ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР - ҚР ЭКОНОМИКАСЫНЫҢ КЕН-БАЙЫТУ ЖӘНЕ МҰНАЙ-ГАЗ СЕКТОРЛАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛЫ МІСЕЛЕЛЕРІН ТАБЫСТЫ ШЕШУДІҢ КІЛТІ

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – КЛЮЧ К УСПЕШНОМУ РЕШЕНИЮ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В РУДНОМ И НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ РК

Том I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

INNOVATIVE TECHNOLOGIES ARE THE KEY TO SUCCESSFUL SOLVING FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS IN THE ORE AND OIL AND GAS SECTORS OF THE ECONOMY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

I volume

Алматы 2019 Almaty

УДК 001 (063)
ББК 72
И 66

Оргкомитет:

Кенжалиев Б.К	–	Проректор по науке, **председатель**;
Жолтаев Г.Ж.	–	Директор ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева», **заместитель председателя;**
Сыздыков А.Х.	–	Директор Института геологии и нефтегазового дела, **заместитель председателя;**
Бекботаева А.А.	–	Заведующий кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», **ответственный исполнитель;**
Нусупова А.Б.	–	Ученый секретарь ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева», **ответственный исполнитель**;
Туйебахова З.К	–	Директор Института химических и биологических технологий;
Саренова А.С.	–	Директор Института базового образования;
Умаров Т.Ф.	–	Директор Института информационных и телекоммуникационных технологий;
Омарбеков Б.О.	–	Директор Института промышленной инженерии;
Салыкова Л.Н.	–	Директор Института управления проектами;
Узбаева Б.Ж.	–	Директор Научной библиотеки;
Сеитжанов Ш.	–	Председатель Совета молодых ученых ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева»;
Нигматова С.А.	–	Руководитель лаборатории ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева»;
Окашева Ш.К.	–	Руководитель Центра исторического наследия Департамент по студентским вопросам;
Машрапова М.А.	–	Руководитель группы ГИС-технологии ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева», **секретарь конференции**;
Баудагулова Г.Т.	–	Специалист минералогического музея кафедры ГСПиРМПИ, **секретарь конференции**;

«Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК»: сборнике представлены материалы конференции Сатпаевские чтении.

И66 – Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2019. – 1486 с.
ISBN 978-601-323-145-7

В современном мире цифровые технологии играют все более важную роль в развитии стран, в том числе таких ключевых сфер как инженерия, строительство, высокие технологии, машиностроение и образование.

УДК 001 (063)
ББК 72
ISBN 978-601-323-145-7
И 66

© Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Б.К. Кенжалиев
Проректор по науке Satbayev University

Уважаемые участники и гости Международной научной конференции «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК»!

Позвольте приветствовать гостей, преподавателей, докторантов, магистрантов и студентов в стенах Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева.

КазНИТУ был основан в 1934 году как Казахский горно-металлургический институт, в 1960 году преобразован в Казахский политехнический институт.

Становление института связано с именами таких известных учёных, как Х. К. Аветисян, О. А. Байконуров, И. И. Бок, А. В. Бричкин, Л. Г. Кушев, В. Д. Пономарёв, А. С. Попов, В. В. Стендер, А. А. Цефт, Е. Д. Шлыгин и другими. КазГМИ в кратчайшее время стал основной базой обеспечения инженерными кадрами горной, металлургической, геологической, строительной и других отраслей промышленности республики.

В годы Великой Отечественной войны на фронт добровольцами ушли 22 преподавателя и свыше 200 студентов во главе с ректором института А. И. Коктовым и секретарём партийной организации М. Курмангалиевым. Среди них званиями Героя Советского Союза были удостоены М. Баймуханов, В. А. Засядько, Н. Д. Маркелов, А. Г. Торопкин, Н. И. Ященко.

На базе Казахского политехнического института в 1975 году был создан Алма-Атинский энергетический институт, в 1977 году — индустриальный институт в городе Рудном, в 1980 году — Алма-Атинский архитектурно-строительный институт.

В январе 1994 года Казахский политехнический институт им. В. И. Ленина был преобразован в «Казахский национальный технический университет», на который были возложены функции по подготовке кадров для страны по многоуровневой структуре, принятой в мировой практике, а также разработке учебных планов и программ обучения по специальностям. За особые заслуги в подготовке инженерно-технических кадров страны Постановлением Правительства Республики Казахстан от 22 сентября 1999 года Казахскому национальному техническому университету присвоено имя выдающегося казахстанского учёного, академика Каныша Имантаевича Сатпаева.

Стало доброй традицией, что ежегодно Сатпаев Университет проводит международный научный форум, приуроченный к Дню науки 12 апреля. А в нынешнем году это еще и юбилейный год, особенный год для нашего университета: 120-летие со дня рождения академика Каныша Имантаевича Сатпаев, имя которого гордо носит наш университет, и 85-летию образования КазНИТУ.

С каждым годом участников «Сатпаевских чтений» становится больше и больше. В 2019 году было подано более 650 докладов на различные направления нашей конференции. Желаю участникам конференции успешной работы, творческого вдохновения и плодотворного научного диалога.

Б.М. Куандыков
Президент Казахстанского Общества нефтяников-геологов, д-р геол.-минер.наук.

СТРАТЕГИЯ ПОИСКА НОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА В КАЗАХСТАНЕ

Республика Казахстан располагает мощно развивающейся нефтегазовой индустрией. Если 10 – 15 лет тому назад в республике добывалась около 20 млн. тонн нефти, то в настоящее время добыча нефти в Казахстане составляет свыше 90 млн. тонн газа свыше 55 млрд. м^3. В перспективе объем добычи нефти и газа в Казахстане будет иметь тенденцию к значительному росту [1].

Планомерное изучение всей территории республики выявление уникальных скоплений углеводородов на подсолевых и морских поднятиях Кенкияк, Жанажол, Карачаганак, Тенгиз, Кашаган, представляют собой результат сочетания конструктивных идей, умелого использования технических средств, знаний и опыта геологов.

Анализ накопленной геолого-геофизической информации нефтегазоносных бассейнов показывает, что возможности по увеличению их нефтегазового потенциала еще далеко не исчерпаны. Дальнейший рост ресурсной базы связывается как с разведкой и освоением более глубокозалегающих продуктивных горизонтов, так и с совершенствованием методики нефтепоисковых работ с прицелом на освоение новых регионов, базирующихся на новейших теоретических и прикладных разработках в области нефтяной геологии.

На территории республики установлено 15 осадочных бассейнов различного генезиса Для каждого бассейна, отличающегося своими особенностями геологического строения и нефтегазоносностью, разработана соответствующая методика проведения нефтепоисковых работ, оказавшаяся высокоэффективной и обеспечивающая получение отмеченных выше высоких результатов.

Как мы знаем, что основные запасы нефти и газа находятся на западе республики и при этом основные месторождения – гиганты расположены в Прикаспийской и Мангистауской нефтегазоносной провинциях. Остальные перспективные территории изучены в меньшей степени, имеются совершенно не охваченные региональными работами и сейсморазведочными исследованиями бассейны. Сосредоточение основных нефтегазовых ресурсов на западе республики сильно отражается на развитии инфраструктуры северных и восточных регионов [1].

Здесь нужны новые подходы к принятым геологическим моделям осадочных бассейнов, новые прорывные идеи относительно наличия коллекторов на больших глубинах, обоснованный прогноз фазового состава залежей, а также оправданный риск, способные радикально изменить отношение и ситуацию по повышению эффективности поисков нефти и газа. Здесь следует принять во внимание характерные для каждого бассейна отличительные особенности геологического строения, наличие пород – коллекторов и флюидоупоров, диапазон нефтегазоносности разреза.

Если конкретно обратимся к Прикаспийской впадине, то главным направлением было и остается докунгурская подсолевая секция осадочного чехла. Здесь изучение строения нефтегазоносности преимущественно неструктурных ловушек (карбонатных массивов) каменноугольного и пермского возраста стало одним из главных направлений при поисках в Прикаспийской впадине месторождений нефти и газа. Именно в них обнаружены крупнейшие залежи углеводородов на Тенгизе, Карачаганаке, Кашагане, Жанажоле и других площадях [3].

Из-за малых амплитуд и больших глубин залегания слабо изучаются девонские карбонатные тела. Подобные девонские постройки выявлены в акватории Каспия к северу от Кашагана вокруг Тенгизского месторождения прогнозируются на выступах фундамента, и выделяемых по сейсмическому горизонту $П_3$ в других районах впадины. В этом плане объектами поисков на суше должны стать глубокозалегающие (до 7 км и более) внутрибассейновые карбонатные платформы, и их склоны, «поднадвиговые» зоны, участки крупных сводовых поднятий по девону. Хотя залежи нефти в девонских отложениях известны по всему периметру Прикаспийской впадины, к планомерному освоению этих объектов геологоразведчики практически не приступили.

В этой связи возникает необходимость постановки детализационных работ в районе подсолевых поднятий Кайран и Кайран Восточный, Пустынный, Тажигали, Каратон, Ансаган, Максат, Южное, Огайское, Пионерское, Тасым, Забурунье и Новобогатинское. Наличие крупных по масштабам солянокупольной области залежей в мезозое, предполагают высоко оценивать перспективы новых обнаружений в районе междуречья и Урал-Волги и Прорвинской группы месторождений, на северном погружении Актюбинско – Астраханской системы дислокаций.

Хотя запасы по сравнению с подсолевыми месторождениями значительно уступают, законы рыночной экономики не позволят нам забывать и о качественных надсолевых нефтях**,** освоение которых осуществляется уже второе столетие при неполно раскрытом потенциале этого мегакомплекса отложений Прикаспийского соленосного бассейна. Несмотря на продолжительное время изучения нефтегазоносности надсолевых отложений, основными объектами для проведения поисков остаются пока присводовые участки соляных куполов (включая и соляные карнизы), в то время как обширные межкупольные пространства и далекие периферии куполов, подкарнизные участки осваиваются крайне медленными темпами, хотя уже известны обнаружения и эффективно разрабатываемые месторождения нефти Забурунье, Новобогатинск Юго-Западный, Сайгак и др. В связи с этим необходимо усиление нефтепоисковых и научно-исследовательских работ в районах старых действующих месторождений Эмбы, Бозаши и Мангышлака. Это касается как вопросов поиска новых полей нефтеносности, оставшихся целиков в разрабатываемых залежах, новых типов залежей, так и нахождения и применения новых методов интенсификации добычи [1].

Новыми работами недропользователей подтверждаются имеющиеся неосвоеннные перспективы мезозоя Устюрта и триаса Мангистауской НГО, ранее отнесенные к неколлекторам или малопривлекательным толщам. На этих территориях выделяются палеозойско – триасовый промежуточный и юрско – неогеновый плитный этажи, структурные планы которых в значительной степени унаследуют морфологические особенности рельефа фундамента Промежуточный этаж в районе Северного Устюрта, включая Восточный Арал, прослеживается повсеместно, однако наибольшие толщины палеозоя и триаса приурочены к осевым депрессионным зонам бассейна, где они достигают 6-7 и более км [2].

Не менее перспективным районом поисков новых месторождений нефти и газа естественно, является акваториальная часть Каспийского моря. Обнаружение залежей углеводородного сырья на уникальном месторождении Кашаган и его сателлитах, а также на морских месторождениях Хазар и Ауэзов подтверждает высокий потенциал Каспийского шельфа и определяет долгосрочную перспективу региона. Благодаря проведенным геологоразведочным работам выделено порядка 10-15 перспективных участков. К ним относятся, Исатай, Курмангазы, Сатпаев, Махамбет, Бобек, Дархан, Абай и др. Для определения их перспективности необходимо ускорить геолого-поисковые работы в них. Стоит отметить, что в сопредельной территории России открыт ряд месторождений нефти и газа со значительными запасами, часть из которых уже переданы в разработку (Хвалынское, Ракушечное, Западно-Ракушечное, Филановское, им. Корчагина). Интересные данные были получены в последние годы по средней части акватории Каспия [1].

Результаты работ в Южно – Торгайском бассейне и Шу – Сарысуской депрессии, а именно - получение промышленных притоков нефти и газа из пород палеозоя, ранее отнесенных к фундаменту, свидетельствуют о необходимости пересмотра принятой концепции модели строения и нефтегазоперспективности слагающих его толщ. Здесь интересными являются появление новых зон юрских залежей, стратиграфически экранированных палеозойскими породами в районах перехода от известных грабен-синклиналей к горст-антиклиналям. Подобная ловушка уже выявлена на месторождении Таур. Если считать вполне приемлемой существующую модель формирования залежей нефти и газа в Южно-Торгайском бассейне, то подобные "палеозойские карманы" могут быть заполнены углеводородами [2]. Здесь следует отметить прекрасные успехи последних лет компании «Кристалл Менеджмент» работающая в этом районе.

Нефтегазовый потенциал Западного Казахстана значительно выше Восточного. Однако особая роль промышленного комплекса Восточного Казахстана в экономике страны выдвигает задачу изучения и определения ресурсной базы Тенизского (внутриконтинентального), Зайсанского, Балхашского, Илийского и Алакольского бассейнов. Первые интересные результаты по району Зайсанской впадины сейчас привлекают внимание всех геологов Казахстана. На современный облик этих внутрискладчатых осадочных

бассейнов, обрамляющих Центрально-Казахстанский массив, оказали влияние области каледонской консолидации.

Также требуют постановки масштабных геологоразведочных исследований бассейны Северного Казахстана, куда относятся северная часть Торгайского прогиба, Петропавловская моноклиналь и Павлодарское Прииртышье. Кроме наиболее перспективных в нефтегазоносном отношении верхнеюрско – валанжинских отложений, определенные надежды следует связывать и с совершенно неизученным верхнепалеозойским комплексом пород.

Совсем по-другому представляется глубинное строение Сырдарьинской депрессии и Приаралья**.** Сейчас в республике рассматривается возможность усиления геологоразведочных работ на нефть и газ в этих регионах в связи наличием магистрального газопровода, проходящего по территории указанных бассейнов, характеризующихся преимущественной газоносностью. Переобработка имеющихся сейсмоданных по бассейну Аральского моря основная часть территории которого уже стала сушей указывает на возможность обнаружения газовых залежей в толще палеогена, наличие благоприятных структурных условий в мелу и юре, а также ориентирует на поиски ловушек рифогенной природы в среднем палеозое.

Э.Ю. Сейтмуратова
заведующая лабораторией геологических и рудных формаций ИГН им. К.И. Сатпаева, чл. корр. НАН РК, д-р геол.-минер.наук

КОММЕНТАРИИ К СОВРЕМЕННОМУ СОСТОЯНИЮ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СТРАНЫ И О РОЛИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Учитель, перед именем твоим
позволь смиренно преклонить колени!
Н.А. Некрасов

Писать что-либо, приуроченное к юбилейным датам Великих предшественников, всегда очень ответственно, так как при этом вольно или невольно предусматривается отчет о состоянии той отрасли, у истоков которой эти Великие стояли. Любой же отчет геологического профиля предполагает, прежде всего, анализ современного состояния теоретических разработок и оценку положения минерально-сырьевой базы в целом (СЛАЙД 1).

Ориентируясь на различные публикации официального характера (отчеты Комитета геологии Министерства инвестиций и развития, официальные статистические отчеты, появляющиеся на сайте http://eiti.geology.gov.kz/ru/ и др.) современное состояние минерально-сырьевой базы Республики Казахстан следует оценивать весьма высоко. Так по основным видам полезных ископаемых Казахстан входит в десятку ведущих стран Мира. Его минерально-сырьевая база сформирована месторождениями топливно-энергетического комплекса (углеводороды, уголь, уран), черных, цветных, благородных и редких металлов. Доля Казахстана в мировых запасах по урану округленно составляет 18 %, хрому -10%, свинцу - 9%, цинку - 8%, золоту – 4 %, серебру - 5%, меди -5%, марганцу - 5%, редким и редкоземельным элементам – 9% и запасам нефти – 2% (СЛАЙДЫ 3, 4, 5). Казахстан является крупным экспортером энергетического сырья, черных, цветных металлов.

Наиболее значительны запасы в Казахстане углеводородов, урана, угля, черных металлов, которые при рациональном их использовании, еще длительное время могут являться основой экономического и промышленного развития республики - от 50-80 (Cr, Fe) до 100 и более лет (U, C, Mn).

Приведенные данные о запасах опираются на фонд месторождений, который был создан в советский период. Часть месторождений этого фонда уже отработана, разрабатывается или готовится к разработке. Учитывая продвинутые технологии в горно-добывающей отрасли, огромные мощности техники, используемой при освоении месторождений на современном этапе, большая часть объектов твердых полезных ископаемых будет отработана в ближайшие 20-30 лет. В связи с этим, перспективы минерально-сырьевой базы (МСБ) страны, за исключением названных черных металлов, урана и углеводородов, вырисовываются весьма неопределенными, так как отмеченные высокие технологии в горно-промышленной отрасли с конца XX века, резко увеличив масштабы добычи полезных ископаемых, определили недопустимое отставание **восполнения минеральных ресурсов от их добычи** по многим видам полезных ископаемых.

Отмеченный перекос в недропользовании в Казахстане совершенно однозначно обозначил необходимость ускоренного выравнивания разрыва между восполнением и добычей. Изменение этой ситуации возможно только путем резкого увеличения геолого-разведочных работ (ГРР), которые в стране почти свелись к нулю, в связи с ориентацией на инвесторов.

Так по данным на 01.01.2013 г. (http://eiti.geology.gov.kz/ru/) можно видеть, как крайне неравномерно проводится финансирование инвесторами добычных и геолого-разведочных работ (ГРР). Из суммарного объёма инвестиций на ГРР на золото направлено 6,8%; на медь– 1,99%; свинец, цинк – 1,53%, железо и марганец – 0,9% , хром – 0,74% (СЛАЙД 6).

Приведенные цифры невольно вызывают тревогу, так как при таком резком несоответствии финансирования добычных и геолого-разведочных работ, дальнейший **разрыв между добычей и восполнением будет только увеличиваться**. Такая тенденция в современном недропользовании опасна тем, что она ведет к истощению фонда подготовленных к разработке месторождений, который был создан в советское время усилиями нескольких поколений геологов, начиная с К.И. Сатпаева. Именно широкий разворот поисковых работ в Казахстане, начиная с 40-х годов XX века, и создал мощную минерально-сырьевую базу, которая обеспечила современный достаточно высокий экономический уровень страны. Действительно, минерально-сырьевой комплекс имеет для Казахстана стратегическое значение, составляя до 70% ВВП и большую часть валютных поступлений. Поэтому-то, главной основой экономического роста Казахстана, богатого разнообразными месторождениями полезных ископаемых, является мощная МСБ не только на современном этапе или в ближайшее время, но и на дальнюю перспективу. Если бы К.И. Сатпаев и его соратники геологи-первопроходцы, жили бы по принципу «…а после нас хоть потоп», трудно сказать смог бы Казахстан пережить и в дальнейшем выправить экономику без фонда месторождений полезных ископаемых, созданного ими. Геологи Сатпаевского периода понимали под мощной МСБ не только фонд уже выявленных промышленных месторождений с подсчитанными балансовыми и забалансовыми запасами, но и фонд перспективных площадей и рудопроявлений, доизучение которых может привести в перспективе к открытию новых месторождений и пополнить фонд промышленных запасов, готовых к отработке. Нельзя быть богатым, если все время только тратить запасы, не пополняя их. Показанное **резкое смещение финансирования только в сторону добычи – это неминуемый путь к истощению фонда промышленно значимых объектов**.

Кроме отмеченного, в последние десятилетия в состоянии МСБ Казахстана, наметились дополнительные негативные явления, обусловленные недостаточной конкурентоспособностью месторождений значительной группы важнейших и традиционных для страны полезных ископаемых – **меди, молибдена, цинка, золота** и других, поэтому переоценка балансовых запасов полезных ископаемых требует тщательной ревизии, чтобы иметь четкое представление об истинном «лице» минерально-сырьевого комплекса. Следовательно, для решения обозначенной проблемы совершенно очевидным является расширение в стране поисково-оценочных и разведочных работ на базе ревизии и анализа многочисленных рудопроявлений и перспективных площадей, в различные каталоги при проведении ранее поисково-съемочных и тематических работ. Учитывая, что этап поисковых

и поисково-разведочных работ является наиболее рискованным и финансовоёмким, рассчитывать на то, что они будут проводиться инвесторами, конечно, бесперспективно. Это показали более четверти века независимости, когда ни одно новое месторождение не было ими открыто, не только за пределами, но даже в пределах их горных отводов.

В большинстве случаев инвесторы финансируют ГРР, направленные только на уточнение запасов лицензированного объекта и его контуров.

Отмеченная диспропорция между добычей и восполнением при внимательном рассмотрении появилась не случайно. Она является прямым следствием Закона Республики Казахстан о недрах и недропользовании, принятом 24.07.2010 г. Вписанный в Конституцию нашей страны закон гласит: «….недра и содержащиеся в них полезные ископаемые находятся в государственной собственности, а добываемое минеральное сырье (если иное не предусмотрено) - недропользователю». Конечно, разовые выплаты, которые получает государство от инвесторов при выдаче лицензий на добычу неизмеримо многократно ниже стоимости добываемого сырья, которое недропользователи будут получать многие годы (25-40 лет) аренды месторождения. Здесь совсем не обязательно быть высокограмотным экономистом или финансистом, чтобы понять, что, конечно же, выгоднее вкладывать деньги в добычу, а не на ГРР.

Именно такое узаконенное понимание недрользования привело нас к тому, что лицензии на разработку почти всех подготовленных к этому месторождений полезных ископаемых разобраны недропользователями (СЛАЙДЫ 7,8). Если более пристально посмотреть список владельцев месторождений, то мы увидим, что большая часть его представлена иностранными горнодобывающими компаниями, в крайнем случае, совместными предприятиями. Особое опасение в процессе лицензирования вызывает получение лицензий на добычу иностранцами на стратегически важные для страны месторождения. В частности, медно-порфировые месторождения Бозшаколь и Актогай, всегда считавшимися резервной базой для 2-х медеплавильных гигантов – Джезказганского и Балхашского, разрабатываются частными кампаниями иностранного и полуиностранного толка. Поэтому руда Актогайского месторождения, минуя Балхашский комбинат, напрямую, согласно вышеприведенному закону о недропользовании, вывозится за рубеж. Данный случай настолько вопиюще недальновидный, что приходится только удивляться, как можно было лишать Балхашскй горно-металлургический комбинат (БГМК), давно работающий не на полную мощность, в силу завершения добычных работ на медно-порфировом месторождении Коунрад, этого резерва. А ведь на базе последнего появился город Балхаш, 80% трудоспособного населения которого работало и работает на нем. Ведь, рассматривая Актогайскую группы месторождений в качестве резервной базы для БГМК, в последнюю пятилетку была даже построена железнодорожная ветвь от пос. Саяк до пос. Актогай. Особое внимание со стороны государства к БГМК определялось тем, что от бесперебойной работы его зависит судьба не только г. Балхаш, но и всего Северного Прибалхашья.

Наверное особого восторга не вызывают и планы владельцев месторождения Бозшаколь, которые собираются не только разрабатывать месторождение, проводить первый этап обработки рудной массы на месте, но даже получать медные концентраты путем строительства медеплавильного завода. Конечно, проведение всего цикла получения того или иного металла, вплоть до конечного продукта на месте, выгодно инвесторам, которые не озадачиваются экономическими проблемами Казахстана. Зачем, если само государство не очень озабочено проблемой моногородов и поселков (Балхаша, Жезказгана, Текели, Саяка, Акшатау, Ачисая и др.), не финансируя проведение ГРР с последующей добычей на деньги государства, так как однозначно только в этом случае страна будет получать полную отдачу от богатств своих недр. Проводя инвестиционную политику, государство при любых обстоятельствах должно оставаться главным инвестором добычи полезных ископаемых, чтобы обеспечивать стабильность экономического развития экономики, что является основой независимости страны.

Вывод из изложенного один – при поддержке государства нужно ускоренное расширение поисковых и разведочных работ с последующей добычей. При этом учитывая, что фонд легкооткрываемых месторождений не только в Казахстане, но и во всем Мире, почти полностью иссяк, поиски скрытых и глубокозалегающих месторождений должны, безусловно, проводиться на базе научно-обоснованных рекомендаций, т.е. в тесном контакте с наукой. Надо отметить, что этот принцип в казахстанской геологии соблюдался и ранее. Поэтому-то, по инициативе К.И. Сатпаева была выдвинута проблема на многие годы – «Геология и металлогения важнейших горно-рудных районов Казахстана», в рамках которой на протяжении 50-90-х годов сотрудники Института геологических наук – главного детища К.И. Сатпаева – в содружестве с производственниками всех геологических управлений – Западно-, Северо-, Центрально-, Южно-, Восточно-Казахстанского выполнили серию научно-производственных работ: Геология и металлогения Успенской зоны, Северного Казахстана, Северо-Западного Прибалхашья, Мугоджар, Улутау-Джезказганского региона, Северного Прибалхашья, Каратау, Большого Алтая, Чингиз-Тарбагатайского мегантиклинория, Чу-Илийского пояса, Балхашского сегмента земной коры и много других тематических исследований.

Примечательно, что все названные работы завершались не только составлением отчетов, в которых излагались результаты, но и изданием многочисленных монографий, которые можно расценивать как **«золотой фонд»** информации о геологическом строении земной коры Казахстана и ее металлогенического потенциала (СЛАЙД 9). Эти работы на протяжении 70-90-х годов являлись основой большинства поисковых проектов. Отмеченные публикации своей фундаментальностью актуальны и в настоящее время, и будут востребованы в далеком будущем.

Продуктивность тесной взаимосвязи науки и производства легко объясняется самой сутью геологии, которая многими определяется «самой производственной наукой или самым научным производством». Поэтому-то первые руководители **Института геологических наук** – К.И. Сатпаев, Р.А. Борукаев, Ш.Е. Есенов были в прошлом производственниками. Более 70% сотрудников института в те годы также имели за плечами производственную закалку. В свою очередь в производственных подразделениях геологической отрасли работало много остепененных геологов - это доктора геолого-минералогических наук Л.Ф Думлер., В.Т. Серых, Н.А. Севрюгин, А.К. Жакелов и др. и множество кандидатов геол.-мин. наук.

Показанная неразрывность научных и производственных работ способствовала высокой эффективности поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Именно в те годы были открыты золоторудные объекты - Васильковское, Варваринское, Пустынное, Карьерное, Бакырчик, Большевик, Суздальское, Акбакай, Далабай, Архарлы, Юбилейное и др.; меднорудные - Актогайская группа месторождений, Коксай, Бенкала, Жайсан, Коктасжал, Жиланды, Авангард, Кундызды, 50 лет Октября, Нурказган, Космурун, Тесиктас и многие другие. Список открытий «золотого периода» казахстанской геологии можно было бы продлить еще на много страниц. Этот обзор эффективности поисковых работ второй половины XX века был сделан для того, чтобы лишний раз подчеркнуть высокую продуктивность альянса науки и производства.

Успехи поисковых работ этого периода определялись во многом высоким уровнем, прежде всего, металлогенических исследований, которые напрямую имеют выход на ГРР.

Металлогения – геологическая наука о закономерностях формирования и проявления оруденения в пространстве и во времени, синтезирующая достижения многих отраслей геологических знаний, оформилась в Казахстане в виде самостоятельного направления, начиная с работ Н.Г. Кассина.

И, тем не менее, зарождение металлогенической школы в Казахстане все геологи бывшего Союза связывают с именем К.И. Сатпаева. Он одним из первых, в период интенсивного развития металлогенических идей 50-х годов, активно включился в разработку теории металлогении и принципов составления металлогенических карт.

Плодотворное развитие металлогении в Казахстане было вызвано запросами практики и необходимостью научного обоснования путей поисков месторождений. Широкий диапазон интересов К.И. Сатпаева, его большая общегеологическая культура позволили ему успешно разрешать эти важные задачи и возглавить одно из новых направлений металлогенических исследований – региональный металлогенический анализ.

Центрами всех этих исследований являлись Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, Казахский институт минерального сырья (КазИМС), Алтайский отдел ИГН и ряд тематических партий, организованных в некоторых геологических управлениях.

Достижения этих лет были высоко оценены многочисленными государственными наградами и премиями (Ленинской, Государственной СССР, Казахстана и др.).

После вкратце охарактеризованного высокого уровня металлогенических исследований в Казахстане очень грустно возвращаться к обзору состояния научно-исследовательских геологических работ на современном этапе. С замораживанием поисковых работ в стране в последние 30 лет резко снизился интерес со стороны горно-рудных предприятий и к науке, что повлекло соответственно резкое снижение финансирования научно-исследовательских работ.

Во всех указанных случаях выполняются грантовые проекты, финансируемые Министерством науки и образования РК. Надо отметить низведение геологической науки до катастрофического минимума напрямую связано с недопониманием руководящих органов страны роли науки в геологии. Только этим можно объяснить резкое сокращение сметной стоимости грантовых проектов, что не позволяет исполнителям проводить должным образом и полевые работы, и аналитические исследования, и участвовать для апробации результатов работ в научных совещаниях даже ближнего зарубежья. В итоге отсутствие должного обсуждения результатов работ не позволяет объективно оценивать их значимость и новизну. Окончательный вердикт отчетам по грантовым проектам выносят Х эксперты, по отзывам которых видно, что не всегда это бывают специалисты геологического профиля.

Несмотря на описанную ситуацию с научными исследованиями в геологической науке, как и во всей науке в целом, начинающееся медленное возрождение ГРР, в связи с необходимостью восполнения запасов отрабатываемых месторождений, требует мобилизации сил научных работников в геологии. Для решения указанной задачи поисковые работы должны, как было сказано выше, проводиться только на базе научно-обоснованных рекомендаций и с научным сопровождением. Для повышения валидности последних рекомендуется обобщение, систематизация и анализ с новых позиций огромного арсенала материалов предшественников с созданием цифровой базы данных.

В области металлогении рекомендуется продолжение фундаментальных исследований по проблеме геолого-генетического моделирования конкретных рудоносных структур и месторождений известных геолого-промышленных типов и новых нетрадиционных видов минерального сырья с целью дальнейшего совершенствования региональных критериев прогноза.

В результате исследований должны составляться объемные модели металлогенических зон, рудных полей и месторождений с применением современных компьютерных технологий (3-D).

Геолого-генетическое моделирование рудных объектов особенно важно дляпрогнозирования *скрытого оруденения* в промышленных горно-рудных районах, достаточно детально изученных с поверхности (Рудный Алтай, Центральный Казахстан и др.). Соответственно требуется разработка принципиально новых технологий и методов прогнозирования и поиска скрытых месторождений на глубине 500-1000 м с целью увеличения глубинности металлогенического прогноза.

Даже самый беглый анализ материалов предшественников позволяет обозначить целый ряд перспективных направлений в металлогении. В Казахстане целесообразно продолжить изучение геологических условий формирования и размещения *крупных и суперкрупных* месторождений меди, полиметаллов, золота, редких металлов и других полезных ископаемых,

которые составляют основу минерально-сырьевого комплекса страны. Именно подобные месторождения-гиганты содержат большинство сырьевых запасов в ряде стран (Россия, Узбекистан, США, Канада, Китай и др.).

Рекомендуется также активизировать научные исследования по изучению и практической оценке нетрадиционных типов месторождений, которые могут представлять дополнительный источник полезных ископаемых. К ним относятся месторождения в корах выветривания (Cu, Ni, Co, Au, Ti, Zr, Sn и др.), золоторудные в древних и молодых конгломератах, апокарбонатные (джаспероидные) и штокверковые в гранитных плутонах, стратиформные полиметаллические и редкометальные объекты, ювелирные алмазы, металлы платиновой группы, Li и др.) Нетрадиционные типы месторождений должны изучаться в рамках национальных программ в процессе планомерного исследования недр. Казахстана.

Перспективным направлением в металлогении является также изучение *резервных территорий*, закрытых чехлом рыхлых мезозой-кайнозойских отложений. Эти площади перспективны для выявления погребенных месторождений и остаточных кор выветривания разных полезных ископаемых. Для их оценки рекомендуется проведение глубинного геологического картирования – (ГГК-200), включающего комплекс буровых, геофизических, геохимических работ и все еще слабо используемых материалов ДЗЗ. Список новых перспективных направлений ГРР с использованием современных технологий можно было бы продолжать еще долго.

В завершение хотелось бы отметить, что современные технологии и идеи открывают много новых ориентиров для ГРР, используя их, геологи страны считают, что проведение их в перечисленных направлениях должно привести к новым открытиям. Но это возможно только в том случае, если ГРР будут финансироваться достойно, в соответствии с поставленными задачами в научном или производственном проекте. Слабую поддержку со стороны государства научных исследований в геологии, в которой, как было показано выше, связь науки и производства неразрывна, можно объяснять только глубоким непониманием вообще роли геологии для экономики страны. По этому поводу хотелось бы напомнить выступление Н.А. Косыгина, бывшего председателя Совета Министров СССР, в 60-е годы при обсуждении бюджета страны на очередной год, в котором были показаны цифры снижающие финансирование геологических работ. Он резко выступил против утверждения этого бюджета, сказав, что **«…снижение финансирования ГРР равносильно тому, что «рубить сук, на котором сидишь», так как есть только две живительные нивы экономики любой страны – это сельское хозяйство и геология»**.

Именно так понимали назначение геологической отрасли и науки для экономики К.И. Сатпаев и его соратники – геологи первых поколений, чем подарили Казахстану достойное настоящее. Задача же геологов сегодняшнего дня – обеспечить надежное будущее подрастающим поколениям.

УДК 553.493

Е.Б. Акшолаков, К.С. Тогизов
Сатпаев Университет, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
yerlan_ab@inbox.ru

ХАРАКТЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА В КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ

Аннотация. *В статье рассмотрены эпохи корообразования и закономерности размещение редкоземельноносных месторождений Казахстана в корах выветривания. На основе фондовых материалов и изданной литературы и при непосредственным участия автора в изучения месторождений и отдельных участков, распространенных в Северном Казахстане.*

В статье содержатся сведения об общей характеристике кор выветривания и связанных с ними месторождений редких земель Казахстана в целом, а также результаты детального изучения объектов Северного Казахстана, где находятся наибольшее количество выявленных рудоносных участков.

Ключевые слова: *редкоземельные элементы, редкие металлы, коры выветривание.*

В настоящее время на мировом рынке резко возрос спрос на редкоземельные элементы (РЗЭ), особенно на тяжёлые. Это поставило перед горной промышленностью новые, ранее не решавшиеся задачи. Если РЗЭ добывались из монацитовых россыпей, из пегматитов, попутно при добыче урана, из щелочных метасоматитов и некоторых других источников, которые в общем обеспечивали спрос на РЗЭ, в целом сравнительно ограниченный, то новые тенденции потребовали нахождения крупных нетрадиционных источников, какими и стали коры выветривания, иногда несущие значительную редкоземельную нагрузку. И хотя РЗЭ давно уже были известны в корах выветривания,- так, Кондыбайское месторождение было открыто ещё в 60-е годы,- то при сравнительно низких содержаниях в них не были разработаны методы обогащения и этот тип месторождений до недавних пор не разрабатывался. Новое время и условия рынка потребовали решения этих задач и в мировой практике стали известны прецеденты создания требуемых технологий, а вслед за тем – и добыча из кор выветривания (США, Китай и др.). Казахстан располагает значительным потенциалом подобного типа месторождений, в своё время уже отчасти разведанных, с подсчётом запасов.

Благоприятные условия для образования кор выветривания имеются на щитах, выступах складчатого фундамента, достигающего дневной поверхности, где новейшие и современные отложения маломощные, или совсем отсутствуют. Такова восточная половина Казахстана, представленная Казахским щитом. На щите во многих местах сохраняется ещё позднемеловая абразионная поверхность, наиболее благоприятная для корообразования. Однако распространение кор в этом регионе не повсеместное и подчинено новейшей тектонике. На участках, испытавших новейшие активизации в палеогене и неогене, создававшие расчленённый рельеф, коры если и были – не сохраняются, или их сохранение фрагментарное, подверженное современной эрозии. Фрагменты кор в активизированных районах (Зауральское поднятие, Кокшетауское поднятие, Спасская и Успенская зоны смятия, Тектурмас, Улытау-Арганатинское поднятие, Шидерты-Олентинский район, Дегелен-Семипалатинский район и т.д.) - маркируют собой сохранившиеся понижения в рельефе, чаще всего перекрытые молодыми озёрными отложениями. Существенно, что южнее

указанных районов по Казахскому щиту коры выветривания редки и к Южному Казахстану почти неизвестны. Это подчёркивает закономерность отсутствия кор в интенсивно активизированных областях, по мере приближения к Тянь-Шаню. Напротив, северные районы Казахского щита и значительная часть Центрального Казахстана располагают многочисленными участками сохранившихся и продолжающих развиваться кор выветривания (Рис. 1).

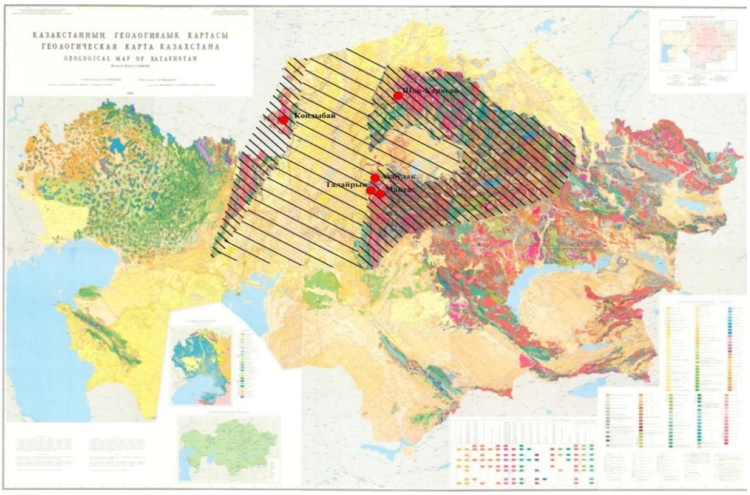


Рисунок 1 - Область распространения кор выветривания в Казахстане на эпоху голоцена

Выделенная штриховкой площадь на рисунке охватывает область, не затронутую в последние эпохи (неоген, квартер) значительными тектоническими движениями с признаками поднятия. Поэтому эрозионный срез не затрагивает очень рыхлых глинистых образований кор выветривания. Но в настоящее время роданская тектоническая фаза приподнимает рельеф, речная сеть разрушает и вырабатывает неоген-четвертичный континентальный покров и даже по Северному Казахстану (Рисунок 1 заштрихованные области) активно препарирует неогеновые, а местами и палеогеновые коры выветривания. Подобным образом коры выветривания активно вскрываются повсеместно, за исключением районов их глубокого погребения (Торгайский прогиб, Тенизская впадина). В отличие от заштрихованной области, по Центральному и Южному Казахстану коры выветривания практически не сохранились после новейших орогенных движений, которые вовлекли в поднятие и эти области. Речная сеть врезалась глубже, чем в Северном Казахстане (Казахский мелкосопочник), и уничтожила неогеновые коры выветривания. Это имеет серьезные последствия для практики металлогенического картирования и прогноза, поскольку в Северном Казахстане складчатый фундамент отпрепарирован до коры выветривания, то есть, до уровня ранне-неогеновой поверхности выравнивания. В Центральном и Южном Казахстане, и особенно в Восточном, эрозионный срез позднего неогена и четвертичного периода разрушил и вынес горную массу на глубину 0,5 км и более в сравнении с Северным Казахстаном.

Растворение силикатных и других горных пород в коренном залегании атмосферными водами как слабой кислотой происходит в течение миллионов лет. В местностях с расчлененным рельефом – горы, холмы, мелкосопочники – продукты растворения на месте не задерживаются и сносятся по речной сети в бассейны осадконакопления. Коры выветривания образуются наиболее благоприятным образом в условиях тектонических щитов. Таким щитом является восточная и северная половина Казахстана. Тектонические условия на этой территории в исторической перспективе пережили сложные процессы с переменным образованием равнин и расчлененного рельефа. Первая эпоха равнин известна в поздней перми-ранней триасе, от которой остались редкие фрагменты латеритных кор

выветривания в Торгайском прогибе. Они вскрыты глубокими колонковыми скважинами при поисках бокситов [3].

Следующая эпоха корообразования нижне-средне-триасового возраста. Эти коры перекрыты отложениями Кусмурынского буроугольного месторождения. Две эпохи крупного корообразования – меловая и олигоцен-неогеновая. Эти эпохи совпадают с периодами господства континентального режима и разделены периодом морских трансгрессий, начавшихся во второй половине мела и закончившихся в олигоцене.

Олигоцен-неогеновая эпоха корообразования также подразделяется на несколько этапов. Разновозрастные коры выветривания, образовавшиеся в эту эпоху, значительно отличаются друг от друга по вещественному составу. Эти отличия отражают коренные изменения климата, сочетавшиеся с изменением гидрохимических условий и перестройкой рельефа. Такие значительные изменения палеогеографических условий происходили в конце палеогена, в вначале неогена и в плиоцене. В начале рассматриваемой эпохи корообразования, благодаря теплому и влажному климату, происходило интенсивное выщелачивание и отбеливание пород, результатом чего явилось формирование каолинитового профиля олигоценовых кор выветривания. В конце миоцена и в начале олигоцена в связи с изменением климата в сторону похолодания и засушливости, стали формироваться красноземные коры выветривания [2].

Коры выветривания представляют собой несмещенные материалы химического разрушения любого субстрата, слагающего горную массу близко к дневной поверхности. Коры выветривания, развитые на базальтах и андезитах, обычно представлены пестроцветными глинистыми образованиями, участками, интенсивно окрашенными в сиреневые, бурые, красные тона в нижних горизонтах, и осветленные до светло-серых и белых в верхних горизонтах. Зона дезинтеграции – трещиноватые, разрыхленные и осветленные породы. Образования этой зоны пользуются большим площадным распространением. Зона смешанного минерального состава представлена глинистыми образованиями. По минеральному составу образования таких зон представлены в различных сочетаниях гидрохлоритами, монтмориллонитами, каолинитами, нонтронитами и окислами железа. Зона обеленных глин представлена светло-серыми и белыми бесструктурными глинами, иногда пятнисто окрашенными в сиреневые и бурые тона. Глинистая часть образований зоны по минеральному составу представлена каолинитом, а в нижней части разреза – монтмориллониты и гидроокислы железа [4].

Многообразие состава субстрата и условий формирования коры выветривания на них вообще создает два ряда типов коры выветривания – латеритные и каолинитовые. Латериты – продукты физико-химического выветривания аллюмосилкатных пород в условиях жаркого и влажного климата. С латеритами, развитыми на ультраосновных породах богатых железом, связаны месторождения железных руд. В богатых никелем – месторождения силикатного никеля, хрома и кобальта. С латеритами, возникающими в результате выветривания основных щелочных и глинистых пород, связаны элювиальные месторождения бокситов. В латеритах, развитых на магматических породах кислого состава, иногда наблюдаются концентрации золота.

В целом, и бокситовые месторождения, и площадные коры составляют единую формацию, наложенную на выходы складчатого фундамента по Центральному и Северному Казахстану. Современная активизация, выраженная в углублении речной сети, постепенно вскрывает неглубоко захоронённые коры из-под озёрных отложений. В бортах Аркалыкских карьеров наблюдается даже угловое несогласие между тектоническими ярусами, состоящими из озёрных отложений. Это свидетельствует о длительной истории развития бокситов Аркалыка, оторванных во времени и от других субфаз, ронской и валахской, вероятно, и древнее, но на той же позднемеловой поверхности выравнивания.

Рудоносные коры выветривания представляют одну из важнейших рудных формаций, с которыми связаны месторождения таких металлов как железо, марганец, алюминий, никель, кобальт, тантал, ниобий, редкие земли и уран. В Казахстане коры выветривания на эти

металлы исследуются уже около полувека. Но до настоящего времени пока еще объекты с корами выветривания в практику горной промышленности не вовлекались. Известны многочисленные участки поисков, разведки с подсчетам запасов, представляющие серьезный интерес для возобновления работ на них и вовлечение в горно-промышленную практику [4].

Коры выветривания как полезное ископаемое представляют интерес как источник каолина для фарфорового и керамического производства, бентонитов, палыгорскитов, в нонтронитовых профилях – как источник никеля, хрома, платиноидов. К корам относятся также бокситы, основной источник алюминия. Однако, в нетрадиционном ключе, коры себя зарекомендовали как содержащие марганец, титан, редкие и рассеянные элементы. Кондыбайское месторождение кор выветривания, открытое в 1962 году, первоначально исследовалось на титан. Титан как сравнительно инертный элемент сам по себе, и в соединениях, уходит в корообразовании одним из последних. Поэтому становится понятным его присутствие на месторождении Кондыбай, хотя и в непромышленных содержаниях. Но в ходе разведки месторождения стали обнаруживаться и другие полезные компоненты кор выветривания, в частности, иттрий и редкоземельные элементы. В связи с этим месторождение определилось как редкоземельное, иттриевой группы [1].

В настоящее время пока ещё не решён вопрос о прямых источниках РЗЭ в глинах коры выветривания по месторождению Кондыбай. Само оно подстилается докембрийским метаморфическим комплексом высоких фаций метаморфизма и тесно соседствует с ультраосновным интрузивным телом в состоянии серпентинитов. Высказываются различные версии о первоисточниках РЗЭ, но в пределах соображений о первичных минералах в материнских породах подстилающего субстрата. Однако, ни гранатовые гнейсы, ни серпентиниты не представляются как эффективные источники РЗЭ. На территории Казахстана известны поля распространения сквозьмагматических флюидотермальных образований, наложенных на любые вмещающие формации и напрямую не связанные с какими-либо магматическими комплексами. Такова, на наш взгляд, кварцево-жильная формация, охватывающая всё Улытау-Арганатинское поднятие, от Майтюбинскогоантиклинория на юге и до северного периклинального погружения Арганаты, южнее г. Аркалык. На протяжении более 600 километров весь пояс проработан девонскими кварцево-жильными образованиями, от хрусталеносных (Актас) до золоторудных и полиметаллических. Севернее широты Жезказгана в региональном геохимическом поле выделяется широкий пояс (более 20 км) редкоземельных аномалий, вдоль меридиана Кургасына. Это свидетельствует о том, что редкоземельное заражение может быть связано со стадиями развития кварцево-жильной формации или быть наложенной на неё, но одинаковой с ней сквозьмагматической природы, не связанной прямо с конкретными магматическими комплексами. Связь с магматическими комплексами также нельзя отрицать. По данным разведки на месторождении Акбулак, в 20 км южнее Аркалыка, редкоземельное оруденениеприсутствие в корах выветривания связывается с подстилающим щелочным комплексом. На месторождении Шок-Карагай подстилающие гранитоиды и кварцевые порфиры имеют признаки фтороносной флюидной насыщенности, несущей олово и РЗЭ-компоненты. Складывается многообразие источников РЗЭ и иных видов оруденения. На месторождении Кондыбай вполне вероятна сквозьмагматическая природа источников РЗЭ, подобная Улытау-Арганатинской. Само месторождение имеет поясовой характер размещения, в полосе шириной 2 километра и протяжённостью более 20 километров, вдоль крупной зоны разломов. Подобно тому, месторождение Шок-Карагай также залегает в одном поясе с крупным оловянным месторождением Сырымбет, фтороносной природы, хотя прямая видимая связь между ними не наблюдается[5].

В заключение можно сказать, что коры выветривания несущие редкоземельную минерализацию в Казахстане имеют широкое распространение и требуют всестороннего изучения для нужд Республики.

Литературы:

1. Акшолаков Е.Б. Магистерская диссертация «Геолого-геофизические особенности редкоземельноносных участков Казахстана». Алматы, 2014 г. с 20-24

2. Акшолаков Е.Б., Тогизов К., Шарапатов А. О рудоносных корах выветривания Казахстана. Труды международной научно-практической конференции «Подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века» 12.04.2013г КазНТУ, Алматы. с. 13-16

3. Геология СССР. Том XXXIV. М., Недра 1971 г.

4. Ниязов А. Р. Рудоносные коры выветривания северного Казахстана. Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Свердловск, 1987 г.

5. Шарапатов А., Акшолаков Е., Тогизов К. Редкоземельноносные коры выветривания Северного и Центрального Казахстана. Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. Москва (Россия)-Занджан (Иран). 2013г. с 263-264

Е.Б. Ақшолақов, Қ.С. Тогизов

Қазақстанның мору қыртысындағы сирек жерлі кенорындардың таралу сиппатамасы

Аңдатпа. Аталмыш мақалада Қазақстандағы мору қыртысының түзілу дәірі мен мору қыртысындағы сирекжерлі элементтердің таралу заңдылығы қарастырылған.

Кілт сөдер. сирек жерлі элементтер, сирек металдар**,** мору қыртысы.

Y.B. Aksholakov, K.S. Togizov

The nature of the distribution of rare-earth deposits of Kazakhstan in the weathering crust

Abstract. This article discusses the epochs of crust formation, patterns of placement of rare-earth deposits of Kazakhstan in the weathering crust.

Keywords: rare-earth elements, rare metals, crust of weathering.

УДК 553.464 (553.493)

А.А. Антоненко, Д.Б. Муратханов

Научный руководитель – А.А. Антоненко, кандидат геолого-минералогических наук

Сатпаев Университет, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

antonenkoaa_65@mail.ru, daulet.mur@mail.ru

ВАНАДИЕНОСНЫЕ СЛАНЦЫ БОЛЬШОГО КАРАТАУ

Аннотация. *Черные углисто-кремнистые сланцы известны во всем мире как рудовмещающая толща для месторождений ванадия с редкими землями и ураном. Промышленные месторождения ванадия в Казахстане связаны с черносланцевыми формациями развитыми в Большом Каратау и вдоль Западного борта Улытау. В данной статье описаны некоторые вопросы геологии и закономерности размещения ванадиеносных сланцев Большого Каратау. Рассмотрена перспективность района Большого Каратау на ванадий и редкие земли. Подобные объекты требуют проведения дополнительных геологических исследований, а именно: выявить стратиграфические, литологические и структурные особенности размещения минерализации, что поможет выделить наиболее информативные поисковые критерии. В последние годы возникла необходимость проведение перспективной оценки ресурсов ванадия и сопутствующих элементов, что даст возможность провести переоценку известных объектов и составить рекомендации для дальнейшего проведения геолого-разведочных работ.*

Ключевые слова: *редкоземельные элементы, ванадий, месторождения, минерализация.*

Известно, что в Казахстане перспективы редкоземельного оруденения связываются с комплексными рудами кембрийских ванадий-редкометальных месторождений Курумсак и Баласаускандык в Каратау.

В тридцатых годах - в результате комплексного изучения Джезказган-Улутауского района К.И. Сатпаевым в древних отложениях близ Киякты, а затем и в других участках были зафиксированы черные кремнисто-углистые сланцы, обогащенные ванадием. Дальнейшими исследованиями, направленными на изучение аналогичных сланцев в Северо-Западном Каратау и Джебаглинеких горах Таласского Алатау был обнаружен горизонт аналогичных углисто-кремнистых сланцев с высокими концентрациями ванадия. Так были открыты, разведаны и изучены крупные скопления ванадия на месторождениях Баласаускандык, Курумсак и Джебаглы. В последующие годы на этих месторождениях и в целом по ванадиеносным углеродисто-кремнистым сланцам были проведены детальные исследования С.Г. и Е.А. Анкиновичами. В результате изучены разрезы продуктивного горизонта, вещественный и минералогический состав руд. Установлено, что кроме ванадия руды содержат повышенные содержания молибдена, урана, иттрия и рения. Главные минералы первичных руд ванадийсодержаший антраксолит, роскоэлит и сульванит. Результаты исследований С.Е. и Е.А. Анкиновичей легли в основу технологических разработок, показавших высокий процент извлечения ванадия и сопутствующих компонентов.

Запасы ванадия в Казахстане значительны (около 3 млн т). Промышленные месторождения ванадия (Баласаускандык, Курумсак, Жебаглы) связаны с черносланцевой формацией, развитой в Большом Каратау (Южный Казахстан) и вдоль западного борта Улытау. Содержания оксида ванадия в рудах составляет до 2,5%. Месторождения считаются забалансовыми из-за экономически невыгодной технологии получения ванадия Руды ванадия богаты молибденом, ураном, иттрием, танталом, скандием, хромом и рением, присутствует фосфор.

Открытия ванадиевых месторождений северо-западного Каратау относится к 1940 г. И принадлежит Н.А. Козлову, который при камеральной обработке каменного материала совместно с В.А. Соколовым установил своеобразные породы углеродисто-кремнисто-глинистого состава, содержащие значительные количества роскоэлита. В рудах этих месторождений установлена прямая корреляционная связь между ванадием и редкоземельными элементами.

Месторождения разведаны, но не эксплуатируются. Углеродисто-кремисто-сланцевая ванадиеносная формация в Южном Казахстане представлена курумсакской свитой. Рудными телами являются ванадиеносные горизонты кремнистых, углисто-кремнистых, глинисто-кремнистых, глинисто-кремнисто-углистых сланцев средней мощностью 10 и 7,60 м. Концентрации редкоземельных элементов и элементов группы железа-ванадия имеют сингенетическое происхождение.

Местонахождение Курумсак: находится в Шиелийском районе Кызылординской области, в 86 км к северу от железнодорожной станции Жанакорган, с которой связано грунтовой дорогой, пригодной для транспортировки круглый год. Район экономически мало освоен. Курумсакское рудное поле является продолжением к юго-востоку Баласаускандыкского месторождения и по геологическому строению, структуре и типу оруденения аналогично последнему. С юго-запада на северо-восток на площади месторождения выделены 3 рудные зоны, пространственно совмещенные с тремя группами брахисинклинальных складок, разделенных двумя крупными антиклинальными поднятиями: Курумсакское, Центральное и Чимбайское. В рудных зонах выделено 19 разведочных участков, по 14 из которых были подсчитаны запасы **(**рис. 1**).** Общая протяженность выходов ванадиеносной пачки 75 км, длина участков от 2 до 5 км, ширина 200-500 м. Рудные тела пластообразной формы северо-западного простирания с крутым падением на юго-запад в северо-восточном крыле складок и очень крутым (до опрокидывания) на северо-восток - в

юго-западном. Мощность рудного горизонта 4-16 м в северо-восточном крыле складок и 3-10 м - в юго-западном, протяженность по падению от 30 до 200 м.

Обогащенная органикой ванадиеносная пачка сложена ритмичным чередованием прослоев лидитов (фтанитов) и углисто-глинисто-кварцевых сланцев с резкоподчиненным количеством углисто-глинистых, глинисто-углистых сланцев и линзами доломитов. В составе пачки выделено 10 таких прослоев, шесть из которых рудные. Общая мощность пачки 90 м, рудоносного горизонта в ней 17-20 м.

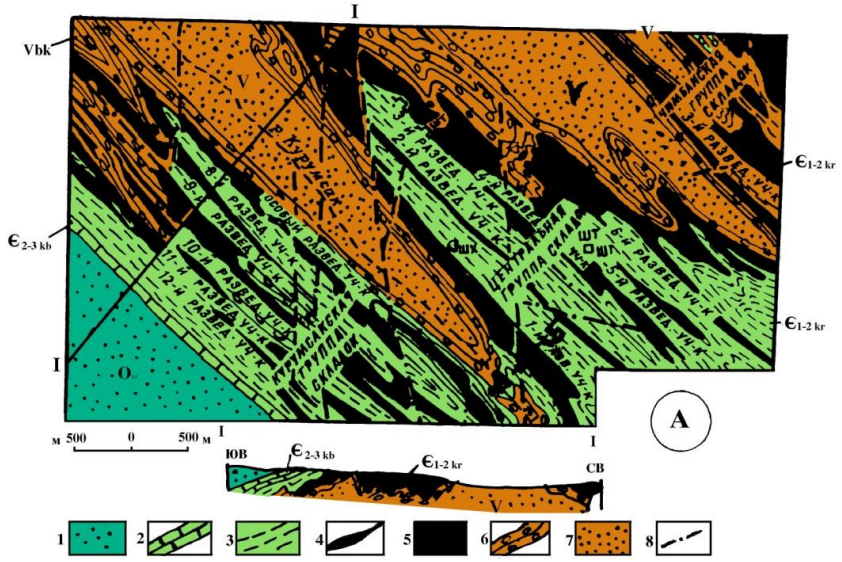


Рисунок 1 - Месторождение Курумсак. А. 1 - Джебаглинская серия (O_{1-3}) - серицит-кварцевые, хлорит-серицитовые, магнетит-кварцевые сланцы, аркозовые и полимиктовые песчаники, конгломераты; 2-5 - Кембрий: 2 - кокбулакская свита ($Є_{2-3}$ kb) - доломиты, доломитизированные известняки; 3-5 - курумсакская свита ($Є_{1-2}$ кк): кварц-углисто-глинистые сланцы кровли ванадиеносной пачки, 4-5 - ванадиеносная пачка с лидитами, кремнистыми сланцами почвы ванадиеносной пачки; 6-7 - Венд: 6 - байконурская свита - грубообломочные породы - конгломераты, тиллиты, 7 - улутауская серия - известково-хлоритовые сланцы, известковистые песчаники, доломиты; 8 - разрывные нарушения.

Первичные руды, составляющие 95% всей массы руды, редко выходят на поверхность, располагаясь ниже окисленных руд и ниже уровня грунтовых вод. Они представлены черными углисто-глинистыми сланцами с густой сетью тончайших кварц-роскоэлитовых прожилков. Через переходную зону смешанных руд мощностью 1-10 м они переходят в окисленные зеленовато-серые и пепельно-серые полосчатые руды, распространенные до глубины 15-30 м от поверхности. Вблизи поверхности окисленные руды превращены в рыхлую массу сетчатых руд, состоящих из кварцевого и кварц-роскоэлитового каркаса с глинистыми интерстициями. Состав руд: основные минералы - роскоэлит, монтрозеит, даттонит; второстепенные - настуран, туямунит, урановая чернь, метаторнборнит, уранофан, сфен, рутил, гидромусковит, фенгит, сидерит; редкие - молибденит, иордизит, ильземанит, патронит, сульванит, ортит. Главные промышленные минералы: ванадийсодержащие - роскоэлит, монтрозеит, даттонит, молибденсодержащие - молибденит, иордизит, ильземанит. Роскоэлит приурочен к кварцевым прожилкам и содержит 6,18-17,92% V_2O_5; монрозеит рассеян по всей массе руды. Содержание в первичных рудах V_2O_5 - 0,64%, SiO_2 - 65,22%, Mo - 0,02%, в окисленных рудах соответственно - 0,95%; 77,52%; 0,02%. Из попутных компонентов отмечаются (средние содержания, %): Pb - 0,04; Zn - 0,582; Cu - 0,03; Ni - 0,012; Au - 0,085 г/т; Ag - 4 г/т; Re - 0,62 г/т; Nb_2O_5 - 0,007%; Ta_2O_5 - 0,0015%; Jn - 0,5 г/т; Ge - 0,2 г/т; Ga - 0,72 г/т; Sc - 0,72 г/т; Se - 26,1 г/т. Среднее содержание TR_2O_3 0,052%. Элементный состав и содержание редких земель на месторождении Курумсак аналогичны баласаускандыкскому, из них практическую ценность представляют иттрий, иттербий и скандий. Из платиноидов в

рудном горизонте присутствует платина (10-30 мг/т) и палладий (10-78 до 100 мг/т), изучение их проведено в незначительном объеме (рис. 2). Содержание урана в первичных рудах 0,01-0,03%, с максимумом до 0,142% в зонах гипергенеза и 0,1-0,5% - в зонах дробления меридионального направления.

Технологические свойства руд, отработка их аналогична баласаускандыкским.

Перспективы месторождения могут быть увеличены за счет доразведки запасов по категории C_1 на глубине 100-200 м.

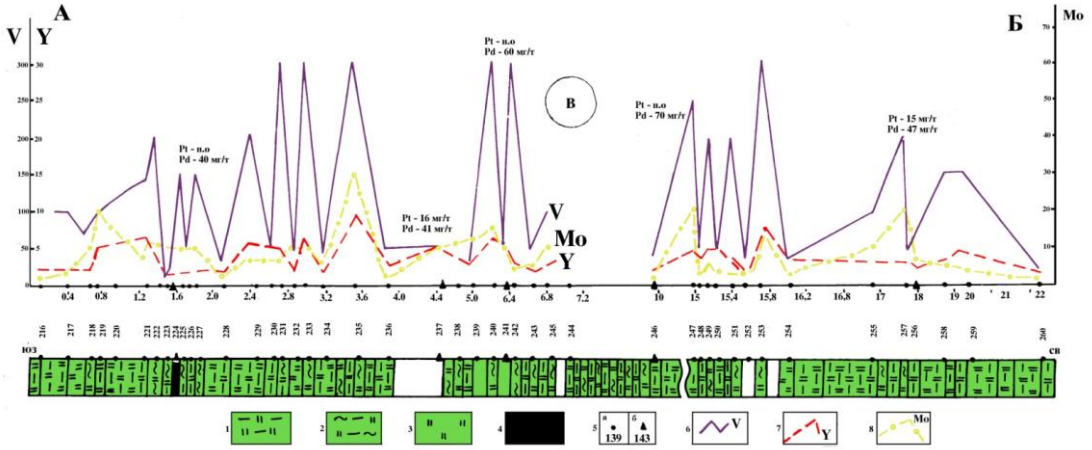


Рисунок 2 - Месторождение Курумсак. В. Распределение рудных элементов в «ванадиеносном» горизонте. 1 - углеродисто-кремнистые сланцы; 2 - углеродисто-кремнисто-глинистые сланцы; 3 - кремнистые породы; 4 - лидиты; 5 - точки отбора геохимических проб (а), в том числе на платиноиды (б); 6-8 - графики содержаний в рудном горизонте: 6 - ванадия, 7 - иттрия, 8 – молибдена

Местонахождение Баласаускандык расположено в 10 км от пос. Аксумбе, в 50 км к северо-востоку от ж.д. ст. Жанакорган, в 90 км к северо-востоку от ж.д. ст. Шиели в Южно-Казахстанской области. Месторождение ванадиевое, из сопутствующих элементов в рудах содержатся молибден (0,02%) и редкие земли**.** Содержание редких земель находится в пределах 0,02-0,15%, редко понижаясь до 0,01% или повышаясь до 0,22%. Среднее содержание редких земель – 0,063%. Вкрест простирания рудоносных структур с юго-запада на северо-восток отмечаются следующие содержания редких земель – от 0,07% (IV разведучасток) и 0,069% (VI участок) до 0,051%, 0,061% и 0,057% (соответственно I, II и V участки); по простиранию с северо-запада на юго-восток также происходит снижение содержания редких земель от 0,085 и 0,064 до 0,055 и 0,057%. В кровле рудного горизонта среднее содержание редких земель по участкам изменяется от 0,02 до 0,053, в среднем 0,039%. В почве рудного горизонта: от 0,02 до 0,055%, среднее 0,035%. Содержание редких земель увеличивается от верхних слоев к нижним, больше концентрируясь в прослоях с повышенным количеством глинистого материала, достигая максимальных величин в прослоях на контакте с фосфоритоносным слоем.

Редкие земли на 63-73,6% состоят из элементов иттриевой группы. ВНИИЦветмет, КазИМС и КазПТИ разработали технологию попутного извлечения редких земель при переработке ванадиевых руд с получением редкоземельного продукта при общем извлечении редких земель из руд 34% (КазИМС) и 50-64% (ВНИИЦветмет). Требуются полупромышленные и промышленные испытания.

Запасы TR_2O_3 в рассматриваемых месторождениях Курумсак и Баласаускандык подсчитаны в контурах промышленных ванадиевых руд (категория C_1 и C_2). По запасам TR_2O_3 эти объекты могут быть отнесены к классу средних. В сумме это запасы уровня крупных.

В связи с этим необходимо провести научные исследования минерализации ванадия и редкоземельных элементов, что позволит выявить стратиграфические, литологические и структурные условия локализации оруденения, что даст возможность выявить новые поисковые критерии для оценки территорий на этот тип оруденения.

Литературы:

1. Геология и металлогения Каратау. Том I. Геология. Алма-Ата, 1986, с. 240.
2. Геология и металлогения Каратау. Том II. Металлогения. Алма-Ата, 1987, с. 248.
3. Металлогения Казахстана. Месторождения руд редких металлов. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1981, с. 207.
4. Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд хрома, титана, ванадия, силикатного никеля, кобальта, бокситов. Алма-Ата, 1978, с. 228.
5. Редкие металлы и редкие земли Казахстана. – Алматы, 2011. – 277 с.
6. Справочник. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. - Алматы. 1998.-136с.
7. Справочник. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. 2-е изд. – Алматы, 2015. – 226с.
8. Холодов В. Н. Осадочный рудогенез и металлогения ванадия. М.: Наука, 1973. 279 с.

А.А. Антоненко, Д.Б. Муратханов

Үлкен Қаратаудың ванадийлі тақтатастары

Аңдатпа. Үлкен Қаратаудағы қара тақтатастардың геологиясы мен пайдалы қазба таралу заңдылықтарының кейбір мәселелері сипатталған. Ауданның ванадий мен сирекжер элементтерге перспективтілігі қарастырылған.

Кілт сөздер: сирекжер элементтер, ванадий, кенорындар, минерализация

A.A. Antonenko, D.B. Muratkhanov

Vanadium-bearing shales of the Great Karatau

Abstract. Some issues of geology and patterns of placement of vanadium-bearing shale of the Great Karatau are described. The perspective of the area on vanadium and rare-earth elements is considered.

Keywords: rare-earth elements, vanadium, deposits, mineralization

УДК 551.448

А.А. Антоненко, А. Ходжимуратова, А.Е. Дуйсенбек, Ж.А. Карбозова
Научный руководитель - Антоненко А.А.
Сатпаев Университет, Институт геологических наук им.К.И.Сатпаева
antonenkoaa_65@mail.ru, x.asem83@mail.ru, Zhanary402@mail.ru

К ИЗУЧЕННОСТИ ЭКЗОКАРСТА БОЛЬШОГО КАРАТАУ

Аннотация. *На примере Большого Каратау приведен краткий обзор изученности экзокарста, как региона с широким развитием карстовых процессов и связанного с ним свинцово-цинкового оруденения. Данный регион обладает большими перспективами на обнаружения подобного типа рудной минерализации.*

Ключевые слова: *карст, свинец, цинк, оруденение, минерализация.*

Пространственное сонахождение экзокарста и свинцово-цинкового оруденения в Каратау привлекало внимание исследователей с 30 годов прошлого столетия [3,7,8] и карст стал применяться на практике как поисковый признак глубокозалегающих сульфидных руд. Образование карста связывали с процессом окисления сульфидных руд.

Ивенсен Ю. П. [5] отмечал, что проявления карста известны не только на месторождениях Ачисай, Кантаги и Карасай, но и в Бересекском и Баялдырском районах.

Здесь на поверхности месторождения и рудопроявления (Каракемир, Боз-Бутак и др.) имеют следы проявления закарстованности с образованием карстовых воронок, зон проседания, провалов, пещер и других карстовых форм, большинство из них ранее принималось за древние выработки. Аналогичные явления наблюдаются на месторождении Джелагаката, где происходит наложение на рудные выходы депрессионных карстовых углублений.

Галицкий В. В. в своей докладной записке по месторождению Смена и его окрестностей на примере участка Карстовый, где известно более 50 карстовых воронок, рекомендовал повторные поисковые работы на сульфидные руды, промышленные месторождения которых однако не были обнаружены. Изучение самого карста и его рудоносности им не проводилось.

Поярков С. А. и Соловов А. П. (1952) при металлометрической съемке Ачисайского месторождения выделили 14 металлоносных зон, две из которых связаны с карстом. На этих участках рекомендовались детальные геофизические и буровые работы.

Проводя геолого-структурные исследования на месторождении Ачисай Кунаев С. Д. и др. (1956) посвящают карсту отдельный раздел. В нем достаточно подробно описываются отложения карста, их химический состав, обосновывается возраст. Среди поисковых признаков сульфидных руд выделялись карстовые воронки и полости, приуроченные к зонам разломов. Исследования авторов были направлены на выявление геолого-структурных особенностей локализации сульфидного оруденения и выработке его поисковых признаков. Рекомендаций по изучению и оценке рудоносности отложений карста в работе не проводилось.

Фурсов В. З. И др. (1958) относили карстовые полости к косвенным поисковым признакам слепых рудных тел Ачисая. Приводя детальные описания физических свойств пород и руд Ачисая и рекомендуя комплекс геофизических методов (металлометрия, магниторазведка и комбинированное профилирование) для выявления скрытых карстовых полостей нижнемелового возраста, авторы отмечают, что наряду с рудными карстами, распространены и безрудные. Определенных критериев их различия нет. Рекомендовано вскрывать карстовую полость шурфами и опробовать для установления ее рудоносности. Изучение карстовых отложений как возможного источника окисленных руд не проводилось.

Минералогия окисленных руд Каратау, в том числе и карстовых, хорошо освещена в работе Юшко С. А. [9]. Изучая минералогию свинцово-цинковых месторождений хребта Каратау Юшко С.А. связывала образование карста с окислением сульфидных руд. Выявлена вертикальная зональность в распределении рудных минералов в карсте. Так, если карст развит в висячем боку сульфидного рудного тела, то пустоты заполнены преимущественно свинцовыми минералами - церусситом и англезитом. Если карст развивался в лежачем боку то пустоты заполнены цинковыми минералами - смитсонитом, гидроцинкитом и каламином. Такое строение рудного заполнения карста она связывала с процессом изменения состава природных вод: от щелочных к кислым.

Затолокина В. А. и Довгаль П. И. (1960) в процессе геологоразведочных работ на Ачисайском рудном поле карстовые полости и «рыжие пятна» считали поисковыми признаками сульфидного оруденения на глубине.

Киселевский Ю.Н. (1963) при составлении комплексной прогнозной карты по Центральному Каратау, среди поисковых признаков сульфидного оруденения ачисайского и кантаги-байжансайского типов выделял рудный карст, выполненный окисленными минералами свинца и цинка и глинами, образованный вблизи рудных тел за счет растворения карбонатных пород сульфатными рудничными водами. Анализируя результаты предшествующих геологоразведочных работ в Центральном Каратау, Киселевский Ю.Н. отмечает наличие карстовых полостей выполненных глинами с высокими содержаниями свинца и цинка (5% и более суммы металлов).

Тимошенко В.А. (1966) расчистками на участках Ореольный и XXIII в зонах дробления были вскрыты карстовые воронки, выполненные глинами со свинцовой минерализацией. Карстовые отложения участка Ореольный содержат до 2,84% свинца и до 0,18% цинка. На

участке XXIII содержания свинца в глинах достигают 7,2%, бария до 10%. Тимошенко В.А. отмечает, что карстовые отложения не вскрыты на всю мощность. Перспективы участков в первую очередь связываются с возможностью выявления свинцовых руд ачисайского типа. Тимошенко В.А. впервые отметил возможность нахождения свинцового оруденения в нижней части разреза карстовых отложений. Для выяснения этого вопроса им рекомендуется проходка шурфов.

Матвеев В.С. (1967), как и все предыдущие исследователи, считал зоны развития карста поисковым признаком сульфидных руд. Он отмечал, что развитые над зонами закарстования вторичные ореолы свинца и цинка формируются либо за счет раскарстования сульфидного рудного тела, либо за счет адсорбции глинами свинца и цинка вадозных вод.

Анохин В.В. (1972), проводя работы в Байжансайском рудном районе, одним из основных поисковых признаков свинцово-цинкового оруденения в палеозойских карбонатных породах считал ожелезнение и закарстование в зонах разломов. Так на рудопроявлении Мурзатай III канавами вскрыта карстовая полость размером 2 х 4 м в плане, выполненная глинистым материалом с галькой кремней и обломками известняков. Содержание свинца в глине до 19,8%. На рудопроявлении 3 в карстовом охристом материале содержание свинца до 16,11%. На рудопроявлении Ащисай содержание свинца в глинах до 10%. Но все поисково-разведочные работы были направлены на выявление сульфидных руд и поэтому рудоносные карстовые глины не изучались, а использовались только как поисковый признак.

На участке Сасыкбулак, Пилипчук А.Д. (1970) расчистками и шурфами вскрыл рудный карст с содержанием свинца до 4,7%, цинка до 0,01%. На рудопроявлении Боролдай установлено развитие древнего минерализованного карста приуроченного к зоне разлома, выполненного красноцветными глинами. На участке Бугуньский была встречена зона закарстования, развитая вдоль шва разлома, прослеженная более чем на 800 м. Содержание свинца – 0,06%, цинка – 0,08%, серебра – 0,00001%, мышьяка – 0,01%, бария – 0,1%. Отложения карста изучены на глубину 2,5 м. Выявлено 35 погребенных ореолов рассеяния свинца, приуроченные преимущественно к зонам закарстования, развитым в зонах разломах. Дальнейшие работы и рекомендации на перспективные участки направлены на поиски сульфидных руд ачисайского типа. Отложения карста не подвергались изучению и оценке.

В материалах межведомственной комиссии (1976) отмечается, что меловой и четвертичный карст повсеместно развит в карбонатных породах нижнего-среднего палеозоя Каратау. В частности, на месторождении Миргалимсай карстовые пустоты, прослеженные до глубины 900 м, рассматриваются как гипергенные образования и как поисковый признак сульфидных свинцово-цинковых руд.

Толманов В. Н. (1974) на рудопроявлении Сороба выявил карстовые воронки глубиной 3-4 м, выполненные глыбами вмещающих пород. На отдельных глыбах наблюдаются корки и налеты церуссита, содержание свинца по данным химического анализа от 0,02% до 0,6%. На рудопроявлении Карасу 1 свинцовое оруденение приурочено к карстовым неоген-четвертичным грубозернистым пескам и гравелитам. Рудоносность карстовых отложений Толманов В.Н. связывает с переотложением свинца из подстилающих палеозойских карбонатных пород.

Зорин Е. С. и др. (1985) анализируя закономерности проявления полиметаллического оруденения, считают, что незаслужено обходят вниманием свинцово-цинковое оруденение в мезозой-кайнозойских отложениях Южного Казахстана, в том числе приуроченных к карстовым пустотам. История развития Каратауского региона в мезозой-кайнозойское время сходна со Средней Азией и Торгаем, где известны месторождения свинца и цинка молодого возраста, в том числе и карстовые (Чункей, Шаймерден и др.). В Каратау выделено два типа свинцово-цинковых месторождений связанных с мезозой-кайнозойскими отложениями. Первый тип – отложения карста представлены продуктами перемытой коры выветривания, развитой по карбонатным породам фамен-нижнего карбона (Кайнар 1, 2, Осеннее и др.). Второй тип – оруденение связано с мезозойскими отложениями карста (Ачисай, Карасай,

Смена и др.). Авторы отмечают, что свинцово-цинковое оруденение связанное с карстами в Каратау может иметь промышленный интерес как дополнительная сырьевая база для действующих предприятий региона, в случае нахождения их в радиусе 20-30 км от действующих рудников и благоприятных горнотехнических условий их отработки. Карстовые месторождения могут быть обнаружены в районе развития карбонатных отложений фамена и нижнего турне, которые отличаются широким распространением рассеянного вкрапленного и прожилково-вкрапленного свинцово-цинкового оруденения и повышенной закарстованностью. Выделены перспективные районы для поисков карстовых месторождений. Это прежде всего район Ачисайского месторождения, где возможно выявление 3-5 месторождений карстового типа с суммарными прогнозными ресурсами категории P_3 в 300-500 тыс. т свинца и цинка, с суммарным содержанием в руде от 6-7 до 12-15%. Перспективами на обнаружение карстовых месторождений обладают районы: Байджансайский, Баялдыр-Джилаганатинский и междуречье Бешарык – Акуюк. В каждом из этих районов возможно обнаружение 1-2 мелких месторождений карстового типа с прогнозными ресурсами по 30-50 тыс. т металлов в каждом.

Большое внимание карсту уделял Киселев А. Л. (1987) при проведении работ по изучению зон гипергенеза над полиметаллическими месторождениями Центрального Каратау с целью определения глубины и характера зон выщелачивания. Им отмечено широкое развитие карста в районе месторождения Ансай и Талап, в виде карров, ниш, воронок, пещер и др. форм. Особое внимание уделено выявлению и изучению карстовых воронок как потенциальных рудовмещающих структур для баритового оруденения. Подавляющее большинство карстовых воронок тяготеет к контакту вмещающих пород с рудными горизонтами (баритовыми, полиметаллическими). Выделена группа карстовых воронок, перспективная на выявление промышленных скоплений барита.

Пучков Е. П. и Зорин Е. С. в работе, посвященной перспективам Казахстана на корово-карстовые месторождения [6] выделили карстовый, сорбционный и коровый типы карстового оруденения. Сорбционный тип развит в Каратау (Кайнак, Карасу, Сороба и др.). Авторы приводят региональные прогнозирующие характеристики для месторождений корово-карстового оруденения.

В последние года, при проведении ГДП-200, стали больше уделять внимания экзокарсту, как возможного перспективного источника богатых окисленных руд свинца и цинка [1,2].

Подводя итог изученности рудоносности экзокарста Каратау, следует отметить рудоносные карстовые полости практически всеми исследователями рассматривались как поисковый признак сульфидных руд в карбонатных породах. Изучение карстовых отложений на предмет их рудоносности и практического использования ранее не проводилось. Все рекомендации на проведение дальнейших геологоразведочных работ были направлены на выявление сульфидных руд. Практическая перспективность экзокарстовых отложений со свинцово-цинковым оруденением была впервые выдвинута Тимошенко В.А. и получила развитие в работах Пучкова Е. П., Зорина Е.С., Бувтышкина В.М. Байбатши А.Б и сотрудников ИГН им. К. И. Сатпаева.

Литературы:

1. Байбатша А.Б. Модели месторождений цветных металлов. Алматы. 2012.448 с.
2. Бувтышкин В.М., Зорин Е.С., Зорин А.Е., Ельников Д.Н. Каратауская полиметаллическая провинция. //Некоторые рудные провинции Казахстана. Алматы. 2013. с.41-47.
3. Бубличенко Н.Л. О некоторых перспективах полиметаллического оруденения Каратау (Северный Туркестан) //Проблемы советской геологии 1935. №9 с.833-843.
4. Егембаев К.М., Антоненко А.А. Свинцово-цинковое и полиметаллическое оруденение Казахстана – состояние и перспективы. //Геология Казахстана. 2002. №1. С.4-24.
5. Ивенсен Ю.П. Полиметаллы Средней Азии и Южного Казахстана, Москва – Ленинград, 1937, 279 с.

6. Пучков Е.В., Зорин Е.С. Перспективы Казахстана на окисленные свинцово-цинковые руды корово-карстового типа. //Сырьевая база свинца и цинка, меди, золота Казахстана. Алматы. 2002. С.72-74.

7. Рудник И.С. К геологии Ачисайского полиметаллического месторождения. //Разведка недр, 1937, №7, С.1-10.

8. Русаков М.П. Проблемы запасов и рудная база Чимкентского свинцово-плавильного завода. //Проблемы советской геологии. 1935. №1. С.86-99.

9. Юшко С.А. Минералогия свинцово-цинковых стратиформных месторождений Южного Казахстана. М. 1969. 152 с.

А.А. Антоненко, А. Ходжимуратова, А.Е. Дуйсенбек, Ж.А. Карбозова

Үлкен Қаратаудың экзокарсттық зерттелуі

Аңдатпа. Мысалы Үлкен Қаратауда экзокарсттың қысқаша зерттелуі келтірілген, карст процестерінің кеңінен дамыған аймақ ретінде және қорғасын-мырыш кенденуімен байланысты. Бұл өңір кенді минералданудың осындай түрін табуға үлкен болашаққа ие.

Кілт сөздер: карст, қоғасын, мырыш, кендену, минералдану.

A.A. Antonenko, A.T. Khodzhimuratova, A.E. Duisenbek, Zh.A. Karbozova

About data on the Big Karatau's exokarst

Abstract. The case of the Big Karatau, the region with widely developed karst phenomenon and the corresponding lead-and-zink mineralisation, allows briefly observing the existing state of knowledge on exokarst.

Keywords: karst, lead, zink, mineralization.

УДК 553:622.7 (075)

А.Б. Байбатша, К.Ш. Дюсембаева, А. Абенова

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Алматы

baibatsha48@mail.ru

НАКОПЛЕННЫЕ ХВОСТЫ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК КАК ТЕХНОГЕННОЕ РУДНОЕ СЫРЬЕ

Аннотация. *Многие эксплуатируемые месторождения полезных ископаемых находятся на завершающей стадии освоения. Исчерпывание запасов минерального сырья приводит к сокращению объемов добычи и получаемой продукции, а также к социальной напряженности моногородов, деятельность которых находится в прямой зависимости от горно-добывающей и перерабатывающей отрасли экономики. В связи с этим перед отечественной геологией стоит острая задача увеличения минерально-сырьевой базы действующих предприятий. Укрепление ресурсной базы может быть достигнуто путем разработки технологий рациональной разработки техногенного рудного сырья.*

Ключевые слова*: Хвосты обогащения руд, минералогия хвостов, сульфиды, медный концентрат, техногенное минеральное сырье*

Нами изучено хвостохранилище Балхашской обогатительной фабрики (БОФ), которое находится на северном берегу оз. Балхаш недалеко от г. Балхаш. Исходные сульфидные руды для переработки на БОФ поступают в основном из карьера Коныратского медно-молибденового месторождения. Для проведения геолого-опробовательских работ составлен план, предусматривающий охват хвостохранилища как по площади, так и на глубину. С этой целью пробурены поисково-картировочные скважины, из керна которых отобраны пробы для проведения лабораторных минералогических и аналитических исследований. В настоящее время хвосты являются уплотненным измельченным материалом и на

естественных обнажениях хвостохранилища выглядят как уплотненные тонкослоистые стратифицированные образования (рис. 1).

Хвосты обогатительных фабрик представляют большой интерес как техногенный источник минерального сырья [1-5]. Интерес к изучению хвостохранилища БОФ вызван тем, что в нем в течение 1937-2017 гг. накоплено более 630,0 млн т хвостов, содержащих Cu, Zn, Pb, Mo и др. металлы и их соединения.

Рисунок 1 - Стенки обнажённой части хвостохранилища БОФ

По согласованию с компетентными органами выбраны пять точек для расположения картировочных скважин, бурение которых обеспечило полноту опробования хвостохранилища по всей его площади и на всю глубину. В целом опробование произошло в полном объеме хвостохранилища, выход керна обеспечил полновесный и полноценный отбор проб для проведения представительных лабораторных исследований. Пробы отобраны из керна картировочных скважин, пробуренных на относительно сухих и уплотненных участках хвостохранилища, которые позволили разместить буровой станок. Скважины расположены на разных высотных отметках, каждая из них пробурена до основания хвостохранилища, т.е. охватывает всю его глубину (рис. 2 и 3).

Рисунок 2 - План расположения картировочных буровых скважин и опробования хвостохранилища Балхашской обогатительной фабрики

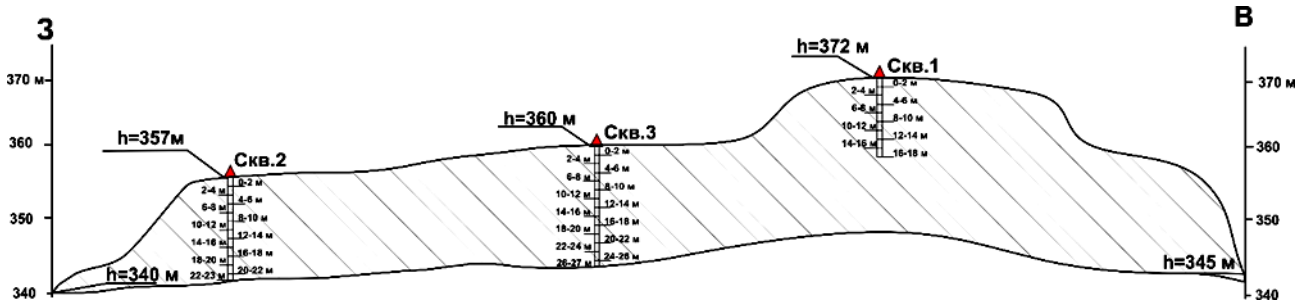


Рисунок 3 - Разрез хвостохранилища Балхашской обогатительной фабрики

После соответствующей пробоподготовки выполнен ситовый анализ проб для оценки гранулометрического состава и определения распределения фракций по глубине и по весу выхода каждого класса (табл. 1, рис. 4)

Таблица 1. Список проб и распределение их фракций по весу в хвостах БОФ

№ скв	Привязка	№ пробы	Содержание фракций, г					
			500	250	125	63	-63	∑
1	46°50'3.95"С 74°54'48.59"В	1	561.99	2803.79	3260.35	1331.75	408.1	8365.98
		2	1140.74	4214.50	1109.14	889.66	294.65	7648.69
		3	1461.63	3262.74	1829.19	549.69	165.23	7268.48
		4	1684.4	3203.33	1763.37	444.95	44.05	7140.1
		5	2132.17	3087.59	1916.18	526.75	106.35	7769.04
		6	541.75	2877.54	2702.55	826.58	226.99	7175.41
		7	331.2	2045.2	3531.0	1149.70	291.76	7348.86
		8	287.44	3433.82	3024.12	782.15	99.59	7627.12
		9	192.71	2190.32	2757.48	760.47	98.08	5999.06
2	46°49'7.96"С 74°51'42.26"В	10	225.58	670.67	1516.43	1312.73	494.59	4220.0
		11	430.85	1804.1	2097.89	812.35	295.11	5440.30
		12	215.07	1495.25	2087.32	767.27	261.25	4826.16
		13	114.99	1698.49	2655.17	1087.42	331.00	5887.07
		14	104.2	1070.17	2655.9	976.65	212.62	5019.54
		15	115.58	1730.26	2145.96	822.13	190.13	5004.06
		16	109.14	2032.98	2237.94	563.5	90.07	5033.63
		17	171.38	1731.27	1993.37	548.52	72.13	4516.67
		18	119.68	1528.28	2381.84	566.46	78.31	4674.57
		19	212.72	1065.1	1923.50	483.34	82.96	3767.62
		20	226.96	680.68	2325.67	764.62	128.36	4126.29
		21	214.36	384.11	934.82	325.48	46.01	1904.78
3	46°48'50.36"С 74°53'5.27"В	22	423.82	2015.87	2105.19	768.51	294.65	5608.04
		23	538.89	2275.48	2153.8	699.82	235.19	5903.18
		24	507.87	2116.09	2113.21	793.93	334.38	5865.48
		25	122.08	419.1	1384.89	1185.23	485.8	3597.1
		26	436.5	1151.21	1482.95	523.63	67.32	3661.61
		27	224.08	716.68	1411.17	424.7	39.11	2815.74
		28	178.32	522.97	1183.07	346.32	89.0	2319.68
		29	162.66	1387.74	2220.54	414.29	118.50	4303.73
		30	171.14	1122.27	2539.65	650.52	114.60	4598.18
		31	152.55	2440.75	2887.19	812.3	114.60	6407.39
		32	236.66	259.44	907.79	465.81	111.78	1981.48
		33	182.42	170.28	3317.95	188.76	29.11	3888.52

		34	192.07	186.07	1279.67	820.22	139.3	2617.33
		35	235.84	230.57	402.46	244.86	58.05	1171.78
Сумма, *г*			**14359.44**	**58024.71**	**72238.72**	**24631.07**	**6248.73**	**175502.7**
%			***8,18***	***33,06***	***41,16***	***14,04***	***3,56***	***100,00***

Как видно из данных табл. 1, самыми распространеннными фракциями являются 250 (они составляют 33,06 %) и 125 мкм (41,16 %), сумма которых в общей массе хвостов составляет 74,22 %. Если фракция размером более 0,5 мм составляет 8,18 %, а самая мелкая фракция размером менее 0,063 мм – всего 3,56 %.

Ситовый анализ гранулометрического состава проб хвостохранилища БОФ выполнен с использованием сертифицированной просеивающей машины AS 200 control (Германия). Стандартный набор диаметром 200 мм и высотой 50 мм состоит из 8-ми сит (45 мкм, 63 мкм, 125 мкм, 250 мкм, 500 мкм, 1 мм, 2 мм, 4 мм) и поддона. Оценка вещественного состава материала хвостов БОФ преследует цель установления их минерального и химического состава. С использованием этих результатов будут выполнены лабораторные исследования по выбору технологической схемы обогащения и переработки техногенного рудного сырья для извлечения металлов из них.

Диаметр бурения (диаметр керна) составляет 120 мм. Скважины расположены на разных высотных отметках, каждая из них пробурена до основания хвостохранилища, т.е. охватывает всю его глубину. Интервал керновых проб составляет 2 м.

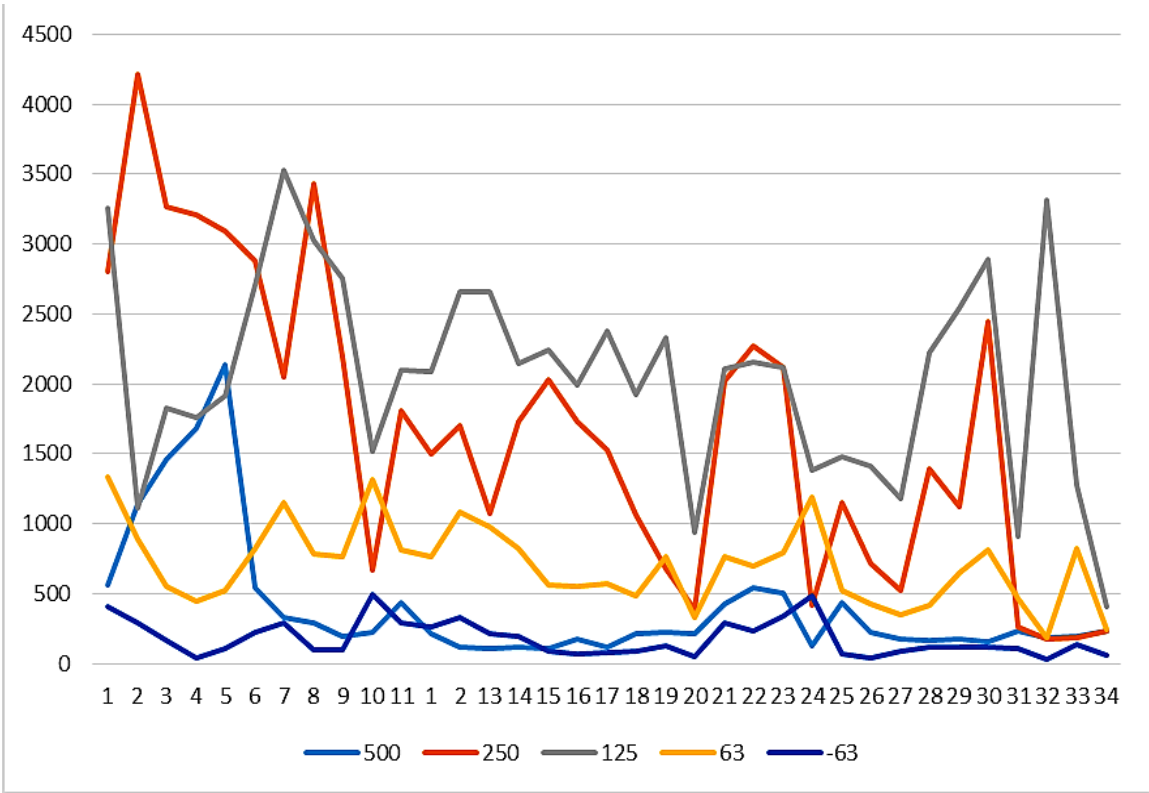


Рисунок 4 - Диаграммы распределения массы (г) фракций по пробам хвостов БОФ

Так, скв. 1 начинается с отм. 372 м и пробурена до глубины 18 м (отобраны 9 проб), скв. 3 заложена на отм. 360 м и пробурена до глубины 27 м (отобраны 14 проб), устье скв. 2 имеет отметку 357 м и она пробурена до глубины 23 м (отобраны 12 проб). Все пробы высушены на месте и упакованы в мешки для доставки в лабораторию университета.

Пробы тщательно размешаны и пропущены через просеивающую машину AS 200 Control с полным набором сит. Обломки размером более 1-2 мм оказались обычным

мусором. Навеска для спектрального и химического анализов отбиралась с каждой пробы, а также из трех проб отбирались навески из каждой их фракции. Такое опробование проводилось примерно в верхней, средней и нижней части хвостохранилища.

По результатам изучения химического состава хвостов БОФ установлено, что среднее содержание меди (основного компонента руд) составляет 0,1-0,3 %, увеличиваясь в отдельных пробах до 0,4-0,6 %. Отмечается повышенное содержание цинка и свинца, золота, серебра и редких металлов.

Минеральный состав хвостов БОФ изучен по цементированным шлифам (аншлифам), изготовленным в Инновационной геолого-минералогической лаборатории университета. Микроминералогическое описание цементированных шлифов проб из хвостохранилища показывает, что рудные минералы представлены сульфидами и состоит в основном из халькопирита (рис. 5, 6), ковеллин – редкий, пирит – редкая вкрапленность в основном в свободном виде, иногда в зернах кварца, рутил, сфалерит – 1 зерно в свободном виде (размер 0,05х0,15 мм).

Халькопирит – 1) по краю зерен кварца – 18 (0,02-0,07 мм; 2) в свободном виде – одно прожилковидной формы (0,05х0,3 мм) и другое – 0,02х0,05 мм; одно выделение халькопирита (0,2х0,25 мм) с мелкими включениями зерен пирита; 3) в обломке породы вместе с вкрапленностью магнетита 7 (0,01-0,06 мм) и в другом обломке 5 (0,01-0,04 мм) и другое в обломке породы в тесном прорастании со слюдой (0,01-0,02х0,07 мм); 4) в сростках с кварцем 1 зерно (0,05х0,15 мм) и 1 размером 0,2 мм; 5) в зернах кварца – 1выделение халькопирита прожилковидной формы в срастании с магнетитом, пиритом и сфалеритом (0,05х0,25 мм) и в этом же зерне кварца мелкая вкрапленность халькопирита (15-20 вкраплений размером 0,01-0,05 мм), еще 5 зерен халькопирита (0,01-0,02х0,07 мм);

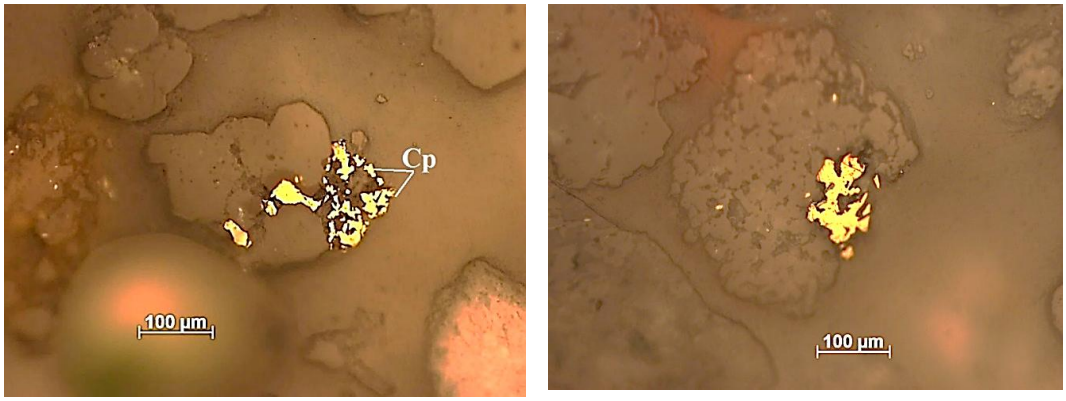


Рисунок 5 - Халькопирит (Ср) внутри и по краю обломков вмещающих пород. Аншлиф 2/5-500

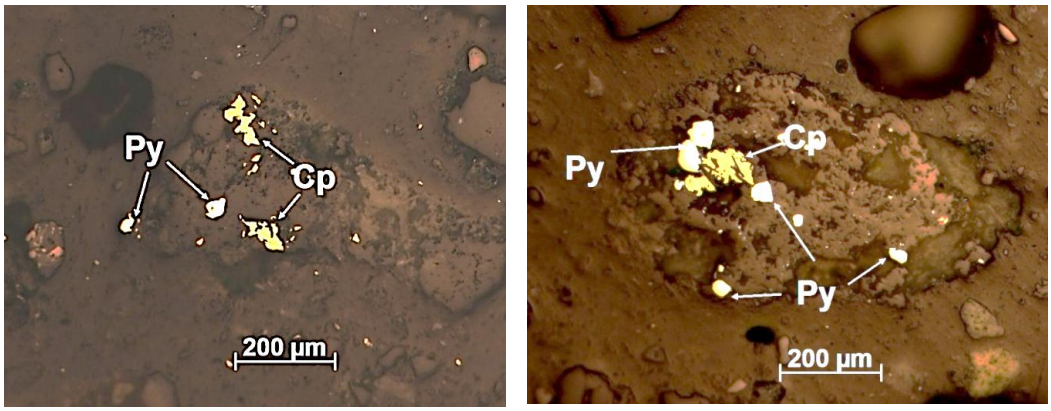


Рисунок 6 - Халькопирит (Ср) и пирит (Ру) внутри зерна поргод. Аншлиф 3/5-500

Ковеллин (рис. 7) встречается обычно в свободном виде и в срастании с кварцем: 1) в свободном виде – 5 (0,01-0,03 мм); 2) в кварце – 20 (0,01-0,02 мм); 3) по краю зерна кварца – 1 (0,03 мм).

Борнит встречен реже: 1) по краю зерна кварца – 3 (0,01 мм); 2) в срастании с кварцем – 2 (0,01-0,02 мм). Встречены также вкрапления *куприта*, окаймленные *халькозином* (рис. 8).

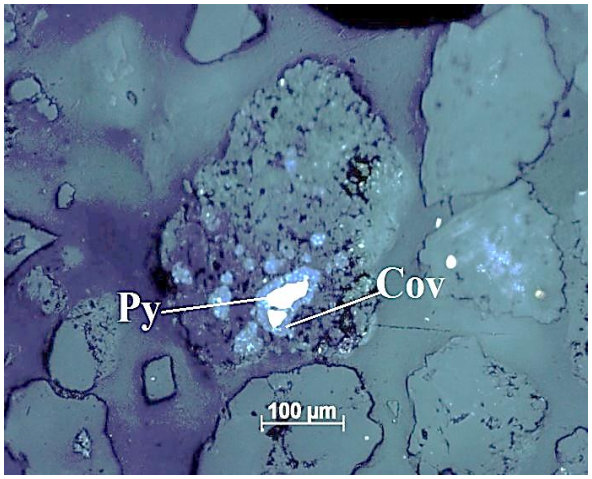


Рисунок 7 - Ковеллин (Cov) и пирит (Py) в зерне пород. Аншлиф 2/5-125

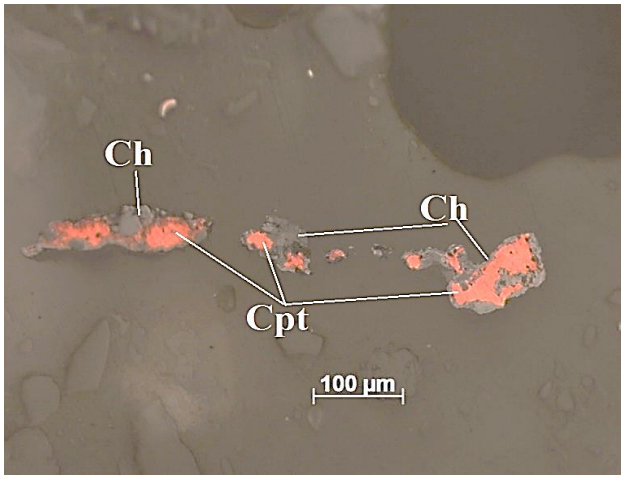


Рисунок 8 - Куприт (Cpt) с каемкой халькозина (Ch). Аншлиф 3/13-250

Заключение

Оценен вещественный состав техногенного минерального сырья в хвостах обогатительной фабрики. По данным микроминералогических исследований хвостов установлено, что халькопирит является основным медным минералом в цементированных шлифах; ковеллин и борнит – редкие и халькозин – крайне редкий. Размер зерен халькопирита в основном 0,01-0,05 мм, достигает 0,07 мм и редко до 0,1 и крайне редко до 0,3 мм. Халькопирит часто присутствует в свободном виде, по краям зерен кварца, в срастании с кварцем и может быть легко извлечен. В подчиненном количестве он встречается в зернах кварца. Отмечается также халькопирит, находящийся в тесном прорастании со слюдой и в обломках породы. Ковеллин редкий, встречается в зернах кварца и в свободном виде. Борнит крайне редкий в срастании с обломками породы. Куприт крайне редкий в свободном виде, вокруг кайма халькозина. Молибденит не обнаружен, по-видимому из-за его мягкости и слоистой структуры он был вымыт в случае свободного нахождения. Результаты исследований хвостов БОФ показывают, что накопленный материал хвостохранилища можно оценивать как техногенное рудное сырье, которое существенно пополняет сырьевые ресурсы.

С использованием полученных результатов научно-исследовательских работ рекомендуется проводить лабораторные исследования по выбору методов обогащения и переработки техногенного рудного сырья для извлечения металлов из них. Сложность выбора технологических схем переработки хвостов БОФ заключается в том, что рудные минералы образуют мелкие вкрапления, зачастую рассеянные внутри обломков вмещающих пород кремнистого состава. В связи с этим упорные рудные минералы не доступны для химических реагентов для выщелачивания, поэтому без учета этой особенности техногенного рудного сырья способ простого выщелачивания не дает желаемого результата. Для переработки хвостов рекомендуется использовать метод флотации с предварительным доизмельчением для вскрытия рудных минералов и химико-бактериальное выщелачивание с учетом достижений мирового и отечественного опыта [1, 3, 5].

Работа выполнена в рамках государственного заказа по программно-целевому финансированию темы № 2018/BR05233713 «Комплексное геологическое изучение недр для развития ресурсной базы и разработки новых источников рудного сырья Казахстана».

Литературы:

1. Байбатша А.Б. Абдыкирова Г.Ж., Дюсембаева К.Ш. 2018. О возможности получения медного промпродукта из хвостов обогащения руд.// Сб. Материалов XII конгресса обогатителей стран СНГ, 25-27 февраля 2019. Москва, с. 357-360.

2. Байбатша А.Б. Минералогия хвостов Жезказганской обогатительной фабрики. ISBN 978-601-7962-01-2. Алматы, Асыл кітап, 2018. – 160 с.

3. Манцевич М.И., Малинский Р.А., Лапшина Г.А., Херсонский М.И., Бочаров В.А., Игнаткина В.А. Комбинированные технологии переработки руд цветных металлов// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). М., 2009, №12, том 15. – С. 529-538.

4. Baibatsha A., Dussembayeva K., Bekbotayeva A., Abdullayeva T. Tails of enrichment factories as the technogenic mineral resources. SGEM-2018, Albena, Bulgaria, 2018. – pp. 519-526.

5. SchippersA.Chapter 1. Microorganisms involved in bioleaching and nucleic acid-based molecular methods for their identification and quantification. // Microbial Processing of Metal Sulfides. Springer Netherlands. –2007. – P. 3-33.

Ә.Б. Байбатша, К.Ш. Дюсембаева, А. Абенова

Байыту фабрикаларының қалдықтыры техногендік руда шикізаты ретінде

Аңдатпа. Пайдаланыстағы кенорындардың көпшілігі пайдалаы қазбаларды өндірудің аяққы сатысына жетуде. Минерал шикізат қорының сарқылуы өдіріс және алынатын өнім көлемінің азаюына, сондай-ақ әрекеті экономиканың кен өндіру мен өңдеу саласымен тікелей байланысты моноқалалардың әлеуметтік шиеленісіне әкеледі. Осыған байланысты отандық геология алдында өндірістегі кәсіпорындардың минерал шикізат базасын арттыру өткір мәселеге айналуда. Ресурстар базасын нығайтуға техногендік руда шикізатты өңдеудің ұтымды тенологиясын әзірлеу жолымен қол жеткізуге болады.

Кілт сөздер: Кен байыту қалдықтары, қалдықтар минералогиясы, сульфидтер, мыс концентраты, техногендік минерал шикізат

A.B. Baibatsha, K.Sh. Dusembaeyva, A. Abenova

Accumulated tailings of processing plants as technogenic ore raw materials

Abstract. Many exploited mineral deposits are in the final stages of development. The exhaustion of mineral raw materials reserves leads to a reduction in the volumes of production and the resulting products, as well as to social tensions of single-industry towns, whose activities are directly dependent on the mining and processing industries. In this regard, domestic geology faces the acute task of increasing the mineral resource base of existing enterprises. Strengthening the resource base can be achieved through the development of technologies for the rational development of man-made ore raw materials.

Keywords: Ore dressing tailings, tailings mineralogy, sulfides, copper concentrate, technogenic mineral raw materials.

УДК 553.041

А.Б. Байбатша, Е.Ж. Маманов, К.О. Ибраев

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Алматы

baibatsha48@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСМОСНИМКОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Аннотация. *По данным дистанционного зондирования Земли из космоса, полученным Landsat и Aster, построена космоструктурная схема определенного масштаба. Выявлены*

главные рудоконтролирующие факторы, на основе которых выделены перспективные участки на обнаружение эндогенного оруденения. Предложенный инновационный подход обеспечивает надежный прогноз перспективных на полезные ископаемые участков и эффективное проведение поисковых работ. Перспективность использования данных космоснимков в геологии показана на различных геолого-структурных площадях Казахстана.

***Ключевые слова**: космоснимки, рудоконтролирующие факторы, космогеологическая схема, перспективные участки.*

Введение. Исходными данными дистанционного зондирования для выполнения работ послужили архивные данные космических съемок Landsat ETM+ и Aster, а так же цифровые модели рельефа – данные SRTM (Shuttle radar topographic mission, 2000) и AsterGDEM (Aster Global Digital Elevation Model, 2011).

Архивные материалы Landsat ETM+ получены из библиотеки космических снимков университета штата Мериленд (США) (http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp). Данные этой космической системы характеризуются следующими спектральными диапазонами: мультиспектральные каналы: 1 – 450– 515 нм, 2 – 525–605 нм, 3 – 630–690 нм, 4 – 750–900 нм, 5 – 1550–1750 нм, 6 – 10400–12500 нм, 7 – 2090–2350 нм; PAN канал – 520–900 нм. Пространственное разрешение снимков составляет: для 1, 2, 3, 4, 5 и 7 каналов – 30 м, для 6 канала – 60 м, для PAN канала –14,25 м. В работе использованы две сцены Landsat – p147r028_7dk19990826 и p148r028_7dk19990817. Съемки были выполнены в августе 1999 года. Из этой же библиотеки получены данные цифровой модели рельефа – SRTM. Эти радарные данные распространяются с пространственным разрешением 90 м.

Архивные материалы Aster получены из библиотеки космических снимков американского геологического общества (USGS) (https://earthexplorer.usgs.gov). Спектральное и пространственное разрешение данных Aster приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика космических снимков Aster

Режим съемки	**VNIR**	**SWIR**	**TIR**
Номер канала и спектральный диапазон, нм	1: 520-600 2: 630-690 3: 760-860	4: 1600-1700 5: 2145-2185 6: 2185-2225 7: 2235-2285 8: 2295-2365 9: 2360-2430	10: 8125-8475 11: 8475-8825 12: 8925-9275 13: 10250-10950 14: 10950-11650
Пространственное разрешение, м	15	30	90

Из этой же библиотеки получена цифровая модель рельефа по данным AsterGDEM. Эти данные имеют пространственное разрешение 25 м.

Общая схема выполнения работ по договору включала следующие основные этапы:

1) подбор данных дистанционных съемок;

2) подготовка и обработка космоматериалов;

3) подготовка дистанционных основ по материалам Landsat и Aster;

4) дешифрирование и составление космоструктурных схем на участки работ.

Все работы по подготовке, обработке космоматериалов, подготовке дистанционных основ и космоструктурных схем выполнялись с использованием лицензионного программного обеспечения Erdas Imagine 10.0 и ArcGIS 9.3.

В результате выполнения работ получены дистанционные основы по материалам Landsat и Aster, космоструктурная схема на участки Восточный Балхаш и Ушарал, выявлены

главные рудоконтролирующие факторы, на основе которых выделены перспективные участки на обнаружение эндогенного оруденения (рис. 1).

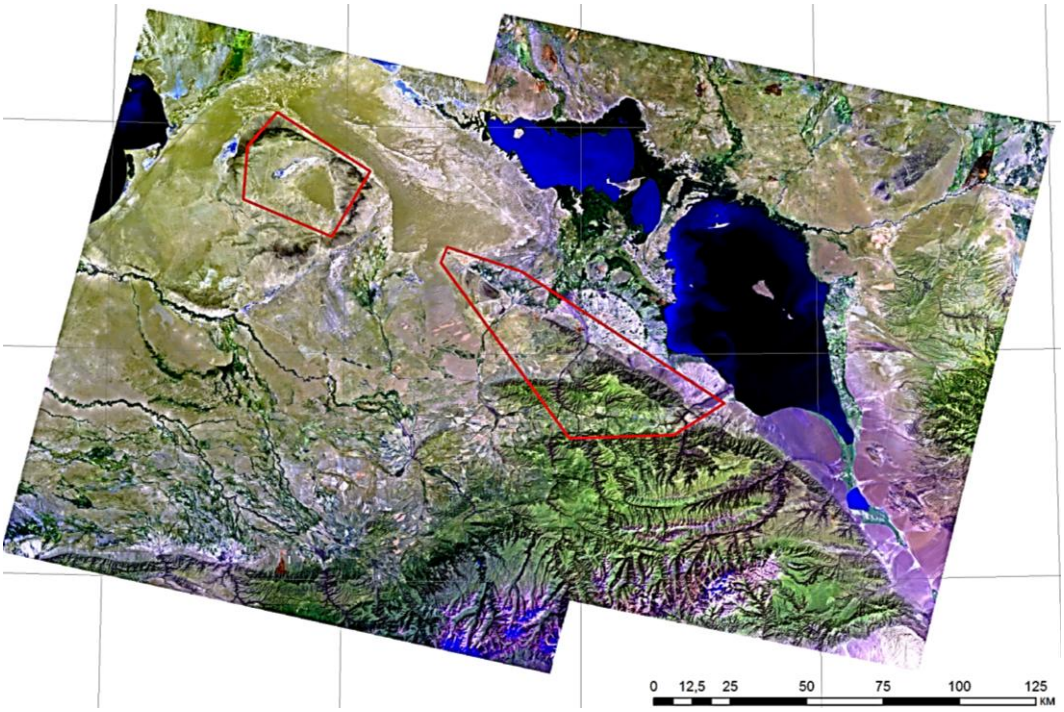


Рисунок 1 - Мозаика снимков Landsat ETM+ на площадь работ. Комбинация каналов 7, 5, 2. Красным контуром показаны участки работ.

Методика исследований

Подбор космоматериалов. Для обеспечения работ, предусмотренных техническим заданием, были выбраны космоматериалы среднего пространственного разрешения – Landsat ETM+ и Aster, а также цифровые модели рельефа по данным SRTM и AsterGDEM.

Выбранные цифровые космические снимки обеспечивают заданный масштаб исследований и обладают максимальной спектральной полнотой, т. е. покрывают площадь исследований во всех возможных спектральных диапазонах. Космоматериалы подбирались с учетом особенностей климата – в период угнетенной растительности, отсутствия снежного покрова, минимальной влажности. Эти условия отвечают требованиям к таковым материалам дистанционных съемок. Таким образом, пространственное разрешение выбранных космоматериалов, их спектральные характеристики и точность пространственного позиционирования полностью соответствуют масштабу работ [1-7].

Подготовка и обработка космоматериалов. Для выполнения работ использовалась следующая технологическая схема подготовки и обработки космоматериалов. Она включает следующие блоки:

– разархивирование космоматериалов и приведение в единую картографическую проекцию (материалы Landsat распространяются в проекции UTM, а материалы Aster – в географической системе координат);

– первичная обработка исходных растровых материалов с использованием поканальных классификаций, процедур улучшения, различных методов фильтраций и передискретизации изображений;

– первичное дешифрирование моноканальных растровых изображений;

– создание синтезированных изображений спектрозональных снимков Landsat и Aster;

– создание мозаик из спектрозональных снимков Landsat и Aster и их последующая обработка статистическими фильтрами;

– создание представительных композитов на основе полученных материалов и подготовка дистанционных основ обзорного и основного масштабных уровней;

– расчет спектральных индексов по материалам Landsat и Aster;

– корреляционный анализ спектрозональных материалов методом главных компонент;

– создание, обработка и направленное дифференцирование цифровых моделей рельефа по данным SRTM и AsterGDEM;

– построение трехмерных изображений, подготовка анаглифических изображений с последующим совместным анализом цифровых моделей рельефов и полученных растровых изображений, дешифрирование с использованием 3D визуализации;

– геологическое дешифрирование всех полученных материалов, интерпретация материалов дешифрирования с выделением элементов геологического строения;

– построение космоструктурных схем.

Признаки выявления и интерпретация линейных структур. Традиционно на космоструктурных схемах объектами линейной морфологии показываются разрывные нарушения, зоны повышенной трещиноватости, различные кливажи, геологические границы, элементы напластования, тела даек и другие элементы имеющие геологическую природу.

На исследуемых площадях для выявления линейных структур использовался весь комплекс исходных и деривативных космоматериалов. В условиях слаборасчлененного рельефа для подчеркивания линейных структур особенно эффективными оказались методы разноориентированных градиентов и различные способы фильтрации. В отдельных случаях (в южной части участка Ушарал) линейные структуры отчетливо выделялись в материалах направленной дифференциации цифровых моделей рельефов.

В качестве признаков выделения линейных структур использовались следующие [3-6]:

– градиентные участки отфильтрованного изображения;

– прямолинейные фрагменты границ между блоками с различной текстурой изображения;

– линейные границы подчеркнутые угнетенной растительностью;

– прямолинейные участки элементов речных долин высокого порядка;

– ландшафтные неоднородности линейной морфологии;

– градиентные участки первой производной ЦМР.

В ходе дешифрирования и подготовки космоструктурных схем было выделено около 3 тысяч линеаментов имеющих геологическую природу. Их интерпретация проводилась на основе личного опыта исполнителей работ использованием открытой геологической информации. По мнению авторов линейные структуры представляют собой:

– разрывные нарушения;

– геологические границы;

– элементы напластования осадочных горных пород;

– дайки переменного состава.

Признаки выявления кольцевых и дуговых структур и их интерпретация. Кольцевые и дуговые структуры традиционно выделяются при дешифрировании материалов аэрофото- и космических съемок. В литературе отмечается пространственная связь кольцевых структур и месторождений полезных ископаемых [4-10]. При этом обсуждаются различные механизмы формирования кольцевых структур (эндогенные, экзогенные, космогенные).

При выделении кольцевых и дуговых структур на площади работ были использованы следующие признаки:

– дуговые и кольцевые границы между блоками с различной текстурой космоматериалов,

– границы ландшафтных неоднородностей, дуговой и кольцевой морфологии.

Для выявления кольцевых и дуговых структур использовался весь комплекс первичных и вторичных космоматериалов. В районах участков Восточный Балхаш и Ушарал закартированы более 30 кольцевых и дуговых структур радиусом от первых сотен метров до 48 км. По радиусу кольцевые структуры условно разделены на структуры второго порядка и

малые. К кольцевым структурам второго порядка отнесены структуры с радиусами от 4 до 48 км, а к малым – с радиусами менее 4 км.

Предполагается, что все структуры связаны с эндогенными процессами и магматизмом. В частности, для Енисейского кряжа нами было показано [4-6], что кольцевые структур первого порядка отражают глубинные очаги гранитизации при формировании континентальной земной коры. Кольцевые структуры второго порядка связаны с промежуточными интрузивными телами, как слепыми, так и вскрытыми эрозией. Структуры более высокого порядка могут фиксировать следы взаимодействия гидротермально-флюидных систем с вмещающими породами.

По возможным механизмам формирования, все закартированные структуры разделены на магматогенные, гидротермально-метасоматические и неясного генезиса.

Дешифрирование площадных тел. Анализ всего комплекса первичных и вторичных космоматериалов позволил выделить стратифицированные комплексы и тела интрузивных пород различного состава и форм залегания.

Стратифицированные комплексы на изученных площадях отчетливо разделяются на рыхлые и литифицированные. К рыхлым отнесены неоген-четвертичные пролювиальные, аллювиально-пролювиальные, аллювиальные, эоловые и нерасчлененные отложения. Литифицированные стратифицированные комплексы занимают значительную часть площадей участков. Они смяты в складки с преимущественным северо-западным простиранием осей.

При выделении тел интрузивных пород использовались спектральные библиотеки Johns Hopkins University Rock Library (http://speclib.jpl.nasa.gov/search-1) и Лаборатории спектроскопии USGS (http://speclab.cr.usgs.gov/spectral-lib.html), текстурные особенности космоснимков и опыт авторов отчета. Подавляющее большинство тел интрузивных пород выделены по материалам обработки космических снимков Aster.

По составу интрузивные породы разделены на ультраосновные, основные и средние.

Так же к площадным телам отнесены участки со следами гидротермальных изменений, которые, возможно, контролируют положение рудной минерализации.

Результаты

В результате выполнения работ составлены космоструктурные схемы участкаов Восточный Балхаш (Арганаты) и Ушарал. На схемах показан весь комплекс выделенных элементов. На площади участка Ушарал выделены линейные, кольцевые и площадные космогеологические тела и структуры.

Выделено более 2000 линейных структур. Среди них геологическую интерпретацию получили около 1400. Среди линейных структур предлагается различать разрывные нарушения, геологические границы, элементы слоистости литифицированных стратифицированных комплексов и дайки.

Разрывные нарушения на участке Ушарал имеют преимущественно северо-западное, субширотное и северо-восточное простирание. Они разделены на главные, второго порядка и прочие.

Главным разрывным нарушением является правосдвиговое смещение северо-западного простирания. Оценить амплитуду смещения не представляется возможным – вероятно она составляет десятки километров, а амплитуда сброса северо-восточного крыла (оценено по абсолютным гипсометрическим отметкам) составляет не менее 2000 м.

К разрывным нарушениям второго порядка отнесены сопряженные с главной структурой субширотные разрывы. Амплитуды правосдвиговых смещений по таким структурам достигают 500 м.

Прочие разрывные нарушения являются оперяющими по отношению к главным и второго порядка.

Комплекс разрывов второго порядка и прочих в южной части участка сформировании грабеноформную структуру. Судя по гипсометрическим отметкам рельефа на бортах и центральной части грабена амплитуда «проседания» центральной части составляет не менее

1 км. Чешуйчатые наклонные разрывы северного борта грабена более пологие в сравнении с южным. При этом углы падения сместителей закономерно уменьшаются по мере удаления от центральной части грабена. Судя по положению речной сети, эта тектоническая структура продолжает свое развитие и в настоящее время.

Элементы слоистости стратифицированных толщ проявлены по всей площади участка. При этом они в значительной мере перекрыты неоген-четвертичными отложениями. Следует отметить, что частные элементы слоистости подчеркнуты послойным кливажем. Положение отдельных элементов позволяет констатировать, что стратифицированные комплексы, слагающие площадь участка Ушарал, залегают в виде складчатых комплексов. При этом крылья пликативных структур часто параллельны разнопорядковым разрывным нарушениям. Это обстоятельство позволяет заключить, что складчатость формировалась как приразломная.

Единичные тела даек зафиксированы в юго-восточной и северо-западной частях площади. Они образуют непротяженные тела (до 220 м). Небольшая мощность даек не позволяет однозначно определить их состав. Тем не менее, предполагается, что дайки кислые.

На участке Ушарал и в непосредственной близости закартированы 15 кольцевых структур радиусом от 2 до 22 км. По нашему мнению все кольцевые структуры имеют магматогенной происхождение.

В качестве площадных тел на участке выделены нелитифицированные неоген-четвертичные отложения, литифицированные комплексы, тела изверженных горных пород, участки со следами термического воздействия и гидротермально-метасоматических изменений вмещающих пород.

Нелитифицированные неоген-четвертичные отложения участка можно условно разделить на аллювиальные и аллювиально-пролювиальные. Аллювиальные отложения накапливаются в долинах постоянных и временных водотоках, а аллювиально-пролювиальные конуса выноса раскрываются в северо-восточном направлении. Площадь самого большого конуса выноса достигает 360 км^2.

Литифицированные комплексы предположительно среднепалеозойского возраста обнажаются на водоразделах и склонах вдоль осевой линии участка.

Интрузивные горные породы по составу условно разделены на ультраосновные и основные. Критерием такого разделения послужили спектральные характеристики этих тел в материалах спектрозональной космической съемки Aster. Тела ультраосновного состава тяготеют к разрывным нарушениям и образуют линзы размерами в первые сотни метров по длинной оси и менее. Вероятно, тела ультраосновного состава залегают в виде инъекции. Тела основного состава по формам залегания, возможно, представляют собой дайки и покровы.

Тела метасоматитов локализованы преимущественно в центральной части участка. Общее направление простирания тел метасоматитов согласное с простиранием главного правосдвигового нарушения – северо-западное. При этом зоны метасоматической проработки, как правило, удалены от главного сдвига на расстояние не более 3 км. Эти факты позволяют говорить о парагенетической связи закартированных метасоматитов со сдвиговым нарушением. Спектральный анализ материалов Aster участков свидетельствует о присутствии новообразованных гидрослюдистых минералов, хлорита, карбоната и эпидота. Участки термического воздействия на вмещающие породы почти повсеместно пространственно совпадают с ареалами развития изверженных пород.

Перспективы участка Ушарал связаны с проявлением эндогенного оруденения, которое может быть связано с проявлением интрузивного магматизма. Здесь можно ожидать широкий спектр полезных ископаемых – золота, меди, никеля, свинца, цинка, олова, вольфрама, хризотил-асбеста.

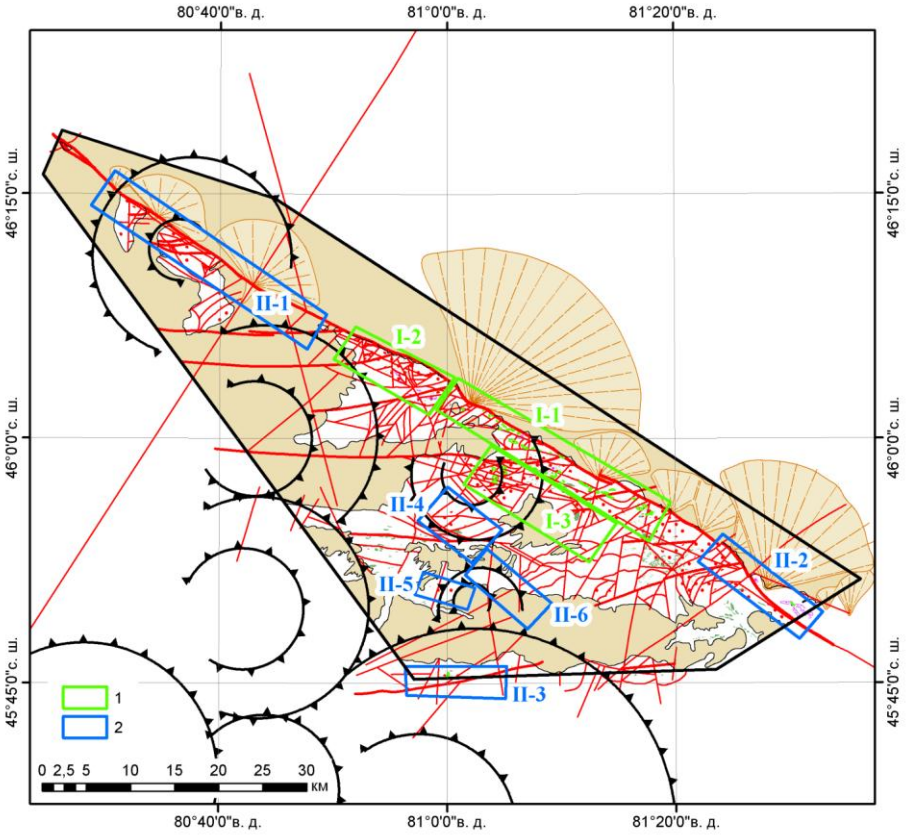


Рисунок 2 - Перспективные участки на обнаружение эндогенного оруденения. 1 – участки первой очереди; 2 – участки второй очереди

В качестве дистанционных факторов оруденения в пределах площади предлагается рассматривать: кольцевые структуры и участки сопряжения их дуговых сегментов с разнонаправленными разрывными нарушениями; разнонаправленные разрывные нарушения (сигмоидальные изгибы главного сдвига, участки сопряжения разнонаправленных разрывных нарушений, частные разрывы); тела интрузивных пород; участки со следами термического воздействия на вмещающие породы; участки с признаками гидротермально-метасоматических изменений.

Опираясь на факторы оруденения, в пределах участка Ушарал, а также в его непосредственной близости, выделены 9 перспективных участков на обнаружение эндогенного оруденения (рис. 2). По степени «перспективности» участки разделены на очереди.

Заключение

В результате выполнения предусмотренных работ подготовлены дистанционные основы и составлены космоструктурные схемы масштаба 1:100000 участков Восточный Балхаш и Ушарал общей площадью 3400 км^2. Определены главные космогеологические факторы оруденения. Выделены перспективные участки для постановки поисковых работ первой и второй очередей. Даны рекомендации по комплексу поисковых работ. Перспективы выделенных участков связаны с возможностью обнаружения эндогенного оруденения (золото, медь, молибден, свинец, цинк, олово, вольфрам), хризотил-асбеста и подземных вод.

Работа выполнена в рамках государственного заказа по программно-целевому финансированию темы № 2018/BR05233713 «Комплексное геологическое изучение недр для развития ресурсной базы и разработки новых источников рудного сырья Казахстана».

Литературы:

1. Аэрокосмические методы геологических исследований / Под. Ред. А.В. Перцова. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000. -316 с.

2. Байбатша А.Б. Инновационные технологии прогноза полезных ископаемых. Алматы, 2018. – 524 с.

3. Байбатша А.Б., Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С. Методика геологического дешифрирования космических снимков для выявления скрытых рудоконтролирующих структур // Изв. НАН РК, сер. Геологии и технических наук. – Алматы, 2013, № 6. - С. 66-73.

4. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Анникова И.Ю. и др. Космоструктурная модель района Калгутинского редкометалльного месторождения (Горный Алтай) // Известия ТПУ, 2007, т. 311, № 1, с. 45-53.

5. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – Томск: STT, 2012. – 304 с.

6. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н., Кузнецов А.С. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: STT, 2007. – 228 с.

7. Требования к дистанционной основе государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 200 000 (третьего поколения) // Аэрокосмические методы геологических исследований / Под. Ред. А.В. Перцова. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000, с. 304-313.

8. Azizi H., Tarverdi M.A., Akbarpour A. Extraction of hydrothermal alterations from ASTER SWIR data from east Zanjan, northern Iran // Advances in Space Research. – 2010. – № 46. – P. 99–109.

9. Gabr S., Ghulam A., Kusky T. Detecting areas of high-potential gold mineralization using ASTER data // Ore Geology Reviews. – 2010. – № 38. – P. 59–69.

10. Rajendran S., Nasir S., Kusky T.M., Ghulam A., Gabr S., El-Ghali M.A.K. Detection of hydrothermal mineralized zones associated with listwaenites in Central Oman using ASTER data // Ore Geology Reviews. 2013. № 53. – P. 470–488.

Ә.Б. Байбатша, Е.Ж. Маманов, К.Ө. Ибраев

Ғарыш түсірімдерін пайдалы қазбаларды болжауға пайдалану перспективалары

Аңдатпа. Жерді Landsat и Aster арқылы ғарыш қашықтығынан зондылаудан алынған деректер бойынша белгілі бір масштабты космоқұрылымдық схема тұрғызылғын. Басты рудабақылаушы факторлар анықталып, солардың негізінде эндогендік рудалануды анықтауға болатын перспективалы бөлікшелер бөлінген. Ұсынылған инновациялық тәсіл пайдалы қазбаларға перспективалы бөлікшелерді сенімді болжауды және іздеу жұмыстарын тиімді жүргізуді қамтамасыз етеді. Геологияда ғарыш түсірімдері деректерін пайдаланудың перспективалылығы Қазақстанның әртүрлі геологиялық-құрылымдық алаңдарында көрсетілген.

Кілт сөздер: Ғарыш түсірімдері, рудабақылаушы факторлар, космогеологиялық схема, перспективалы бөлікшелер.

A.B. Baibatsha, E.Zh. Mamanov, K.O. Ibrayev

Prospects of the Satellite images use for the forecast of mineral resources

Abstract. According to the Earth remote sensing data from space, obtained by Landsat and Aster, a cosmostructural scheme of a certain scale was constructed. The main ore-controlling factors were identified, on the basis of which promising areas for the detection of endogenous mineralization were identified. The proposed innovative approach provides a reliable forecast of promising mineral resources blocks and effective exploration. The prospect of using space imagery data in geology is shown in various geological and structural areas of Kazakhstan.

Keywords: Satellite images, ore-controlling factors, cosmological and geological scheme, promising areas.

УДК 551.433, 553.041

Р.Т. Баратов
Научные руководители:
Э.Ю. Сейтмуратова – доктор геол-мин. наук, заведующая лабораторией геологических и рудных формаций ИГН им. К.И. Сатпаева;
R. Seltman – Ph.D, Research Leader and Head of CERCAMS
Сатпаев университет, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
refa_88@mail.ru

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ КОЛЬЦЕВЫХ СТРУКТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. *В статье изложены предварительные результаты полевых и камеральных исследований эндогенных кольцевых структур (КС), изученных в рамках грантового проекта «Изучение рудоносности кольцевых структур Центрально и Южного Казахстана и выявление среди них наиболее перспективных для постановки поисковых работ» и исследований автора по теме докторской диссертации. Обоснована актуальность проводимых исследований и дана краткая геологическая и минерагеническая характеристика некоторых КС исследуемого региона.*

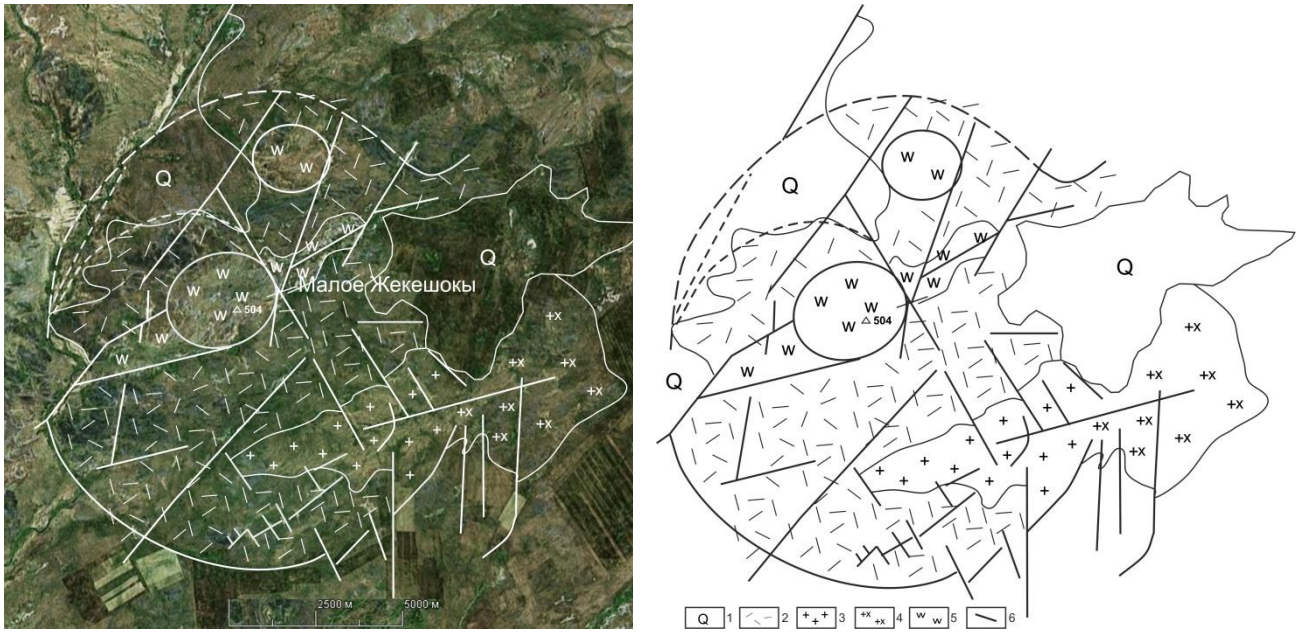
Ключевые слова: *кольцевые структуры, ДЗЗ, дешифрирование, рудоносность.*

Повышенный интерес к кольцевым структурам наблюдался в 60-80-е годы прошлого века, когда в арсенал геологов вошли космические снимки. В этот период были изучены основные типы структур, разработаны классификации, методики выделения и картирования [1, 3, 4, 7], выполнено систематическое картирование кольцевых структур на территории СССР [5]. Судя по публикациям зарубежных специалистов интерес к кольцевым структурам у них был небольшой. В основном большое внимание уделялось изучению ударных кольцевых структур Канады, Австралии и т.д., эндогенные КС редко описаны на территории Африки, Азии и Южной Америки [8]. По мнению некоторых редких авторов в настоящее время «кольцевая проблематика» стала еще более актуальной [2]. Это связано с резко возросшим количеством, качеством и разнообразием геологических, дистанционных и геофизических данных, развитием геоинформационных систем и програмных комплексов обработки ДЗЗ.

Несмотря на, казалось бы, очевидность установленной рудоконтролирующей роли кольцевых структур, данный поисковый критерий в практической геологии используется все ещё в недостаточной степени. Приведенные данные однозначно свидетельствуют о необходимости целенаправленного изучения КС в Казахстане, где работы подобного рода почти не проводились, за исключением немногих пионерских. В связи с вышеизложенным сотрудники лаборатории Геологических и рудных формаций в 2018 г. приступили к выполнению грантового проекта «Изучение рудоносности кольцевых структур Центрально и Южного Казахстана и выявление среди них наиболее перспективных для постановки поисковых работ». Для выполнения задач проекта были запланированы и проведены полевые работы для доизучения ряда перспективных рудоносных кольцевых структур. В результате полевых работ были исследованы 9 кольцевых структур.

Кольцевая структура Жекешокы (лист M-42-XXIX) расположена в Жанааркинском районе Карагандинской области в 84 км к северо-западу от пос. Атасу. В региональном плане КС Жекешокы приурочена к Восточно-Сарысу-Тенизской структурно-формационной зоне (СФЗ) и сложена девонскими вулканогенно-осадочными породами. Структура имеет в плане диаметр 12 км и включает в себя структуру меньшего размера Малое Жекешокы с диметром 4,5 км, обе структуры хорошо выражены на космических снимках (рис 2). В

полевой сезон была изучена КС Малое Жекешокы, которая в Восточной части представлена массивом вторичных кварцитов. В бортах массива отмечаются окварцованные риолит-порфиры, центральная часть массива представлена интенсивно окварцованными вулканическими брекчиями, возможно, кислого состава. Местами кварциты отмечались с реликтовой порфировой структурой. Также в структуре Малое Жекешокы прослежена кварцевая жила со светло-серым, местами интенсивно ожелезненным жирноватым на ощупь кварцем. Кварцевая жила мощностью 2-3 метра сечет структуру с ЮЗ на СВ по простиранию жилы отмечаются старые канавы. Также к структуре Малое Жекешокы приурочены точки минерализации Pb и Sn, на которых отмечаются старые горные выработки. В камеральный период по данным полевых наблюдений была доработана «Схема дешифрирования КС Жекешокы». Из за небольшого финансирования аналитическими исследованиями покрыта лишь 5% литохимических проб. По структуре Жекешокы было проанализировано полуколличественным спектральным анализом лишь 5 проб из 50. По результатам этих данных было выявлено повышенное содержание свинца в пределах 0,07-0,15% в трех пробах и сурьмы 0,01-0,07%. На возможность обнаружения золота пробы пока не исследовались. Отмечается небольшое содержание серебра 1-5 г/т. Рекомендуется провести детальные геохимические исследования по зоне метасоматитов Северо-Восточного простирания, а также на одиночном безымянном вулкане в Северной части структуры. В целом кольцевая структура Жекешокы полигенная, долго живущая вулкано-тектоническая депрессия. Интрузивный массив в Южной части структуры более молодой и не связан с образванием структуры. Из-за плохой обнаженности в Южной части структуры в полевой сезон, возможных контактово-метасоматических изменений на контакте с интрузивным массивом не выявлено. Массив гранодиоритового состава картирутся только по дресве.



1 – нерасчлененные четвертичные отложения, 2 – нижне-среднедевонские преимущественно кислые вулканиты, 3 – среднедевонские граниты, 4 – гранодиориты, 5 – зона окварцования и вторичные кварциты, 6 – разрывные нарушения

Рисунок 1 - Схема дешифрирования КС Жекешокы [6]

Кольцевая структура Шоптыбай. Кольцевая структура Шоптыбай находится в СЗ углу планшета М-43-XVI. В региональном плане Шоптыбайская структура приурочена к южной части Майкаинской СФЗ Шынгыс-Тарбагатайской складчатой системы. В плане имеет диаметр ~ 16 км, и хорошо выражена на космических снимках. Структуру оконтуривает кольцевой и радиальные разломы. В полевой период 2018 г. получилось осмотреть и пройти

маршруты только по Восточной части структуры Шоптыбай. Структура представлена вулканогенно-осадочными породами девонского возраста (рис. 2). В процессе геологических маршрутов картировались вулканиты андезитового состава и их туфы, местами вулканиты пропилитизованы, в юго-восточной части вулканиты переслаиваются с маломощными пачками красноцветных конгломератов. В Центральной части структуры отмечаются окварцованные лавы риолит-порфиров и их туфов. Минерагеническая специализация кольцевой структуры медная, но явные признаки медной минерализации были обнаружены только в Юго-Восточной части структуры, которая представлена небольшой зоной малахитизации в измененных андезибазальтах. Параметры зоны малахитизации 50х15 м. В послеполевой камеральный период методом полуколичественного спектрального анализа были проанализированы 5 проб с КС Шоптыбай. Согласно аналитическим данным в трех пробах из пяти обнаруживаются промышленные содержания меди больше 1%, а в одной пробе 0,5%. Содержания остальных элементов отмечаются в пределах кларка [6]. Планируется проанализировать оставшееся количество проб, для более объективной оценки минерализации КС Шоптыбай.

1 – нерасчененные четвертичные отложения, 2 – нижнекаменноугольные карбонатные отложения, 3 – средне-верхнедевонские терригенные отложения, 4 – нижне-среднедевонские вулканиты кислого состава, 5 – туфы преимущественно кислого состава, 6 – нижнедевонские вулканиты среднего состава, 7 – окварцевание, 8 – вторичные кварциты, 9 – разрывные нарушения, 10 – точки медной минерализации

Рисунок 2 - Схема дешифрирования на космическом снимке Landsat-7 кольцевой структуры Шоптыбай (составлено автором с использованием геологических карт листов М-43-XIV, XV)

.

Кольцевая структура Аюлы расположена в Абайском районе Карагандинской области в 90 км к востоку от г. Темиртау. В регионально-геологическом отношении структура расположена на стыке Северо-Карагандинской, Екибастуз-Шидертинской и Майкайнской СФЗ. КС хорошо выражена на космическом снимке и на геологической карте 1:200 000 м-ба. Центральная часть структуры представлена долиной реки Карасу, южная часть картируется речкой Кишкене-Карабулак, которая возможно течет по кольцевому разлому. К кольцевой структуре приурочены 2 проявления меди и 2 проявления молибдена. В Западной части отмечается КС Улькен-Аюлы с одноименным массивом вторичных кварцитов. В полевой сезон были проведены геологические маршруты с попутным опробованием вдоль кольцевого разлома в восточной части КС, к которому приурочены 3 проявления и пройдены также маршруты по массиву вторичных кварцитов Улькен-Аюлы. Отмечаются проявления молибденового оруденения в восточной части структуры, которые приурочены к гранитному массиву D_{2-3} возраста. Явные признаки метасоматизма отмечается на точке минерализации

молибдена в СВ части структуры, на которой граниты окварцованы и отмечаются очень заплывшие горные выработки. Массив вторичных кварцитов Улькен-Аюлы имеет ярко выраженную кольцевую форму (рис.3) и по полевым определениям представлен кварц-алунит-серицит-каолинитовыми фациями и пропилитизированными вулканитами в его бортах.

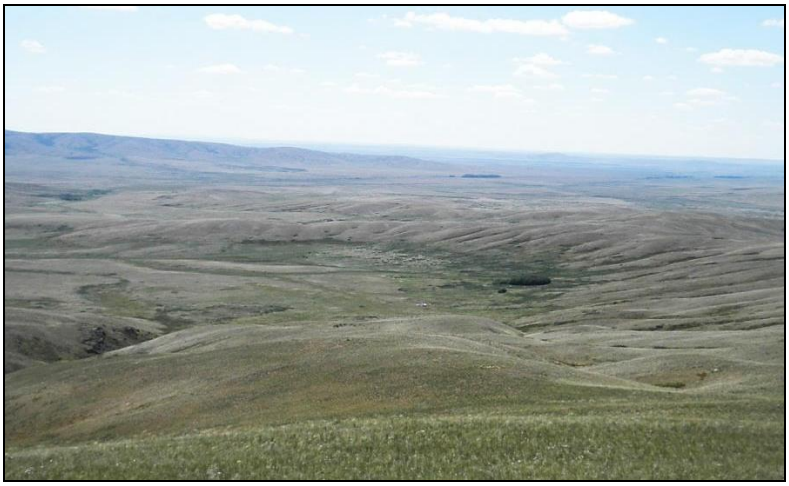


Рисунок 3 - Фотография Южной части КС Улькен Аюлы [6]

Литературы:

1. Борисов О.М., Глух А.К. Кольцевые структуры и линеаменты Средней Азии. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1982. 123 с.
2. Гуревич Д.В. Кольцевые структуры: важнейшие механизмы образования // Региональная геология и металлогения №39, - Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ, - 2009г, - С. 14-23
3. Зейлик Б.С. Кольцевые структуры Казахстана. Автореферат на соискание учёной степени доктора геолого-минералогичских наук. – М. 1987, 37 с.
4. Кац Я.Г. Авдеев В.Л. Белов В.П. О классификации кольцевых структур Земли // Космогенные кольцевые структуры Земли. М.: МОИП, 1980. С. 22-26.
5. Космогеологическая карта СССР м-ба 1:2 5000 000 / Под ред. Е.А. Козловского М.: Мингео СССР, 1984.
6. Сейтмуратова Э.Ю. и др. Изучение рудоносности кольцевых структур Центрально и Южного Казахстана и выявление среди них наиболее перспективных для постановки поисковых работ / Промежуточный отчет по грантовому проекту № AP05132942, - Алматы, 2018, - 82 с.
7. Скублова Н.В. Кольцевые морфоструктуры Центрального Казахстана и методика их изучения // Геоморфология, 1974, № 2, с. 95-101.
8. Koeberl, C., and Henkel, H., Eds. Economic Mineral Deposits in Impact Structures: A Review / Impact Studies, vol. 6, Springer, Heidelberg, 552 + XIX pp.

Р.Т. Баратов

Орталық Қазақстанның кейбір сақиналы құрылымдарын зерттеудің алдын ала нәтижелері

Аңдатпа. Мақалада грантты жоба бойынша зерттелінген эндогенді сақиналы құрылымдарды зерттеудің далалық және камералдық зерделеудің алдын ала нәтижелері баяндалған. Жүргізіліп жатқан зерттеулердің маңыздылығы негізделген және зерттеу аймағының кейбір сақиналы құрылымдарына қысқаша геологиялық және минерагениялық сипаттамасы берілген.

Кілт сөздер: сақиналы құрылымдар, ЖҚЗ, дешифрлеу, кендену.

Р.Т. Баратов

Preliminary results of studying some ring structures of Central Kazakhstan

Abstract. The article presents the preliminary results of field and cameral studies of endogenous ring structures (RS), studied in the framework of the grant project and the author's research on the doctoral dissertation. The relevance

of the research conducted is substantiated and a brief geological and mineragenic characteristics of some RSs of the studied region are given.

Keywords: ring structures, remote sensing, interpretation, ore-bearing.

УДК 001.89:551.73 (574.14)

М.С. Демеева

Старший научный сотрудник департамента геологии нефти и газа АО «НИПИнефтегаз»
Научный руководитель - И.Г. Кышко, ведущий научный сотрудник поисково-разведочной геологии
Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа», г. Актау, Мангистауская область, Республика Казахстан
Demem1@nipi.kz

ПЕРСПЕКТИВЫ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БУЗАЧИНСКОГО СВОДА

Аннотация. *На основании ранее проведенных геологоразведочных работ в пределах Бузачинского свода проведен анализ геологического строения доюрской толщи и ее перспектив в нефтегазоносном отношении. Целесообразность заложения и бурения глубоких скважин, с целью изучения разреза и стратиграфической привязки сейсмических горизонтов. Рассмотрена одна из новых методик в выявлении и изучении коллекторов нефтегазоносных отложений.*

Ключевые слова: *Бузачинский свод, палеозой, нефтематеринские породы, структура, микролептонная технология, перспективы.*

Прикаспийская нефтегазоносная провинция расположена на юго-востоке Восточно-Европейской платформы и в геологическом плане включает в себя Прикаспийскую синеклизу и Бузачинский свод.

Бузачинский свод, входящий в северную зону Туранской плиты, является наиболее перспективным в нефтегазоносном отношении по верхнепермско-мезозойскому комплексу отложений. В границах данного комплекса установлены нефтегазоносные горизонты в нижнем мелу и юре, с которыми связаны крупные месторождения Каламкас, Каражанбас, Северные Бузачи и ряд других.

С целью восполнения ресурсной базы нефтегазовой отрасли РК объектом повышенного интереса стали малоизученные палеозойские отложения Бузачинского свода.

Палеозойский комплекс в районе Северо-Устюртско - Бузачинской системы поднятий и прогибов изучен незначительным количеством параметрических и глубоких скважин (П-1 Северные Бузачи, П-1 Каражанбас Северный, Г-7 Северные Бузачи, П-1 Каламкас, П-1Арман, П-1 Каратурун Восточный, 4 Култай).

Вопрос о времени формирования палеозойских структур и соответствия его фазам активного нефте- и газообразования в палеозое практически не изучен. Однако можно предполагать, что цикл активного углеводородообразования приходится на окончание палеозойского интенсивного прогибания - начало инверсии тектонических движений, с которой обычно связывается время заложения и развития региональных и локальных структур. Имеющиеся данные позволяют считать, что это условие способствовало процессу формирования скоплений УВ в палеозойском комплексе.

Нефтематеринские породы девонских и каменноугольных отложений изученные по разрезам глубоких скважин полуострова Бузачи, охарактеризованы специалистами как «бедные», с остаточным генерационным потенциалом. Содержание органического вещества, претерпевших катагенетические преобразования, в породах колеблется от 0,23 до 1,03 %, на территории Бузачинской системы дислокаций, отличающейся тектонической активностью

и повышенным тепловым полем [1].

В разрезе платформенного чехла соседних с Бузачами осадочных бассейнов, присутствуют толщи с хорошими емкостными и фильтрационными свойствами, являющиеся аккумуляторами углеводородных соединений. В известняках каменноугольного возраста обнаружены нефтеносные горизонты, изолированные друг от друга глинистыми образованиям, в которых получены промышленные дебиты УВ на месторождениях Жанажол, Урихтау, Кунгурская, Синельниковская и т.д.

В связи с большой мощностью нефтегазогенерирующих толщ в разрезе всего палеозойского комплекса его продуцирующий потенциал оценивается очень высоко.

Структура палеозойских отложений полуострова Бузачи образована в два этапа: в результате седиментационных и тектонических процессов, сопровождавших сближение Сев. Устюртского (поздний девон - ранний карбон) и Карабогаз-Среднекаспийского (карбон - ранняя пермь) микроконтинентов с Восточно-Европейской платформой - образовались Южно-Эмбинский и кряж Карпинского складчатые пояса. В дальнейшем мощный тафрогенный комплекс был сформирован вследствие верхне-пермско - триасового рифтогенеза и предюрской эпохи сжатия, позволившей структуре осадочного чехла оформится в платформенный этап при преобладающих деформациях сдвигов (рис.1).

На основании результатов геохимических исследований в палеозойских отложениях в изучаемом районе большинство специалистов выделяет два основных нефтегазоносных комплекса – девонско-каменноугольный - карбонатный и верхнекаменноугольно-нижнепермский - терригенный.

В течение прошедшего времени в верхне - среднепалеозойских отложениях были получены непромышленные притоки нефти, установлены признаки нефти и нефтегазопроявления, а кроме того, получены фонтанирующие притоки нефти на месторождениях Тенгиз и Королевскское (суша) и Кашаган (акватория Каспийского моря).

В верхней части описываемого разреза, представленного, в основном, мощной и весьма слабо дислоцированной толщей красноцветных песчаников, алевролитов и аргиллитов, лишь в верхах разреза (триас) иногда появляются карбонатно-терригенные пачки морского генезиса, являющиеся одним из важнейших нефтегазоносных комплексов на Мангышлаке (пермо-триасовые отложения).

Но в тоже время, в пределах изучаемых территорий пробурено недостаточное количество скважин, из-за чего разрез и перспективы отложений недоизучены. Однако, кроме разбуренных участков, имеется определенное количество структур и поднятий оказавшихся недоизученными и недоисследованными.

Из, имеющихся отчетов прошлых лет и литературы, можно сделать вывод, что большая часть пробуренных скважин оказалась заложенными не в структурных условиях и вне ловушек, так как использовались материалы сейсморазведочных исследований МОГТ 2Д, в которых было недостаточное количества сейсмопрофилей.

Проанализировав весь материал многими исследователями рекомендуется проведение поисково-разведочных работ на территории Северного Устюрта, Южной Эмбы и Бузачинского свода.

Перспективы нефтегазоносности более древних комплексов были достаточно изучены на соседних от Бузачинского свода территориях, где получены притоки нефти и газа на месторождениях Тенгиз, Королевское и др., что может являться основанием для продолжения геологоразведочных работ в данном районе с целью изучения строения и перспектив нефтегазоносности палеозойских пород.

В последние годы происходят изменения в отношении изучения строения перспективных структур и отложений в неизученных районах, где ранее не проводились геологоразведочные работы – в большинстве случаев это касается акватории Каспийского моря.

Специалистами внедряются новые методики в выявлении и изучении коллекторов перспективных нефтегазоносных отложениях.

Так, компанией ТОО «KAZ-Waterhunters» в 2016 г. проведены исследования по методике «Geo Vision» на основе микролептонной технологии, которая основывается на том, что все физические объекты подобно электромагнитному полю, имеют собственные микролептонные поля, возникающие при взаимодействии легких элементарных частиц – микролептонов [2]. Спектральный состав и пространственное распределение интенсивности микролептонного поля физического объекта зависят от химического состава объекта, распределения химических элементов по объему тела и от его формы. Микролептоны имеют большую длину свободного пробега в веществе и практически не экранируются природными средами. Поэтому, интенсивность микролептонного поля геологического объекта внутри Земли мало отличается от интенсивности микролептонного поля этого объекта за пределами Земли и в космосе (рис.2).

При определенных условиях, микролептонные поля геологических объектов, могут быть зарегистрированы. При фотографировании участка Земли с космического спутника на снимок попадает и регистрируется не только видимое изображение поверхности Земли, но и невидимое микролептонное излучение различных геологических объектов на поверхности и внутри Земли.

В процессе специальной обработки – визуализации – это невидимое микролептонное изображение фильтруется специальным микролептонным фильтром для искомого вещества и переводится в оптический диапазон, т.е. становиться видимым.

Дальнейшая компьютерная обработка позволяет идентифицировать искомые геологические объекты, выделить их контуры и выполнить координатную привязку.

На территории Бузачинского свода исследования по данной технологии проводились в три этапа, в результате выделили точки с максимальным показателем «интенсивности собственного излучения», точки экстремума находящиеся на отметках от 4000 м до 6000 м, т.е. интенсивные микролептонные излучения связаны с глубокозалегающими горизонтами палеозойских отложений. Целесообразно рекомендовать заложить скважину в такой точке с проектной глубиной 6000 м с целью изучения строения и перспектив в нефтегазоносном отношении данных отложений.

В тоже время вопрос о продуктивности палеозойских отложений полуострова Бузачи и по настоящее время остается открытым. В пределах полуострова палеозойские отложения мало изучены частично на западе и севере глубокими скважинами на площадях: П -1 Каражанбас Северный (1755-4128 м), Г-7 Северные Бузачи (1954-3500 м), П -1 Арман (3185-5439 м), П - 1 Каратурун Восточный (3015-5200 м).

Ранее работы по поискам промышленных скоплений УВ в палеозойском перспективном газонефтеносном комплексе (ГНК) были затруднены из-за большого погружения отложений, слабой изученности, отсутствия уверенно прослеживаемых проницаемых толщ, а также с техническими трудностями.

С целью изучения разреза, стратиграфической привязки сейсмических горизонтов и перспектив нефтегазоносности, на основании всего имеющегося материала, некоторые исследователи рекомендовали пробурить параметрическую скважину с проектной глубиной 6000 м на Северо-Бузачинском сводовом поднятии, в которой предполагалось вскрыть полный разрез отложений палеозойского комплекса.

Ранее, другими геологами, предлагалось заложить опорную скважину в северо-западной части полуострова Бузачи для изучения доверхнепермских отложений с проектной глубиной до 5500 м с целью решения геологических задач, освещенных в скважинах Г-7 Северные Бузачи и П-1 Каражанбас Северный (Грибков В.В., Калугин А.К.) [3].

Но пока такие работы не проводились как по объективным, так и субъективным причинам.

В дальнейшем, при получении притоков УВ из палеозойских отложениях в пробуренной скважине, может быть решенным вопрос продолжения геологоразведочных работ в этом районе.

Литературы:

1. Жолтаев Г.Ж., Абилхасимов Х.Б. Перспективы поисков неантиклинальных ловушек в подсолевых отложениях юго-востока Прикаспийской синеклизы. - Алматы. - КазПТИ. - 1991 .

2. Отчет о результатах поисковых и геологоразведочных работ по оценке наличия углеводородов (нефть и газ) на месторождении Каражанбас Северный на основе технологии «Geo Vision». // Нукенов Д.К., Яцюк О.И., Петров А. И. и др. Отчёт ТОО «KAZ Waterhunters», - Актау, - 2016.

3. Перспективы нефтегазоносности доюрских отложений п-ова Бузачи и Северного Устюрта // Грибков В.В., Калугин А.К., Аристаров М.Г. и др.- М.: ВНИГРИ. -, №5. - 1981 - . с. 34-39.

М.С. Демеева

Бозашы тоғыспасының палеозой шөгінділерінің перспективалары

Аңдатпа. Бузашы тоғыспасының шегінде бұрын жүргізілген геологиялық-барлау жұмыстарының негізінде доюрск қатқабатының геологиялық құрылымына және мұнайгаздылығына қатысты оның перспективасына талдау жүргізілді. Сейсмикалық деңгейжиектердің қимасын және стариграфиялық байламын зерттеу мақсатында терең ұңғымаларды салу және бұрғылау тиімділігі. Мұнайгазды шөгінділердің коллекторларын анықтау және зерттеудегі жаңа әдістемелердің бірі қаралды.

Кілт сөздер: Бозашы тоғыспасы, палеозой, мұнайтуындатушы таужыныстары, құрылым, микролептондық технология, перспективалар.

M.S. Demeeva

Paleozoic deposits perspectives of the Buzachinsk arch

Abstract. On basis of previously carried out geological exploration works within Buzachinsk arch, the analysis of geological structure of pre-Jurassic mass and its perspectives in the oil and gas industry has been carried out. Relevance of embedding and long holes drilling in order to study the section and stratigraphic control of seismic horizons. One of the new methodic has been considered in identification and studying of oil-and-gas bearing deposits headers.

Keywords: Buzachinsk arch, Paleozoic, oil-source rocks, structure, micro-lepton technology, perspectives.

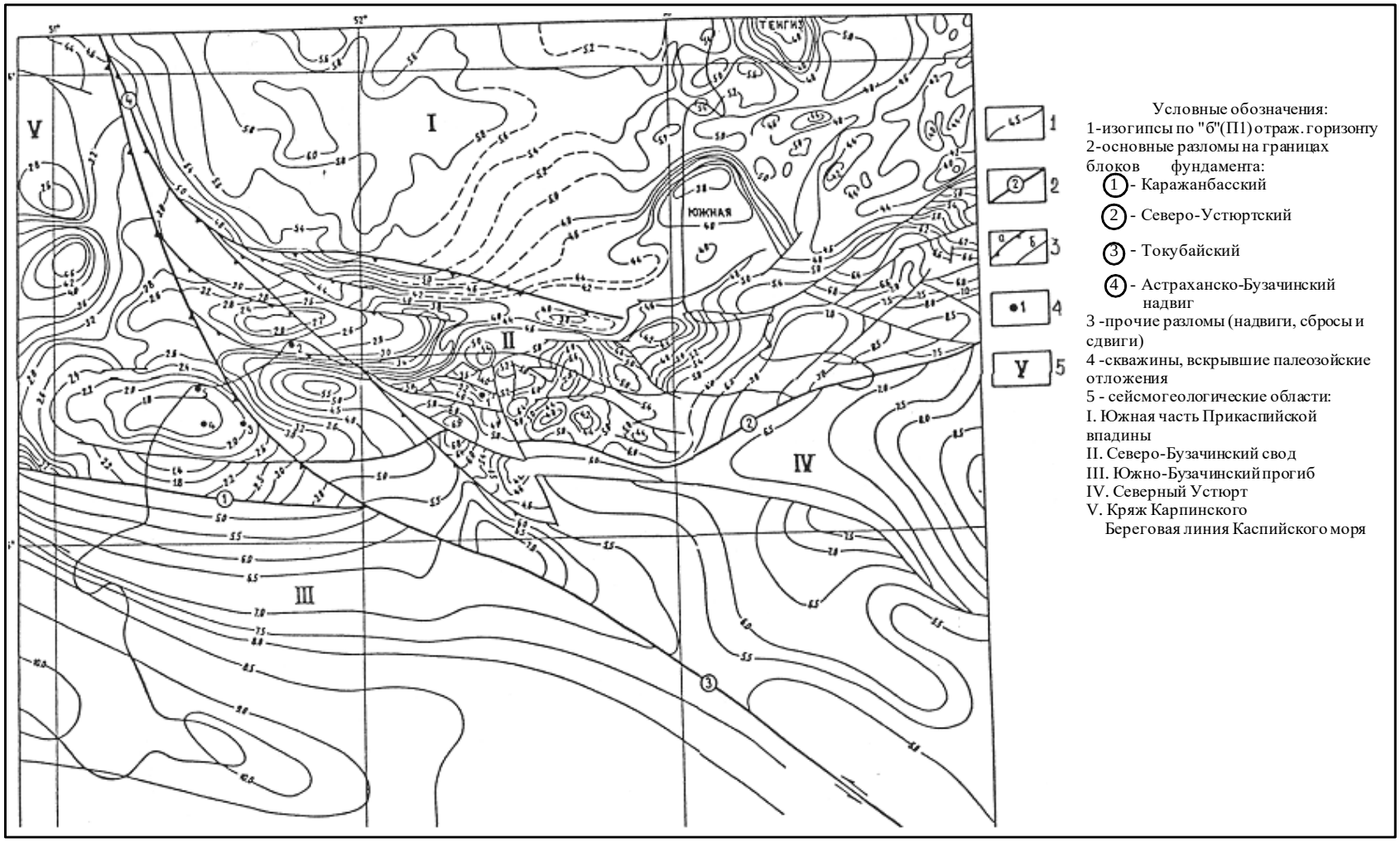


Рисунок 1 - Полуостров Бозаши - фрагмент Северного Устюрта. Карта поверхности палеозойских отложений ("б" (П1) отражающий горизонт)
(Составили: В.М..Пилифосов, Э.С. Воцалевский, В.П.Коломиец)

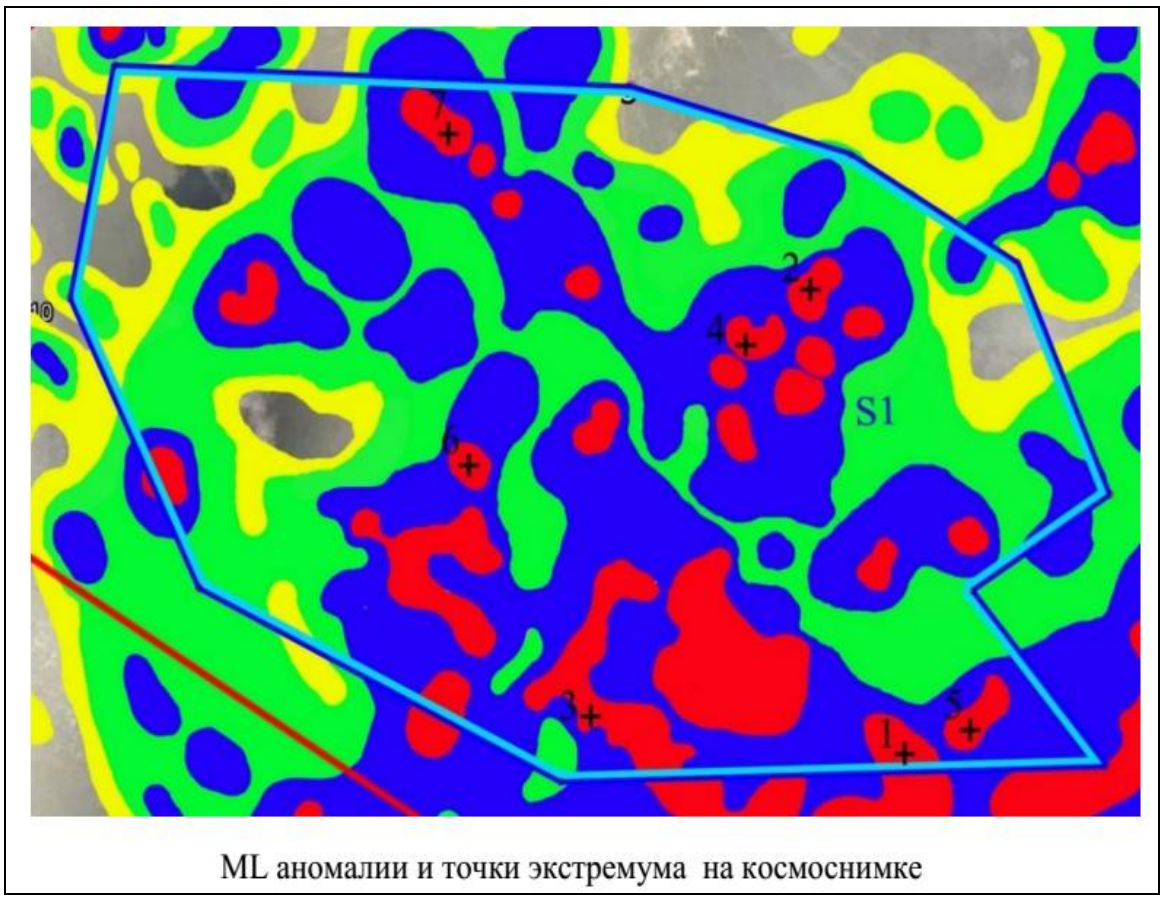


Рисунок 2 - ML аномалии и точки экстремума на космоснимке

УДК 55(075)

Г.К. Ергалиев
Сатпаев Университет, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева

УНИКАЛЬНЫЙ ЛИДЕР ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ КАЗАХСТАНА

Аннотация. В статье описываются воспоминания о заочной (1950 год) и очной (1952 год) встречах аульного парня, ныне академика НАН РК, сотрудника ИГН с 1956 года с выдающимся ученым, академиком АН КазССР и АН СССР, государственным и общественным деятелем К.И.Сатпаевым. Его аура сопутствовала молодому ученому в его становлении как академика АН РК в области стратиграфии, палеонтологии и геологической науки. Также в данной статье пишется о том, что именно К.И.Сатпаев предложил название «Институт геологических наук», которое в то время еще нигде не употреблялось.

Ключевые слова: К.И. Сатпаев, исследование, знакомство, поисковые работы.

О К.И. Сатпаеве при его жизни и после кончины на протяжении полувека написано огромное количество статей, брошюр и книг, известных всему мировому научному сообществу. Во всех этих публикациях предельно ярко и объемно отражены жизненный путь, биография, научная и научно-производственная государственная и общественная деятельность.

Особо следует отметить выступление Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаева в день открытия памятника, посвященного 100-летию К.И.Сатпаева 12 апреля 1999 г. у здания Казахского политехнического научно-технического университета по ул.

Байтурсынова: «Чем дальше уходит от нас «сатпаевский период» развития науки, тем зримее становится величие его фигуры как выдающегося ученого, государственного и общественного деятеля, гражданина и патриота своей страны, совершенный им вклад и развитие нашей Родины. Имя его навечно останется в памяти нашего народа, золотыми буквами увековечено в его памяти»

Как сотрудник Института с 1956 года (а если считать студенческие годы – то и с 1954 года), хочу поделиться своими впечатлениями о Каныше Имантаевиче, которые навсегда запечатлелись в моей памяти. Он был невероятно обаятельным человеком, с незаурядной эрудицией, восхищающей окружающих. Каныш Имантаевич был очень внимателен к молодым специалистам. Именно заочное знакомство с портретом К.И. Сатпаева в 1950 г. со школьной скамьи помогло мне выбрать специальность геолога, а затем стать ученым по стратиграфии и палеонтологии и изучить одну из основных групп фауны – трилобиты кембрия и нижнего ордовика палеозойской эры Казахстана. Его пример преданного геологической науке незаурядного ученого сопутствовал проведению моих производственных практик и работе на его родине – в Баянаульском районе, затем – в Улытау-Джезказганском районе, Байконурском синклинории. Дипломную работу я выполнил по Александровскому (ныне Торайгырскому) полиметаллическому месторождению, на северной окраине горы Баянаул (Акпет).

Вряд ли я скажу что-то новое или оригинальное. Скажу лишь коротко о незаурядной деятельности и результатах в области поисков и разведки крупнейших месторождений меди, марганца, бурого угля Жезказган-Улытауского района. К.И. Сатпаев проявил огромное стремление скорейшего освоения месторождения Жезказган. Медь была крайне необходима для народного хозяйства не только Казахстана, но всего Советского Союза. Это было его кредо в жизни. Кроме того, выдающимися заслугами Каныша Имантаевича являются: строительство заводов, фабрик, шахт, каналов, электростанций, освоение целинных земель, атомного опреснителя в г. Шевченко (ныне Актау). Сатпаев прозорливо предвидел открытие в Прикаспии и на Мангышлаке нефти и газа, где началось строительство городов и железных дорог, к которому он имел прямое и непосредственное отношение. Он лично следил за осуществлением всех жизненно важных объектов для Казахстана.

Открытию в 1946 г. (после тяжелых военных лет) Академии наук Каз.ССР К.И. Сатпаев отдал всю энергию и внимание, в особенности подбору и подготовке кадров – докторов и кандидатов наук, как естественных, так и общественных наук. Чтобы открыть Академию наук, Канышу Имантаевичу нужна была поддержка от корифеев науки АН СССР. А для этого их надо было убедить, как он убедил в 1934 году Серго Орджоникидзе финансировать геолого-разведочные работы в Жезказгане. Большая заслуга К.И. Сатпаева состоит также и в том, что в годы Великой Отечественной войны он мобилизовал ученых-геологов найти и разведать месторождения стратегического сырья: марганца, меди, свинца и др. За что бы он ни брался, все делал вдумчиво, терпеливо, и его мысли и задумки реально осуществлялись. К.И. Сатпаев, как говорят в народе, был сегиз қырлы бір сырлы. Он был глубоким и тонким знатоком казахской истории, этнографии, культуры и фольклора. Композитор, музыкант и фольклорист Александр Викторович Затаевич записал песни и кюи, в том числе из уст К.И. Сатпаева 25 песен: Акансаре, Жаяу, Муссы и др. Наверное, немногим известен тот факт, что К.И. Сатпаев отлично играл на домбре. В Томске им был завершен учебник «Алгебра для казахской средней школы». Ему принадлежало «Сказание о Едиге» в 1929 г. Как отметил в своем воспоминании бывший зампредседателя Госплана КазССР Ильяс Омаров, посвященном 100-летию со дня рождения К.И. Сатпаева, Каныш Имантаевич был личностью в науке, его имя в Средней Азии стоит в одном ряду с Аль-Фараби, Авиценной, Улугбеком, Чоканом Валихановым. Я бы добавил, что он стоит в одном ряду с такими всемирно известными людьми как Карл Линней, М.В.Ломоносов, В.Л. Комаров, И.П. Бабик, С.И. Вавилов, В.А. Обручев и многими другими.

Самое главное – в деятельности К.И. Сатпаева привлекала масштабность его натуры и замыслов. Заслуга Каныша Имантаевича еще и в том, что мы имеем в Алматы такие здания,

как ИГН, главное здание АН КазССР, Институтов химии и металлургии и др. Постоянное внимание он уделял строительству алюминиевого завода в Павлодаре и канала Иртыш – Караганда.

Первое мое знакомство с К.И. Сатпаевым было так сказать заочным. Это был 1950 год. Я учился в 9 классе школы-интерната пос. Жаныбек ЗКО, самого отдаленного края на границе с Волгоградской (Сталинградской), Саратовской и Астраханской областей. Там я впервые увидел его портрет и поздравления с 50-летием в журнале «Огонек». Это был знаменитый портрет, где Каныш Имантаевич держит в руке образец. Я был в восторге, с того дня я знал, что в нашей республике есть Академия наук, а Сатпаев – президент этой академии, есть ученые – доктора и кандидаты. До этого я не имел никакого представления о такой профессии как геолог. С этого момента я решил стать геологом, хотя меня мой близкий родственник – профессор Г.З. Бияшев, впоследствии академик, приглашал поступить на биологический факультет на кафедру «Дарвинизм и генетика», которой он руководил. Но я во что бы то ни стало окончательно решил поступать на геолого-разведочный факультет Каз ГМИ. На первом экзамене по химии мне за мой язык и пререкания с преподавателем была занижена оценка «неудовлетворительно». 2 августа 1951 г. я сдал документы на экономический факультет КазГУ им. С.М. Кирова и стал студентом этого факультета. Но меня не покидала мысль стать геологом. После 1 семестра перевелся на геологическое отделение геолого-географического факультета КазГУ им. С.М.Кирова. Исполнилась моя заветная мечта. После окончания университета по рекомендации Р.А. Борукаева и по согласию К.И. Сатпаева, в 1956 г. был принят на постоянную работу в ИГН, где и тружусь по сей день. Судьба скорее всего открыла мне путь. Я работал на родине К.И.Сатпаева в составе Центрально-Казахстанской экспедиции. Участвовал в редакционных и тематических работах под руководством академика АН КазССР, первого замдиректора Института, ровесника и сподвижника К.И. Сатпаева - Р.А. Борукаева.

В 1951 – 1952 гг. я часто видел К.И. Сатпаева на перекрестке улиц Виноградова (ныне Карасай-батыра) и Тулебаева (бывшая ул. Абая), куда я приходил за водой к колонке. Когда я впервые увидел Каныша Имантаевича воочию, высокого и стройного, то просто потерял дар речи. Он шел по ул. Виноградова в сторону Института равномерной и неторопливой походкой. Бывали случаи, я стоял с наполненными водой ведрами, но никогда не пересекал его путь.

Первое самостоятельное исследование я проводил именно в Джезказган-Улытауском районе в Байконурском синклинории. В этом районе в течение 4-х лет я старался посетить все места, где поисковые и разведочные работы в течении 15 лет проводил К.И. Сатпаев. Надо сказать, район суровый, полупустынный, вода в основном солоноватая, дует постоянный пыльный ветер. И поразительно, в каких трудных условиях К.И. Сатпаев вел комплексные целенаправленные исследования по геологии и металлогении. Особенно восхищает доставка буровых станков и оборудования от ст. Жусалы до пос. Карсакпай по пустынной дороге на расстояние 450 км. Кстати, я в 2008 г. проехал по этой дороге одну треть расстояния и не встретил ни одной речки и ни одного естественного источника воды. Все сказанное свидетельствует о воле, энтузиазме, желании скорей ввести Жезказган в народное хозяйство. Когда он услышал от населения, что на горе Алтын-Шоку есть какой-то камень с надписью, он сразу поехал, посмотрел и понял, что надпись на арабском языке, и что камень является историческим памятником похода Тимура в Киргизскую степь. Затем сдал этот экспонат в Эрмитаж.

Следует напомнить - гениальность и дальновидность К.И.Сатпаева в предложенное им название еще до открытия первого научного геологического учреждения, как Институт геологических наук. К.И.Сатпаева с самого начала считал, что фундаментальной основой и задачей является региональная геология и все ее составляющие: стратиграфия, палеонтология, тектоника, литология, петрография, минералогия, рудные и нерудные месторождения полезных ископаемых, геофизические исследования и нефтяная геология.

Кстати, в то время в пределах бывшего Союза ни одно геологическое учреждение не носило название «Институт геологических наук».

На посту директора Института и президента АН КазССР он вел огромную хозяйственную, научную и организационную работу. Я знал всех президентов АН КазССР, но никто не мог так масштабно, целеустремленно и планомерно проводить работу.

Журнал «Огонек» 1950 №44

Необходимо еще раз напомнить, что я свидетель того, как проводилась первая металлогеническая сессия в 1958 году в главном здании Академии, на которой присутствовали академики Щербаков Д.И., Патон Б.Е., Абдуллаев Х.М. и многие другие. К.И. Сатпаев открыл сессию, он говорил спокойно, вдумчиво, убедительно и доходчиво. Его слушали внимательно и с большим уважением. Он никогда не суетился и не торопился. Со всеми сотрудниками К.И. был очень доброжелательным, когда надо и шутливым. И это несмотря на свою большую занятость. Еженедельно по субботам К.И. Сатпаев приходил в Институт и интересовался научными направлениями и результатами работ всех сотрудников, а в особенности молодых специалистов. К нему стремились многие мои сверстники, и он был доступен каждому. Но я не стремился на прием без надобности, т.к. о моих исследованиях К.И. Сатпаеву говорил мой учитель Р.А. Борукаев – его ровесник и соратник. Собрался пойти к нему с готовой диссертацией, но оказалось - не судьба. В 1964 г. оборвалась жизнь К.И. Сатпаева. Мне пришлось с горечью и печалью вместе со всеми сопровождать траурный кортеж от Оперного театра до Центрального кладбища.

Но его незримое присутствие сопровождало меня всю жизнь, начиная с моей юности и его портрета в журнале №44 «Огонек» (фото), потом в реальной жизни, и во время пребывания в Англии, я чувствовал - Каныш Имантаевич рядом.

К.И. Сатпаев любил свой народ и всегда мечтал, чтобы Казахстан был цветущим краем, и не только мечтал, но и все делал для этого при жизни. Он был полярной звездой или, другими словами, путеводной звездой и Гордостью казахской нации, общества и своей эпохи.

Г.К. Ергалиев

Қазақстанның геология ғылымындағы бірегей лидер

Андатпа. Мақалада Геологиялық ғылымдар институттында 1956 жылдан қазіргі уақытқа дейін стратиграфия, палеонтология және геологиялық ғылымаранды қызмет істеп келе жатқан Қ.Р.ҰҒА-ның академигі Ерғалиев Ғаппар Қасенұлының, ұлы ғалым, Каз ССР-і ҒА-ның және СССР ҒА-ның академигі, мемлекет және қоғам қайраткері Қ.И.Сәтбаев туралы естелігі баяндалады, яғні қарапайым ауыл баласының осындай биік дәрежеге жетуіне Қ.И.Сәтбаевтың данышпандық тұлғасы жетекисі рөл атқарғаны жөнінде жазылған.

Кілт сөздер: Қ.И. Сәтбаев, зерттеулер, танысу, іздестіру жұмыстары.

G.K. Ergaliev

Unique leader of geological science of Kazakhstan

Abstract. In the article, the author, academician of the Kazakh Republican Academy of Science, an employee of the Institute of Geological Science (IGS) since 1956, describes own impressions from his, a village chap at the time, first seeing the portrait of the distinguished scholar K.I.Satbayev in 1950 and later their actual meeting in 1952. Kanysh Satbayev, academician of the Science Academies of both the Kazakh SSR and the entire SU, statesman and public figure, his vibe nurtured the young man's scientific development up to the academic level in the field of stratigraphy, paleontology and geological science. The paper also communicates the fact of K.I.Satpaev being the first person to suggest the title "the Institute of Geological Science", when it has not yet been in use nowhere.

Keywords: K.I. Satbayev, research, acquaintance, search work.

УДК 550.822.71/.73

О.А. Кобегенов[1], А.А. Мушрапилов[1], Б.Е. Жасымбеков[1], М.К. Кембаев[2]

Научный руководитель – М.К. Кембаев, сениор лектор, Доктор PhD

[1]АО «Волковгеология»

[2]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева

baktikerey@mail.ru

МЕТОДИКА СООРУЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЩЕЛЕВОГО ФИЛЬТРА С РАЗЛИЧНОЙ ГРАВИЙНОЙ ОБСЫПКОЙ В КОЖУХЕ В УСЛОВИЯХ АО «ВОЛКОВГЕОЛОГИЯ»

Аннотация. *АО «Волковгеология» это 100% дочернее предприятие АО «НАК «Казатомпром» являющееся головным по геологическому обеспечению всех направлений его деятельности и проведению технологического бурения для горно-подготовительных работ на уранодобывающих предприятиях компании, активно продолжает работу в области науки и инноваций. В связи с необходимостью увеличения добычи урана методом подземного выщелачивания на предприятиях АО «НАК «Казатомпром» перед АО «Волковгеология» была поставлена задача по подготовке к эксплуатации новых участков урановых месторождений путем проведения больших объемов технологического бурения (сооружение технологических скважин) [1]. Для бурения больших объемов технологических скважин требуются огромное количество затрат времени и материалов. На данный момент целью АО «Волковгеология» является снижение данных затрат при сооружении технологических скважин. Для достижения данной цели была разработана конструкция универсального щелевого фильтра (УЩФ) с различной гравийной обсыпкой в кожухе. В данной статье будут описаны конструкция, технология применения УЩФ, экспериментальные данные и экономический эффект.*

Ключевые слова*: технологическая скважина, универсальный щелевой фильтр, гравийная обсыпка, кольматация.*

Рудные тела многих урановых месторождений расположены в водоносных горизонтах, поэтому сооружение геотехнологических скважин в основном аналогично сооружению гидрогеологических скважин.

Одним из этапов сооружения геотехнологических скважин является проведение гравийной обсыпки прифильтровой зоны. Степени очистки традиционно применяемых фильтров недостаточны для того, чтобы скважина давала нам чистую воду. После обсадки скважины и установки фильтра должна выполняться гравийная обсыпка. Гравийная обсыпка создает дополнительный уровень очистки и успешно предотвращает прохождение из водоносного пласта частиц мелкой фракции, за счет создания естественной фильтрации вокруг основного фильтра.

Гравийная обсыпка вокруг фильтров увеличивает радиус фильтра скважины и повышает ее водоотбор, в результате которого улучшается фильтрационные свойства пород в прифильтровой зоне. С применением обсыпки снижаются входные скорости, и удлиняется срок службы фильтров [2]. В настоящее время гравийной обсыпки фильтров применяются практически во всех геотехнологических скважинах, сооружаемых АО «Волковгеология».

На сегодняшний день существует ряд проблем, решение которых позволить существенно повысить качество технологических скважин, увеличить срок их службы, поднять дебит скважин и т.п. Среди этих проблем следует назвать такие, как затраты времени и материалов на сооружение технологических скважин, которые приводят к увеличению себестоимости скважин. Для снижения себестоимости скважин используют материалы, с низкой стоимостью и сомнительного качества. Это снижает качество технологических скважин в целом.

Целью разработки методики сооружения технологических скважин с применением УЩФ является повышение производительности буровых работ, сокращение времени и затрат материалов при сооружении технологических скважин.

Поэтому разработка конструкции фильтров УЩФ с подбором гранулометрического состава гравийной обсыпки является в настоящее время актуальной задачей.

Универсальный щелевой фильтр (УЩФ) представляет собой комбинацию из двух изготовленных из полимерных материалов труб разного диаметра с нанесенной по всей наружной поверхности труб перфорацией. Труба большего диаметра (кожух) 3 размещена на трубе меньшего диаметра (каркас) 1 и жестко закреплена с помощью двух стопорных колец 4 и стяжных муфт 2, изготовленных из полимерных материалов (рисунок 1). В результате образуется межтрубное пространство, куда помещается различный дополнительный фильтроэлемент – кислотостойкий гравий, гранулы полиэтилена (ПНД) округлой формы различных размеров (3-5 мм), имитирующих гравийную обсыпку, исходя из гранулометрического состава рудовмещающих пород месторождения (рисунок 2) [4].

Плотность заполнения составляет 85-90% от общего объема межтрубного пространства. Это дает возможность постоянного движения частиц наполнителя в межтрубном пространстве фильтра. Такое движение в динамике позволяет очистить поверхность фильтра от кольматаций [3].

Таким образом, фильтр обладает высокими фильтрационными свойствами, так как жидкость проходит через щели наружной и внутренней трубы, а так же через гравийный наполнитель, образуя трехуровневую степень очистки жидкости. Также стоит отметить что степень эффективности применения фильтров УЩФ значительно увеличивается, используя их в комплексе с гидроизоляционным материалом, таким как бентогильзы. Бентогильза – гидроизоляционный материал, используемый вместо проведения этапа установки цементного моста (цементация затрубного пространства).

В целом при использовании данной конструкции фильтра исключаются следующие этапы работ: проведение зоны расширения до Ø320мм, гравийная обсыпка прифильтровой зоны и ожидания оседания обсыпки, цементация и ожидания затвердения цемента, два вида геофизических исследований (кавернометрия и термокаротаж), спуск бурильных труб в затрубное пространство. Это уменьшает затраты времени на сооружение технологической

скважины. Общий экономический эффект на сооружение одной технологической скважины с использованием универсального щелевого фильтра составляет около 290 тыс. тенге.

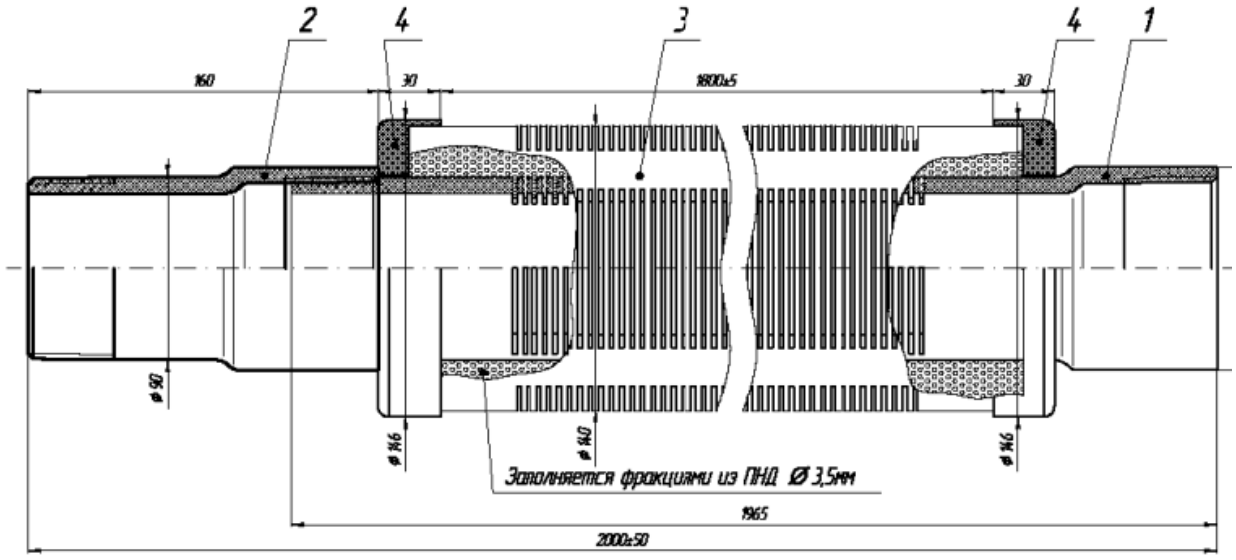


Рисунок 1 - Универсальный щелевой фильтр. 1 – внутренний каркас, 2 – гайка стяжная, 3 – кожух, 4 – кольцо

Рисунок 2 - Предлагаемая конструкция фильтра с различной обсыпкой в кожухе

Литературы:

1. www.vg.kz
2. Сушко С.М., Касенов А.К., Мусанов А.М. и др. Бурение и оборудование геотехнологических скважин: Алматы: КазНТУ, 2010.
3. Кожевников А.А., Судаков А.К. Гравийные фильтры буровых скважин. – Днепропетровск, НГУ, 2011.
4. Заключение о выдаче патента № 224 от 04.01.2018 на изобретение по заявке № 2016/0832.1 Узел кожухового фильтра и способ заканчивания технологических скважин. Ужкенов Б.С., Повелицын В.М., Асанов Н.С., Кудабаев Б.А., Латыпов А.С.

О.А. Кобегенов[1], А.А. Мушрапилов[1], Б.Е. Жасымбеков[1], М.К. Кембаев[2]

«Волковгеология» АҚ жағдайында корпуста әртүрлі қиыршық тасты шашыратумен әмбебап саңылау сүзгісі бар технологиялық ұңғымаларды салу техникасы

Түйіндеме. «Волковгеология» АҚ компаниясы «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК »АҚ-ның 100% еншілес кәсіпорны болып табылады, ол өзінің қызметінің барлық бағыттары бойынша геологиялық қамтамасыз ету бөлімінің бастығы болып табылады және уран өндіру кәсіпорындарында тау-кен жұмыстарына дайындық жұмыстарын жүргізу үшін технологиялық бұрғылау жұмыстарын жүргізеді және ғылым мен инновация саласындағы белсенді жұмысын жалғастырады. «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК »АҚ кәсіпорындарында жерасты ұңғымалы шаймалау есебінен уранды өндіру қажеттілігін ескере отырып,« Волковгеология »АҚ технологиялық бұрғылаудың үлкен көлемін (технологиялық ұңғымаларды салу) жүргізу арқылы уран кен орындарының жаңа учаскелерін әзірлеуге тапсырылды. Көп ұңғымаларды бұрғылау үлкен көлемде уақыт пен ақшаны қажет етеді. Қазіргі уақытта «Волковгеология» АҚ-ның мақсаты технологиялық ұңғымаларды салу кезінде осы шығынды азайту болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін корпуста әртүрлі қиыршықтаспен әмбебап саңылау сүзгісі (ӘСС) әзірленді. Бұл мақалада ӘСС қолданудың технологиясы, технологиясы, тәжірибелік деректер және экономикалық тиімділік сипатталады.

Кілт сөздер: технологиялық ұңғыма, әмбебап саңылау сүзгісі, қиыршықтас, ластануюю.

O. Kobegenov[1], A. Mushrapilov[1], B. Zhassymbekov[1], M. Kembaev[2]

Technique of the construction of technological wells using a universal slotted filter with different gravel sprinkling in the casing under the conditions of JSC Volkovgeology

Abstract. Volkovgeology JSC is a 100% subsidiary of JSC “NAC Kazatomprom” that is the head of geological support for all areas of its activities and technological drilling for mining preparatory work at the company's uranium mining enterprises, and is actively continuing to work in the field of science and innovation. Due to the need to increase uranium mining by in-situ leaching at the enterprises of NAC Kazatomprom JSC, Volkovgeology JSC was tasked with preparing new areas of uranium deposits for operation by carrying out large volumes of technological drilling (construction of technological wells). Drilling large volumes of process wells requires an enormous amount of time and money. At the moment, the goal of Volkovgeology JSC is to reduce these costs in the construction of technological wells. To achieve this goal, a universal slotted filter (USF) was developed with various gravel dusting in the casing. This article will describe the design, technology of using USF, experimental data and economic effect.

Key words: technological well, universal slotted filter, gravel dusting, clogging.

УДК 550.34.03:553.98(574)

С.А. Истекова[1], Е.А. Ан[2]
[1]НАО «КазНИТУим.К.И. Сатпаева, г Алматы, Казахстан
[2]ТОО «Казгипроцветмет», г.Усть-Каменогорск, Казахстан
istekovy@mail.ru

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ 3D СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЗАХСТАНА

***Аннотация**: Представлен обзор состояния применения сейсморазведки при решении задач рудной геологии на мировых месторождениях. Дано обоснование проведения исследовательских работа научного коллектива ТОО «Казгипроцветмет по разработке технологии создания трехмерных геологических моделей природных объектов на основе3D-сейсморазведки. В рамках научного проекта планируется опробование и внедрение методики 3D-сейсморазведки для изучения глубинных геологических неоднородностей, детального строения и состава рудных объектов на месторождениях медистых песчаников в Казахстане.*

***Ключевые слова:** сейсморазведка, рудные месторождения, разведка, разработка, медистые песчаники*

В последние десятилетия в мире из-за высоких цен на металлы и низкой эффективности поисковых исследований на рудные объекты, залегающие вблизи поверности, поиск и разведка минеральных ресурсов переместились на большие глубины. В разработку и эксплуатацию все больше включают объекты со сложным геологическим строением и

большой глубинностью, что требует специальных условий освоения и разработки этих объектов. Не снижается процент пробуренных «пустых» скважин, что в немалой степени обусловлено сложностью строения исследуемых перспективных рудных объектов. Вместе с тем, практическим опытом доказано наличие рудных залежей на больших глубинах, как правило, характеризующихся большим скоплением рудных тел и повышенным содержанием полезного компонента. С учетом увеличивающейся стоимости и сложности бурения глубоких скважин большое значение приобретают технологии, позволяющие увеличить коэффициент достоверности прогнозирования рудных залежей. Одной из таких технологий является 3D моделирование геологических сред [1].

Решение вопросов моделирования строения и формирования сложно построенных геологических сред и рудных объектов, минимизация рисков их освоения является важной задачей для решения вопросов рациональной разработки месторождений твердых полезных ископаемых. При этом, наиболее сложные и проблемные геологические модели присущи рудным объектам, расположеннымна больших глубинах, осложненных дизъюнктивной тектоникой, наличием блоковой структуры, разнообразием литолого-фациального состава пород, резкой неоднородностью рудного тела и вмещающей среды [2].

Сегодня в Австралии, Европе, Канаде, Южной Африке разрабатываются методы, повышающие эффективность разведки глубоко залегающих твердых полезных ископаемых, используютсяболее эффективные и безопасные технологии освоения рудных залежей.

В связи с возросшей трудоемкостью и стоимостью буровых работ, поставленные задачи сегодня, все чаще решаются с широким применением более дешевых геофизических методов поисков и разведки твердых полезных ископаемых. Традиционные геофизические исследования в горнодобывающей промышленности в значительной степени опираются на потенциальные полевые и электромагнитные методы, как воздушные, так и наземные. Магнито-, грави- электроразведка различных модификаций сегодня эффективно используются для выявления перспективных объектов,залегающих на глубинах менее 500м и планирования поискового бурения.Сейсмические методы общепризнано обеспечивают большую глубину проникновения и хорошую разрешающую способность, но преобладающее большинство специалистов горнодобывающего сектора до не давнего времени считало, что сейсмическое профилирование является экономически неэффективным для решения задач рудной геологии. Кроме того, часто высказывается мнение о низкой информативности недостаточно интенсивных, неоднозначных отражений сейсмических сигналов, в связи с отсутствием понимания того, как наблюдаемые сейсмические сигналы коррелируются с особенностями глубинных неоднородностей геологической среды в рудных районах, в отличие от хорошо изученных, характерных для геологических комплексов осадочных (нефтяных) бассейнов [3].

Многолетние исследования в Канаде изменили эту точку зрения, указав на возможную новую нишу для сейсмической разведки. Как и нефтегазовая промышленность, горнодобывающая промышленность является краеугольным камнем канадской экономики, где добыча твердых полезных ископаемых составляет порядка 12 млрд. долл. США в год. За некоторыми заметными исключениями (открытие никель-кобальтового месторождения в заливе Вуази в Лабрадоре) канадская горнодобывающая промышленность ищет новые месторождения руды для увеличения сокращающихся запасов на разрабатываемых сегодня месторождениях. Требование к выявлению глубоких рудоносных горизонтов до сегодняшнего дня стимулирует поиск новых технологий для снижения затрат и повышения эффективности бурения [4].

С 1990 года государственная геологическая служба Канады в сотрудничестве с промышленностью осуществляет программу по оценке использования методов сейсморазведки для поисков и разведки твердых полезных ископаемых. Сейсморазведочные исследования были осуществлены для изучения как региональных структур земной коры в рудных районах Онтарио и Квебеке, так и по опытным детальным профилям через важные районы добычи полезных ископаемых в субпровинции Абитиби (рис. 1).

Детальные исследования осуществлялись с использованием высокочастотных параметров регистрации сейсмических сигналов (расстояние между источником и приемником 20м, развертка 30140Гц, 240 каналов, 120-кратное покрытие, интервал выборки 2мс, длина коррелированной записи 5с с разверткой 12с). В результате было установлено, что рудовмещающие вулканогенные породы дают устойчивые отражения, отчетливо коррелирующиеся по простиранию на значительные расстояния (Clowes, 1994). Эти результаты послужили толчком для дальнейших исследований с целью оценки использования многоканальной сейсморазведки (MCS) при изучении глубоких рудных горизонтов (до 2 км и более) и проектирования эффективной технологии разработки месторождений.

Рисунок 1 - Расположение крупных горнодобывающих провинций в Центральной и Восточной Канаде. Зеленая зона показывает местоположение субпровинцииАбитиби Канадского щита, одного из важнейшего горнорудного района в мире

Исследование упругих свойств горных пород показало, что ожидаемый разброс значений в акустическом импедансе между рудами и вмещающими породами достаточный для выделения наблюдаемых отраженных и (или) рассеянных волн. Однако, для выделения рудной залежи с помощью MCS, она должна соответствовать следующим геометрическим критериям: минимальные толщины ~5 м и протяженность ~ 100 м. На рисунке 2 показан пример мигрированных сейсмических разрезов месторождений Матагами и Квебек, которые иллюстрируют отражения сейсмических волн, связанные с вулканическими рудовмещающими комплексамив рудной провинции Абитиби.

Последующие сейсмические исследования, увязанные с данными скважин, показали, что литологические контакты между ультраосновными и кислыми породами, характеризующиеся хорошей петрофизической дифференциацией и значительной протяженностью массивов, являются также благоприятными для выделения их с помощью MCS метода. Однако, на некоторых месторождениях, таких как Бучаны, лучше фиксируются структурные зоны (разломы, сдвиги, смещения пластов и т.д) чем литологические контакты. В обоих случаях эти исследования показали, что качественная регистрация и корректно обработанные сейсмические данные могут служить ценным геофизическим инструментом для интерпретации стратиграфического и структурного каркаса минеральных систем и, реже, прямого обнаружения глубоких рудных месторождений.

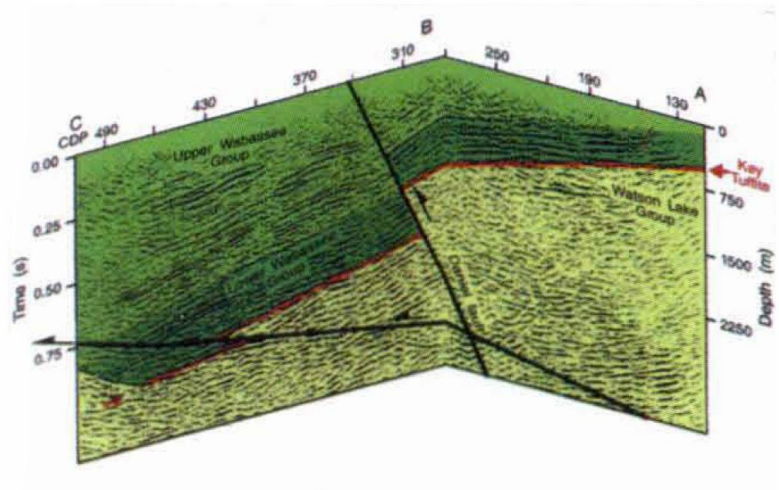


Рисунок 2 - Сейсмический разрез по линии высокого разрешения 29-3 района Матагами, Северный Квебек, (Adametal. 1995)

Широко известна возможность применения сейсморазведки для мониторинга разработки нефтяных месторождений (4D сейсморазведка). В этом направлении для рудных месторождений также имеется положительный результат для выявления отработанных блоков рудной залежи и построения моделей подземных выработок для дальнейшей успешной разработки месторождения. Анализ синтетического и наблюденного 2D немигрированого разрезов на колчеданном месторождение Крейтон и массивной сульфидной залежи месторождения Гертруды в районе Садбери (Канада), показывает возможность выделения границы между нетронутой и выработанной в процессе разработки частями рудного тела по направлению и характеру рассеяния энергии сейсмического сигнала. Эти и другие результаты моделирования сейсмических данных свидетельствуют о распространении прямого рассеяния по направлению падения линзовидных залежей, а по величине амплитуды сейсмических волн выделяется граница выработанной области рудной залежи, характеризующаяся максимальным дифракционным откликом (рис. 3).

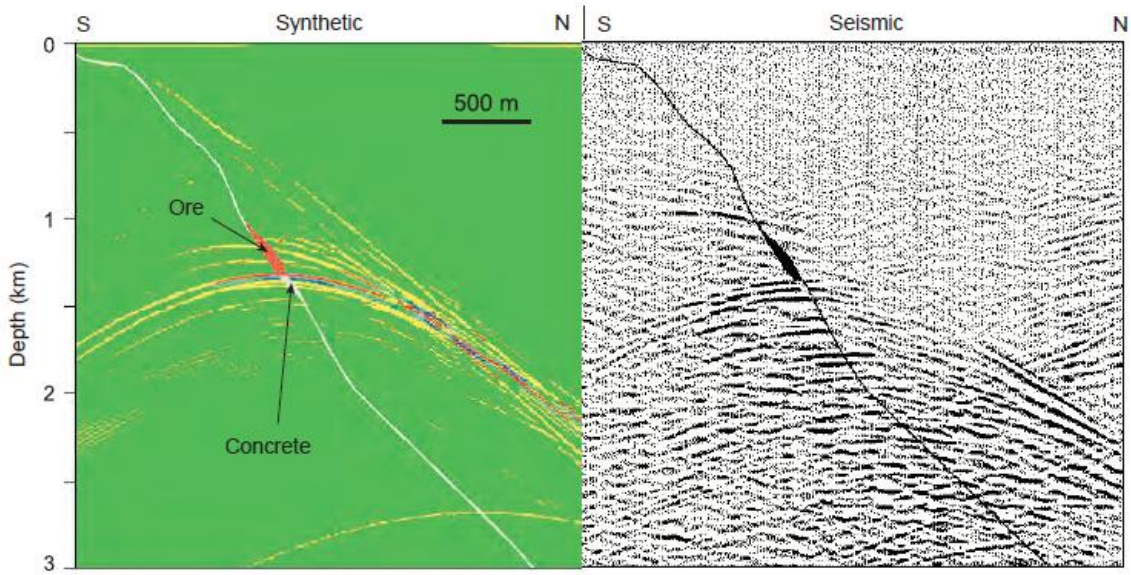


Рисунок 3 - Синтетические (слева) и наблюдаемые (справа) отражения от массивной сульфидной залежи месторождения Гертруды в Садбери. Дифракция сейсмических волн в верхней части рудного тела показывает границу нетронутой и выработанной части рудной залежи (Milkereitetal. 1996)

Комплексный анализ геолого-геофизических данных проведен австралийскими исследователями на месторождении Камбалда (западная Австралия). Сейсмическая съемка проведена по серии поисковых профилей (2D) и по площади непосредственно над рудной залежью (3D) (рисунок 4). В результате показано, что 2D и 3D сейсмические съемки обеспечивают с достаточной степенью достоверности решение следующих геологических задач (рисунок 5-6):

– дифференциация геологического разреза по скорости распространения сейсмических волн и плотности горных пород;

– выделения литолого-фациальных неоднородностей геологического разреза, стратиграфических комплексов, зон минерализации на глубине;

– выделение флюидных зон и площади их распространения;

– выделение контрастных по физическим параметрам (массивных) рудных залежей,определение их морфологии и геометрии.

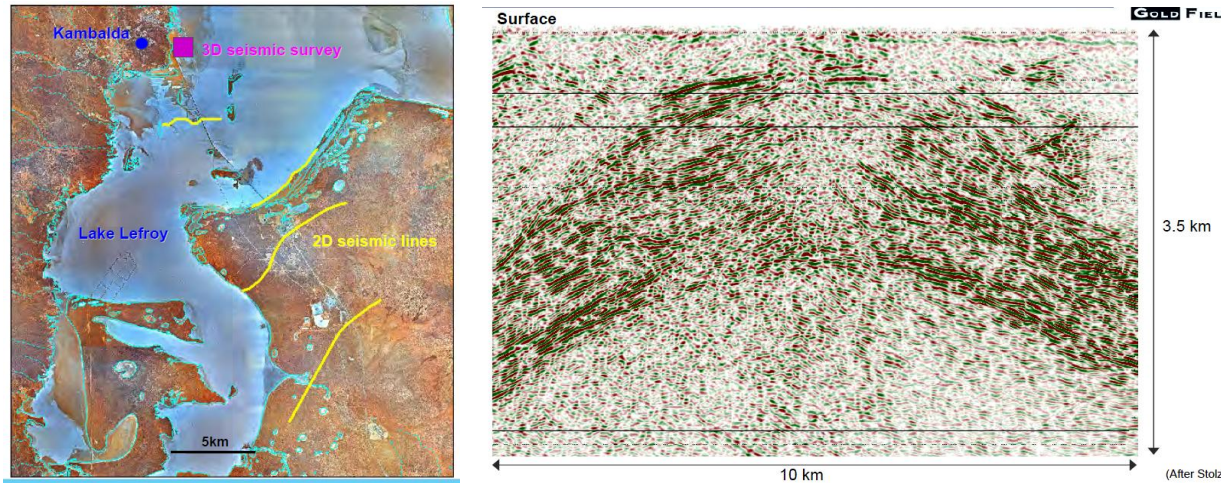


Рисунок 4 - Месторождение Камбалда (западная Австралия). Сейсмические 2 и 3D исследования (StolzandLally, 2006)

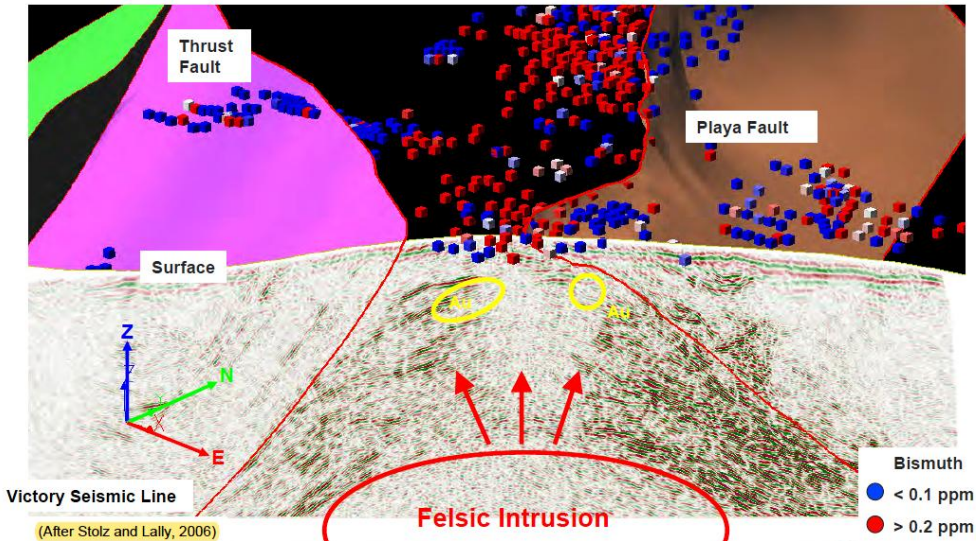


Рисунок 5 - Месторождение Камбалда (западная Австралия). Комплексная интерпретация геолого-геофизических данных при изучении золоторудных объектов (StolzandLally, 2006)

Таким образом, на сегодняшний день получены многочисленные положительные результаты по 2D и 3D полевым сейсморазведочным работам на различных месторождениях твердых полезных ископаемых (Malhmiretal. 2012). Сейсмические методы все чаще используются в рудной геологии для выявления широкого спектра полезных ископаемых, включая основные металлы (Cu, Pb, Zn, Al и др), уран, алмазы, драгоценные металлы и обеспечивают изучение глубинных геологических структур вмещающие рудоносные горизонты, а в некоторых случаях могут использоваться для прямого выделения рудных залежей.

Кроме полевых сейсмических исследований, широко используются сейсмические исследования в скважинах, такие методы как ВСП, ВСЗ и межскважинное сейсмическое просвечивание. Сейсморазведочные работы проводятся с целью поисков и разведки месторождений полезных ископаемых на глубинах свыше 1км, а также для планирования подземных выработок при разработке глубоких рудных объектов.

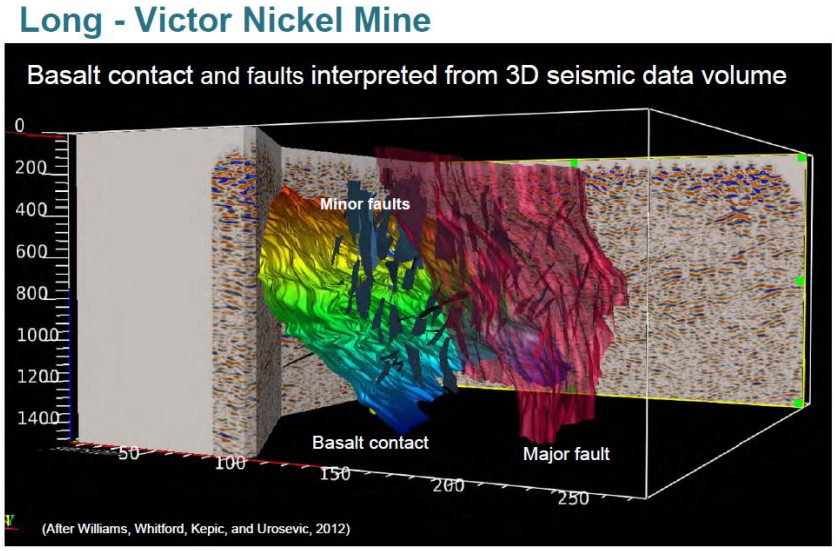


Рисунок 6 - Месторождение Камбалда (западная Австралия). 3D сейсмическая модель никелевой рудной залежи (Williams, Whitford, Kepic, andUrosevic, 2012)

Возрастающее применение сейсморазведки на различных рудных объектах показывает, что она, наконец, становится признанной и традиционной в горнодобывающем секторе. Это открывает новые возможности для геофизиков, но также ставит дополнительные задачи для решения новых проблем.

Рудная сейсморазведка отнесена к числу широкодиапазонных методов, применяемых как при региональных исследованиях, так и при решении разномасштабных задач структурного контроля рудных месторождений в геологических средах более сложных, чем среды, изучаемые традиционной сейсморазведкой при нефтепоисковых работах. Поэтому возникла необходимость определить возможность использования высокоплотностной широкоазимутальной 3Dсейморазведки для структурного картирования рудоперспективных площадей и детального изучения глубокозалегающих рудоносных комплексов в Казахстане.

На сегодняшний день большинство рудных районов Казахстана изучено с поверхности достаточно хорошо и фонд неглубоко залегающих и легко открываемых месторождений практически исчерпан. В значительной части региона стоит задача поисков месторождений на глубинах 1000-1500 и более метров. При решении таких задач прямые методы поисков будут заменяться косвенными, базирующимися на изучении и применении особенностей объемного геологического строения рудных районов, рудных полей и месторождений, т.е на основе объемного геологического моделирования.

В настоящий момент на казахстанском рынке отсутствуют предложения отечественных и зарубежных компаний по применению трехмерной сейсморазведки для моделирования рудных залежей в сложных горно-геологических условиях, отвечающих международным требованиям и способных в полной мере удовлетворить потребности отрасли.

Высокоразрешающая 3D сейсморазведка и современные обрабатывающие и интерпретационные комплексы могут обеспечить получение материалов высокого качества для решения следующих геологических задач:

- Изучение структурно-тектонического строения рудных районов;
- Выделение и уточнение рудоконтролирующих структур;
- Обнаружение и глубинное картирование рудоконтролирующих разломов;
- Объемное картирование интрузивных массивов;
- Определение пространственного положения рудоносных внутри интрузивных зон и т.д.

В ноябре 2018 году группа ученых Казахстанского головного института по проектированию предприятий цветной металлургии ТОО НИИ «Казгипроцветмет»получила государственный грант на выполнение научно-исследовательских работ по теме: «Трёхмерная сейсморазведка для моделирования рудных залежей в сложных горно-геологических условиях Казахстана». Исследования проводятся с цельювнедрения и коммерциализации технологии моделирования сложных по геологическому строению рудных месторождений на основе проведения детальной 3D-сейсморазведки. Планируетсяопробование и внедрение технологии 3D-сейсморазведки для изучения глубинных геологических неоднородностей, детального строения и состава рудных объектов на месторождениях медистых песчаников в Казахстане и построения на ее основе модели рудных залежей для последующего эффективного освоения и эксплуатации месторождений.

Технология будет апробирована и внедрена на существующих месторождениях компании ТОО Корпорации «Казахмыс» в Жезказганском рудном районе. Кроме крупнейшего в мире Жезказганского месторождения медистых песчаников в районе разведана Жиландинская группа месторождений меди (Восточная и Западная Сарыоба, Итауз, Кипшакпай, Карашошак) [5]. В геологическом строении этих месторождений принимает участие однообразный комплекс терригенных песчано-глинистых пород, относящихся по возрасту к верхнебелеутинским слоям серпуховского яруса, таскудукской и жезказганской свитам, осложненных тектонической дислоцированностью и пространственной неоднородностью рудовмещающих толщь. Основными вмещающими породами Жиландинского рудного поля являются песчаники и алевролиты серого и бурого цветов. Оруденение приурочено к серым мелко-средне зернистым песчаникам. В верхней части продуктивной толщи расположены маркирующие пласты конгломератов Раймундовского горизонта, которые по физическим параметрам отличны от основных пород района, известняков Белеутинского горизонта (рис. 7).

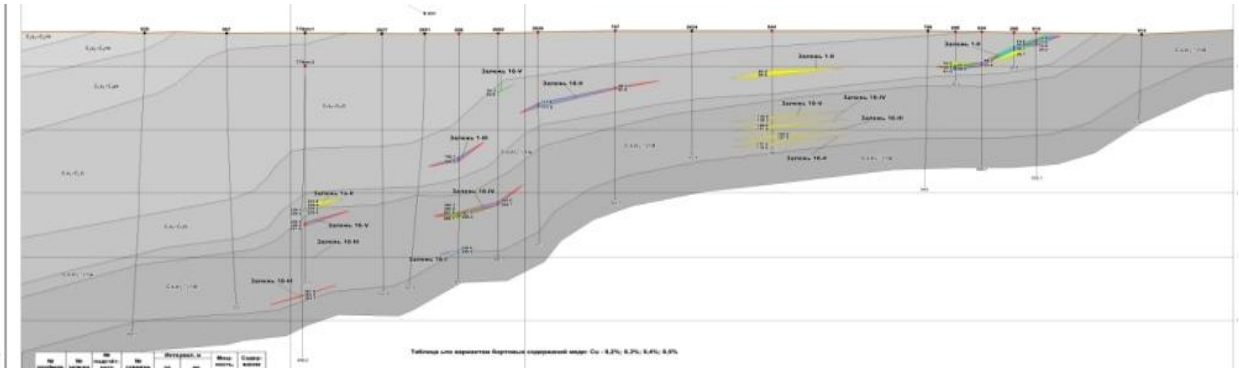


Рисунок 7 - Месторождение Западная Сарыоба. Геологический разрез

Гипсометрически подстилающие продуктивную толщу серые песчаники и алевролиты по физико-механическим свойствам отличны от основного разреза. Плотностная дифференциация бурых и рудоносных серых песчаников (окремненные и более плотные, повышенные скорости прохождения волн), обуславливают литолого-физические особенности пород Жезказганского рудного поля и обеспечивают петрофизическую дифференциацию разреза, что позволит по данным сейсмо- и электроразведки получить детальную модель рудного поля в 3D варианте.

Геологические факторы для постановки 3D сейсморазведки следующие*:*

– Месторождения медистых песчаников полигенные, т.е. медное оруденение формируется в процессе длительных геологических процессов;

– Накопление медносодержащих осадков формируется на геохимических барьерах;

– Происходит формирование специфических структурных ловушек накопившие медную руду;

– Характерна гидротермальная проработка с обогащением бедных осадочных руд и т.д.;

– Наиболее богатые медные руды сформировались после их гидротермальной проработки, что предполагает наличие на глубине интрузии, предположительно основного состава и, возможно, местами прорвавшейся на поверхность в виде вулканов, о чем свидетельствуют наличие в осадках туфовых отложений.

По глубине залегания на большинстве месторождений выделяются три группы пространственного положения рудных тел. Первые две располагаются на глубинах до 200-250м, третья –на глубине от 800 м и глубже.

В ближайшее время ТОО Корпорации «Казахмыс» планирует освоение расположенных в Жиландинской структуре месторождений Западная и Восточная Сарыоба, характеризующиеся общностью геологической ситуации. Корпорация своим техническим заданием поручает грантополучателю (ТОО «Казгипроцветмет») создание достоверной геологической модели рудных объектов Жиландинской группы медных месторождений с учетом структурных и литологических особенностей, что позволит получить комплексное представление о геологическом строении рудоносного горизонта изучаемых месторождений. Разработка методических и технологических решений для моделирования с учетом всей совокупности неоднородностей геологического объекта и построения цифровых моделей даст возможность провести достоверный прогноз, оценку и подготовку к разведочному бурению рудоперспективных структур и, в конечном итоге, получить необходимые данные для подбора объективных кондиций при подсчете запасов и разработке неосвоенных участков.

В результате исследований будет показана возможность использования высоко плотоностной широкоазимутальной сейморазведки 3D для структурного картирования рудоперспективных площадей и детального изучения рудоконтролирующих комплексов на исследуемых объектах. На основе применения современных средства регистрации, приема и возбуждения упругих колебаний для проведения сейсморазведочных работ будут опробованы различные модификации сейсморазведки 3D, дана оценка возможности применения современных обрабатывающих и интерпретационных комплексов, для получения материалов высокого качества и показана эффективность рудной сейсморазведки при решении геологических задач.

Созданная при выполнении исследований, и реализованная оригинальная технология объемного геолого-геофизического моделирования рудных районов на основе оптимизированной технологии 3D сейсморазведки будет рекомендована горнорудным компаниям, как на этапе тестирования применяемых технологий регистрации и обработки сейсмической информации, так и при решении задач, связанных с дальнейшим усовершенствованием технологии сейсмических методов при решении задач рудной геологии. Технология будет предложена потенциальным покупателям: производственным, сервисным, научно-исследовательским организациям горнодобывающей отрасли РК, для оценки запасов и как цифровая основа для создания проекта разработки рудных залежей.

Литературы:

1. Глазнев В.В. Система для создания трехмерных моделей геологических объектов // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. -2000. -№8. –С.205-207

2. Байбатша А.Б., Кулкашев Н.Т., Бекботаева А.А., Шакирова Г.С. Перспективы Казахстана на выявление нетрадиционных типов месторождений цветных и благородных металлов//Материалы Международной конференции: Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых. Томск, 2010. – с. 402-404

3. AlirezaMalehmir,Raymond Durrheim,Gilles Bellefleur, MilovanUrosevic, Christopher Juhlin, Donald John White,Bernd Milkereit,Geoff Campbell. Seismic methods in mineral exploration and mine planning: A general overview of past and present case histories and a look into the future. GEOPHYSICS.77:5, WC173-WC190. Online publication date: 7-Sep-2012.

4. David W. Eaton, Bernd Milkereit, Matthew Salisbury, Erick Adam. Jianjun Wu. Mining Exploration: A New Frontier for the Canadian Seismic Industry Publisher: Society of Exploration Geophysicists. Online publication date: 8-Sep--2010.

5. Месторождения меди Казахстана. Алматы, 1996. – 154 с.

С.А. Истекова, Е.А. Ан

Қазақстанның кен орындарына жоғарғы ажыратымдылық 3Д сейсмикалық барлауды қолдану сұрағына

Аңдатпа. Әлемдік кен орындарында кен геологиясы міндеттерін шешу кезінде сейсмикалық барлауды қолдану жағдайына шолу ұсынылған. "Казгипроцветмет" ЖШС ғылыми ұжымының 3D-сейсмобарлау негізінде табиғи объектілердің үш өлшемді геологиялық үлгілерін құру технологиясын әзірлеу бойынша зерттеу жұмыстарын жүргізуге негіздеме берілді. Ғылыми жоба шеңберінде терең геологиялық біртектілікті зерттеу үшін 3D-сейсмобарлау әдістемесінің технологиясын, Қазақстандағы мысты құмтасты кен орындарында кен объектілерінің егжей-тегжейлі құрылымы мен құрамын сынамалау және енгізу жоспарлануда.

Кілт сөздер: сейсмобарлау, рудалы кенорындар, барлау, өңдеу, мысты құмтастар

S.A. Istekova, E.A. An

To the question of the application of highly solving 3D seismic exploration on ore deposits of Kazakhstan

Abstract. An overview of the state of seismic exploration in solving problems of ore geology at world deposits is presented. The substantiation of the research work of the research team of Kazgiprotsvetmet LLP on the development of technology for creating three-dimensional geological models of natural objects based on 3D seismic exploration is given. As part of the research project, it is planned to test and implement the 3D-seismic survey technology to study deep geological heterogeneities, detailed structure and composition of ore objects in the copper sandstone deposits in Kazakhstan.

Keywords: seismic exploration, ore deposits, exploration, development, cuprous sandstones.

УДК 001.89:622.24.002.2

М.Б. Каженов

Специалист департамента геологии нефти и газа АО «НИПИнефтегаз»,
Научный руководитель – Н.Н. Ускова,
Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа»,
Республика Казахстан, г. Уральск
kazhm1@nipi.kz

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ONLINE

Аннотация. *Центры дистанционного сопровождения бурения скважин становятся обязательным атрибутом крупных сервисных компаний и компаний-операторов. В статье рассматриваются особенности и преимущества таких центров, позволяющих решать целый ряд уникальных технических задач для контроля, анализа и оптимизации процесса строительства скважин в масштабе времени, близком к реальному. Центры дистанционного сопровождения бурения объединяют специалистов различного профиля и*

позволяют решать самые сложные задачи. Одна из основных задач центров – это оптимизация параметров бурения и увеличение скорости строительства скважин.

Ключевые слова: *Центр дистанционного сопровождения бурения скважин, техническая и геологическая поддержка, геонавигация, каротаж во время бурения (LWD), сотовая и спутниковая связь, траектория ствола скважины.*

Исторически первые центры дистанционного сопровождения бурения скважин появились для контроля и оптимизации процесса строительства скважин в Мексиканском заливе в начале 2000-х годов. Назывались такие центры «war room», что можно перевести как «командный центр». Они представляли собой небольшие комнаты в офисах компаний-операторов, где можно было отслеживать в реальном времени различные технические параметры строительства скважин. В последующем, в связи со значительным увеличением количества данных и сложности решаемых задач, подобные центры все более усложнялись и совершенствовались. В настоящее время данная технология получила широкое распространение, и сейчас центры дистанционного сопровождения бурения занимают многие десятки и сотни квадратных метров с самым современным оборудованием, включая 3D-кинозалы для графической визуализации геологической информации, а количество одновременно работающих там специалистов достигает нескольких десятков. Так в чем же особенности и преимущества таких центров, позволившие им стать обязательным условием работы как сервисных компаний, так и компаний-операторов? Ниже будут рассмотрены основные моменты, связанные с организацией работ центров дистанционного сопровождения бурения, позволяющие решать широкий спектр задач.

Основным принципом работы центров дистанционного сопровождения бурения скважин является возможность круглосуточно и удаленно контролировать и оптимизировать процесс строительства скважины в реальном времени. Достигается это за счет передачи данных с буровой по локальной сети или через сеть интернет по протоколам WITS/WITSLM. Помимо параметров бурения (вес на крюке, давление в манифольде, момент, расход промывочной жидкости, число оборотов) также передаются данные датчиков каротажа в процессе бурения (LWD) и на кабеле (рис. 1), параметры раствора, данные, получаемые во время цементирования, гидроразрыва или заканчивания скважин.

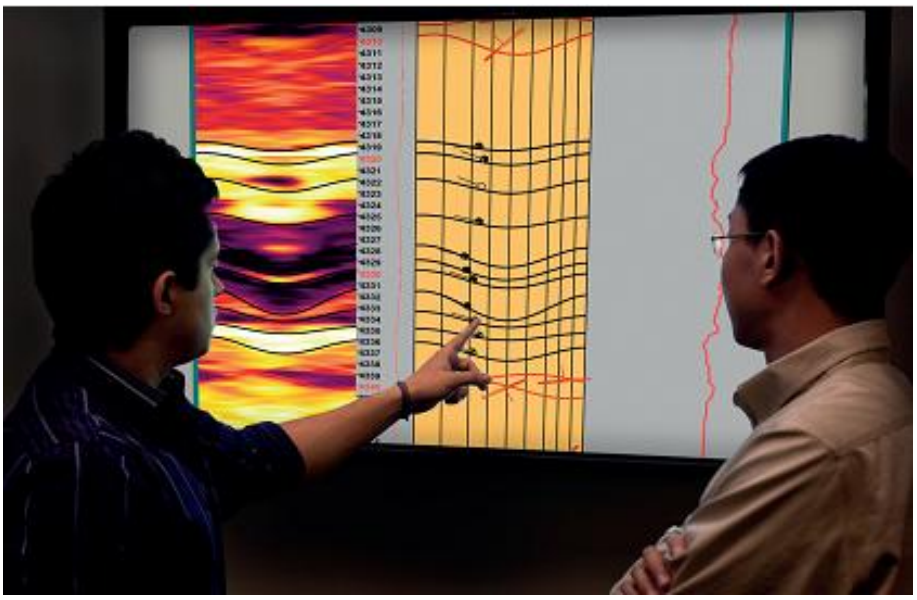


Рисунок 1 - Технологии позволяют передавать в центры данные каротажа в реальном времени

В свою очередь, в центрах сопровождения установлено программное обеспечение, дающее возможность визуализировать, анализировать и хранить все получаемые данные. В случае если возникают какие-либо проблемы со связью, программное обеспечение позволяет позже, при установлении соединения с буровой, получить все недостающие данные. Таким образом, специалисты, находящиеся в центрах дистанционного сопровождения, получают все те же данные в реальном времени, что и специалисты на буровой.

В центрах дистанционного сопровождения бурения скважин реализовано тесное взаимодействие специалистов различного профиля, при этом они могут представлять как сервисные компании, так и компании-операторы месторождений. Обычной практикой является круглосуточное присутствие в подобных центрах следующих специалистов: инженеры по бурению, инженеры технической поддержки, специалисты по оптимизации бурения, геологи, геомеханики. При бурении в северных широтах или в регионах со слабой изученностью естественного магнитного поля Земли в центрах сопровождения также присутствуют специалисты по контролю качества инклинометрических замеров. В случае необходимости данные специалисты могут оперативно внести необходимые поправки и снизить неопределенность положения ствола скважины. Для работы в центрах сопровождения привлекаются опытные специалисты, имеющие большой практический опыт. Таким образом компании получают возможность максимально эффективно использовать наиболее опытных сотрудников. При необходимости центры сопровождения могут быть максимально быстро дополнены и другими специалистами. Кроме того, центры сопровождения имеют возможность собирать и анализировать данные и опыт со всех работ, а также оперативно обращаться к глобальной базе данных, в том числе и к мировому опыту. Как правило, центры сопровождения контролируют работы в нескольких регионах или странах со схожими условиями работы. При этом существуют также центры поддержки, контролирующие все региональные центры, которые помогают решать наиболее сложные задачи и привлекать специалистов с уникальным опытом и знаниями.

Изначально задачей центров дистанционного сопровождения являлась техническая поддержка инженерных операций на буровой. Такая задача, безусловно, и сейчас стоит перед специалистами центров сопровождения, но сегодня все чаще основными задачами являются оптимизация бурения и геологическое сопровождение в реальном времени. Зачастую центры дистанционного сопровождения объединяют с центрами геологического сопровождения в реальном времени (геонавигация), и в этом случае компании-операторы могут не только получать в реальном времени всю информацию о процессе строительства скважин, но и оперативно принимать и согласовывать (что зачастую требует значительного времени) изменения в траектории бурения и решать геологические задачи. Кроме того, центры дистанционного сопровождения позволяют значительно сократить число специалистов, занятых непосредственно на буровой, что дает возможность снизить транспортные затраты, затраты на проживание и существенно уменьшить риски, которым подвержен персонал на буровой. Если попытаться сформулировать задачу центров дистанционного сопровождения в одном предложении, то это будет звучать следующим образом: улучшение и ускорение процесса планирования, оптимизации, контроля и согласования процесса строительства скважин.

Помимо передачи и визуализации данных, программное обеспечение, установленное в центрах дистанционного сопровождения бурения, позволяет автоматизировать некоторые процессы, что дает возможность инженерам центра уделять больше внимания оптимизации процесса строительства скважины и аналитической работе. Так, например, существует возможность в автоматическом режиме получать данные о фактической траектории скважины в реальном времени, сравнивать с последней версией плановой траектории и рассчитывать отклонение. В случае если отклонение превышает заранее установленные пределы, программный комплекс информирует об этом специалистов. Также существуют алгоритмы, позволяющие выявить на ранних стадиях проблемы, связанные с бурением. К

таким проблемам относятся: промыв бурового инструмента, высокий уровень забойных напряжений и вибраций, нефтегазоводопроявления и т. д.

Кроме широкого спектра преимуществ, центры дистанционного сопровождения обладают и некоторыми недостатками. В частности, одним из наиболее критичных условий работы является наличие связи между буровой и центром сопровождения. Наибольшее распространение при передаче информации с буровой получили спутниковые и сотовые системы связи. У каждой из них есть свои достоинства и недостатки. К достоинствам сотовой связи стоит отнести недорогое приемо-передающее оборудование и низкие затраты по оплате трафика, высокую мобильность, простоту в эксплуатации. К недостаткам - низкую скорость передачи, низкую надежность связи и отсутствие покрытия (или неустойчивость покрытия) земной поверхности сетями сотовой связи на удаленных территориях, где в настоящее время в основном и осуществляется бурение скважин на нефть и газ. Достоинства спутниковой связи - это почти 100%-ное покрытие поверхности земного шара, высокая надежность связи, широкая полоса пропускания (высокая скорость передачи). Из недостатков стоит отметить дорогостоящее клиентское оборудование. Некоторые из систем требуют специальных навыков по пуско-наладке системы (система VSAT), в свою очередь, некоторые системы имеют высокие расценки на передачу информации (Inmarsat BGAN, Inmarsat M4).

Уникальный штат сотрудников, программное обеспечение и инфраструктура центров дистанционного сопровождения бурения скважин позволяют не только решать существующие задачи, но и развиваться. Одним из наиболее перспективных направлений развития центров сопровождения является удаленное сопровождение операций. Это может быть полезно, например, для морского бурения, где зачастую количество персонала на буровой строго регламентировано, а количество высокотехнологического оборудования, используемого при строительстве скважин, увеличивается. В этом случае часть работы может выполняться удаленно из центров сопровождения – без ущерба для качества выполнения. Также данное направление может быть полезно при бурении типовых скважин, где удаленное сопровождение может значительно сократить затраты.

Таким образом, с применением современных программных технологий создаются информационные условия для формирования целостного представления о состоянии проводимой работы, оценки её эффективности, прогнозирования тенденций развития процесса бурения и принятия обоснованных управленческих решений, что в конечном итоге ведёт к повышению эффективности вложений в строительство нефтегазовых скважин. В Казахстане центры сопровождения впервые появились у сервисных компаний. В последствии компании-операторы переняли этот опыт и в настоящий момент в некоторых компаниях уже есть подобные центры. Хочется надеяться, что данная технология продолжит свое развитие и в будущем значительно расширит диапазоны решаемых задач.

Литературы:

1. Шматченко Н. Геофизические исследования и работы в скважинах. Том 7. – Уфа. - 2010.

2. Oil & Gas Journal Russia - 2016.

3. Российский рынок сопровождения наклонно-направленного бурения: текущее состояние и прогноз до 2027 года. Аналитический отчёт - 2017.

Каженов М.Б., Ускова Н.Н.

Online бұрғылауды қашықтан сүйемелдеу орталығы

Аңдатпа. Мақалада бұрғылаудың қашықтан қызмет көрсету орталығының ерекшеліктері талқыланып, online режимінде ұңғымаларды салу үрдісін бақылау, талдау және оңтайландыру үшін бірқатар бірегей техникалық мәселелерді шешуге мүмкіндік беретін осындай орталықтардың артықшылықтары түсіндіріледі. Орталықтың тағы бір ерекшелігі әр түрлі профильді мамандарды біріктіру қабілеттілігі болып табылады.

Кілт сөздер: ұңғымаларды бұрғылауда қашықтан қызмет көрсету орталығы, техникалық және геологиялық қолдау, геонавигация, бұрғылау кезіндегі каротаж, ұялы және спутниктік байланыс, ұңғыма траекториясы.

M.B. Kazhenov, N.N. Uskova
Center for remote maintenance of drilling online

Abstract. The article discusses the features of the center of remote maintenance of drilling and explains the advantages of such centers, allowing to solve a number of unique technical problems for monitoring, analyzing and optimizing the process of well construction online. Another feature of the center the association of specialists of various profiles.

Keywords: center for remote maintenance of well drilling, technical and geological support, geosteering, logging while drilling (LWD), cellular and satellite communications, borehole trajectory.

УДК 556

Д.К.Калитов[1], В.А.Завалей[2], Б.Р.Кисмельева[2], А.Д.Калитова[2]
[1]ТОО «Производственная компания «Геотерм», Казахстан, г. Алматы
[2] Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
v_zavaley@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ НА УЧАСТКЕ ЖАРКУНАК ЖАРКЕНТСКОГО БАССЕЙНА В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация. *Изложены результаты поисково-разведочных работ для выявления и оценки эксплуатационных запасов геотермальных вод участка Жаркунак. В процессе бурения скважин производился комплекс каротажных исследований (ГИС), по результатам которых выделен наиболее перспективный для освоения верхнемеловой водоносный горизонт. Перфорация колонны проведена в интервале 2763-2793м. Получен приток термальных вод с температурой +103^{o}С, дебит 50,5дм^{3}/с, избыточное давлением 235м. Минерализация подземных вод 0,71г/дм^{3}. Расчет эксплуатационных запасов подземных вод осуществлен гидродинамическим методом для водозабора, состоящего из 5-и скважин площадного расположения. Эксплуатационные запасы подземных вод верхнемелового термоводоносного горизонта утверждены в количестве 12960м^{3}/сут (150дм^{3}/с) на срок эксплуатации 10000 суток.*

Ключевые слова. *Термальные подземные воды, гидрогеологические параметры, бурение скважин, опытно-фильтрационные работы, минерализация и химический состав, эксплуатационные запасы, водозабор.*

Накопленный положительный опыт комплексного освоения геотермальных ресурсов показывает, что термальные воды представляют собой ценнейшее полезное ископаемое, позволяющее, при сравнительно невысоких затратах, использовать их в качестве постоянного источника тепловых ресурсов, а также выработки электроэнергии, бальнеологических нужд и др. Проведенные целенаправленные гидрогеологические исследования на геотермальные воды доказали перспективность их использования в Жаркентском артезианском бассейне [1].

Территория проведения поисково-разведочных работ на участке Жаркунак относится к Панфиловскому району Алматинской области. Географически – это восточная часть Илийской межгорной впадины. Территория с высокоразвитым агропромышленным комплексом. Последние годы ознаменованы значительным развитием инфраструктуры – построена железнодорожная магистраль Алматы – Хоргос, проложена нитка газопровода из

Казахстана в Китай, строятся современные автобаны и реконструируются автомобильные дороги.

Жаркентский артезианский бассейн является бассейном второго порядка по отношению к Илийской системе артезианских бассейнов. Геолого-структурные условия территории позволяют рассматривать его как самостоятельную гидрогеологическую единицу и выделить в его пределах двух районов (левобережный и правобережный) с весьма своеобразными условиями формирования гидрогеологической обстановки. Правобережный район – центральная и северная часть депрессии характеризуется сложными геоструктурными условиями. Для него характерно резкое расчленение палеозойского фундамента на блоки, густая сеть тектонических разломов, глубокое залегание мезозойских отложений и в целом мезозой-кайнозойского чехла. Мощности кайнозойских отложений здесь достигают своего максимума и зачастую они дислоцированы в складки.

Водоносный комплекс, приуроченный к отложениям мела, получил довольно широкое распространение. Минерализация вод горизонта не высокая, обычно не превышает 1,1г/дм^3. Химический состав их также не одинаков, что связывается блоковым строением территории. В газовом составе на всех участках преобладает азот 75,0-98,4 об %.

Формирование подземных вод в Жаркентской депрессии происходит в мощной толще рыхлообломочных породах под влиянием как поверхностных, так и глубинных факторов, различной интенсивности водообмена, высоких пластовых давлений и температур. Питание подземных вод осуществляется преимущественно за счет сформировавшегося в горах поверхностного стока, а также инфильтрации атмосферных осадков и притока подземных вод со стороны горного обрамления, имеющих подчиненную, но значительную долю в общей сумме питания.

Высокие теплопроводящие свойства пород осадочного чехла Жаркентской депрессии, а также интенсивная нарушенность фундамента и осадочной толщи тектоническими нарушениями способствуют активному прогреву отложений и, соответственно, заключенных в них подземных вод.

В целом наблюдается закономерное возрастания температуры с глубиной. Наибольшие температуры зафиксированы в центральной части впадины, в наиболее переуглубленной ее части и в непосредственной близости с региональными тектоническами нарушениями, безусловно влияющими на геотемические условия района. Значения геотермических градиентов для осадочного чехла депрессии изменяется по площади бассейна от 2,0 до 4,4^{o}С/100 м. Лишь в пределах Карадалинского месторождения термальных вод они повышаются до 5,5^{o}С/100 м, что можно объяснить подтоком в водоносный комплекс меловых отложений более нагретых вод по зонам тектонических нарушений. Выполненные геотермические исследование позволяют в пределах бассейна в разрезе мезо-кайназойского чехла выделить пять геотермических зон.

Под Жаркунакским месторождением подземных вод понимается центральная часть территории Жаркентского бассейна, включающая скважины №№5539 и 1-РТ, а также три условные скважины, входящие в расчетную схему площадного водозабора (Скв. №№ 1-ТЭ, 2-ТЭ, 3-ТЗ) (Рис.1).

Основной целью поисково-разведочных работ являлись уточнение граничных условий артезианского бассейна, выявление условий формирования геотермальных вод бассейна, уточнение геолого-структурных, геотермических и гидрогеологических особенностей участков разведки и в целом Жаркунакского месторождения геотермальных подземных вод, определение мощности, водообильности, фильтрационных свойств и глубины залегания наиболее перспективного верхнемелового водоносного комплекса, оценка эксплуатационных запасов геотермальных вод по промышленным категориям с дифференциацией этих запасов по направлениям их использования.

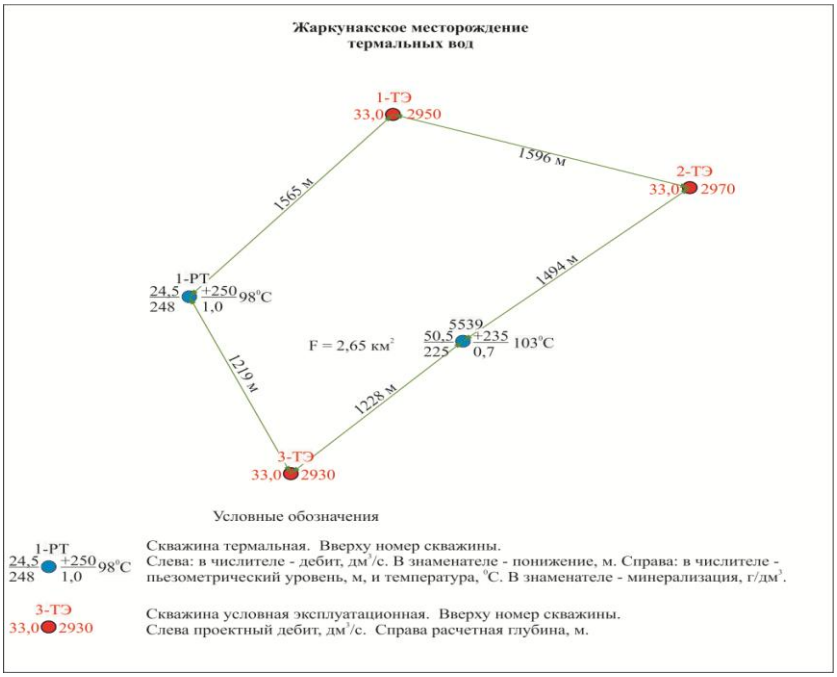


Рисунок 1 - Схема размещения разведочно-эксплуатационных и условных эксплуатационных скважин в проектируемом водозаборе

Место заложения разведочных скважин выбиралось исходя из степени изученности бассейна, с целью получения характеристики основных элементов структуры и закономерности изменения фильтрационных, емкостных, геотермических и гидрогеологических параметров. Кроме того, учитывалась перспектива развития инфраструктуры района, в том числе строительство крупного тепличного комбината, санаторно-курортного комплекса и приуроченность к инфраструктуре железнодорожной и автомобильной магистралей. Исходя из проектной глубины и конструкции скважины, использовался буровой станок ZJ-40/2250КН.

Бурение осуществлено до проектной глубины 2850м. Эксплуатационная колонна диаметром 168,3мм установлена на всю глубину скважины 2850м, а затрубное пространство зацементировано до устья скважины. Вскрытие водоносного горизонта методом кумулятивной перфорации, на основании интерпретации результатов геофизических исследований, произведено в интервале 2763-2793м. Получен приток термальных вод с температурой +103°С, дебит 50,5дм^3/с, избыточное давлением 235м. Минерализация подземных вод 0,71г/дм^3.

Бурение скважины 1-РТ осуществлено до глубины 2885м. Эксплуатационная колонна на всю глубину скважины комбинированная – верхняя часть диаметром 168,3мм на глубине 2200м переходит через переводник в нижнюю часть, диаметром 139,7мм. Вскрытие водоносного горизонта осуществлено в интервалах 2776,8-2790,0м и 2791,6-2809,0м. Получен приток пресных термальных подземных вод с максимальным дебитом на самоизливе в количестве 24,2л/с и температурой на выходе из скважины 98°С. Избыточный напор над устьем закрытой скважины составил 250м.

Комплекс опытных выпусков, проведенных в режиме самоизлива воды из скважин, осуществлен для оценки эксплуатационных запасов термальных вод Жаркунакского месторождения гидродинамическим методом. Работы проведены для определения основных гидрогеологических параметров, в первую очередь характеризующих фильтрационные и емкостные свойства водоносных пород, получения данных о возможной производительности скважин, температуре подземных вод, их минерализации и химическом составе.

Лабораторные исследования проб термальных подземных вод осуществлены с целью оценки возможности использования этих вод для целей теплофикации, выработки

электроэнергии, горячего водоснабжения, осуществления работ по интенсивному рыборазведению, а также для бальнеологии и оздоровительных процедур.

На основании результатов проведенных исследований гипертермальная природная вода характеризуется как слабоминерализованная щелочная, умереннорадоновая, кремнистая преимущественно хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава с высокой концентрацией содержания фтора. По выявленным кондициям кремниевой составляющей и фтористой составляющей она может считаться одной из обогащенных среди минеральных лечебно-столовых термальных вод в республике Казахстан.

Минеральная вода рекомендуется для внутреннего и наружного использования.

Оценка эксплуатационных запасов Жаркунакского месторождения геотермальных вод осуществлена гидродинамическим методом для неограниченного однородного пласта применительно к расчетной схеме водозабора с использованием аналитических уравнений.

Для целей расчета эксплуатационных запасов термальных подземных вод определены следующие позиции:

- выбрана расчетная схема водозабора с учетом потребности в воде, площадного размещения на местности и эксплуатационных возможностей скважин водозабора;
- по результатам опытно-фильтрационных работ определены расчетные гидрогеологические параметры водоносного пласта;
- определена расчетная величина снижения пьезометрического напора при проектном водоотборе с учетом высоких температур, минерализации и газонасыщенности подземных вод, больших глубин залегания продуктивных пластов, а также особенностей вскрытия продуктивных пластов и способа транспортировки этих вод к потребителю;
- осуществлена оценка эксплуатационных запасов геотермальных вод методом определения максимально возможного понижения уровня в скважинах водозабора при заданной производительности и при работе его в режиме самоизлива, а также с учетом взаимодействия с действующими водозаборными сооружениями и подачи воды потребителю за счет энергии пласта;
- обоснована категоризация эксплуатационных запасов подземных вод.

Распределение планируемого объема добываемых термальных подземных вод в количестве 150л/с (12960м^3/сут) на Жаркунакском месторождении будет осуществляться по следующей схеме:

- в зимний период основной объем добываемых термальных вод идет на теплофикацию тепличного комплекса;
- в весенний и осенний периоды термальная вода распределяется между тепличным комплексом и геотермальной электростанцией для выработки электроэнергии;
- в летний период – преимущественно для выработки электроэнергии;
- потребление воды санаторием незначительно и тоже зависит от времени года.

Расчетные гидрогеологические параметры верхнемелового водоносного горизонта, необходимые для подсчета эксплуатационных запасов подземных вод, определены по результатам гидродинамических исследований и опытных выпусков из скважин №№5539 и 1-РТ.

При этом было учтено, что при опытных выпусках для возмущающих скважин характерно условие постоянства понижения при переменности дебита. Эта закономерность полностью подтверждена фактическими материалами опытно-фильтрационных работ по скважинам №№5539 и 1-РТ

При этом было учтено, что определение коэффициента водопроводимости в возмущающих скважинах указанным способом не учитывает дополнительного сопротивления в трубах при движении воды от интервала перфорации до точки излива, а также явления термолифта и газлифта в термальных скважинах.

В условиях высоких температур подземных вод, значительной глубины их залегания и высоких пластовых давлений реальная величина снижения напора не соответствует величине его снижения, замеренной в работающих скважинах. Причинами этого являются

особенности гидрогеологической обстановки месторождения, а также технология их разработки.

Из гидрогеологических особенностей, влияющих на снижение напора, важное значение имеют высокая температура недр и подземных вод, их минерализация и газонасыщенность, а также большие глубины залегания продуктивных пластов.

Из технологических признаков имеют значение характер и особенности вскрытия продуктивных пластов, конструкция скважины, способы добычи термальных вод, а также способ транспортировки этих вод к потребителю.

Таким образом, для глубоких скважин, вскрывающих водоносные горизонты с высокими температурами в пласте, понижение напора подземных вод в пласте S не равно понижению уровня, замеренного на устье скважины S_y. Это обусловлено проявлением эффектов термолифта и газлифта, а также гидравлических потерь напора в водоподъемных трубах эксплуатационной скважины.

Для использования при определении параметров пласта значения величины S, зависимость между S и S_y принята в следующем виде [3]:

$$S = S_y - h_{тр} + S_т + S_г \quad (1)$$

где S - понижение напора подземных вод в пласте, принимаемое для расчетов параметров, м;

S_y – величина понижения, замеренная на устье скважины при проведении выпуска, м;

h_{TP} - гидравлические потери напора на трение при движении воды по стволу скважины, м;

S_T,$S_Г$ - поправки к уровню, учитывающие термолифт и газлифт, м.

Расчетная схема водозабора термальных подземных вод Жаркунакского месторождения, с учетом заявленной потребности 150,0л/с, предполагает площадное размещение 5-и эксплуатационных скважин (реальные скважины №№5539, 1-РТ и три условные эксплуатационные №№1-ТЭ, 2Т-Э, 3-ТЭ) с расстояниями 1,3 – 1,5км между соседними скважинами в пределах участка землепользования ТОО «Байсерке-агро».

По каждой скважине, включенной в расчетную схему водозабора, принимается эксплуатационный дебит, выбранный исходя из результатов испытания реальных скважин или определенный на основании полученных закономерностей.

Проведенными гидродинамическими расчетами было доказано, что в скважинах расчетного водозабора, как в ранее пробуренных, так и условных эксплуатационных, запроектированные дебиты одиночных скважин позволят использовать остаточный напор ($H_{ман.ост}$) для работы этих скважин в режиме самоизлива в течение всего расчетного срока эксплуатации с учетом их взаимодействия в водозаборе, а также преодоления сопротивлений в магистральных трубопроводах при транспортировке термальных вод за счет энергии пласта.

Определены значения расчетного манометрического остаточного напора на устье скважины, работающей как одиночной, и сформированный в зависимости от проектного дебита, начального пьезометрического напора, площадного размещения и конструктивных особенностей каждой скважины.

Это положение реализуется следующей формулой

$$H_{скв} = H_{ман.ост.} - S_{об} - S_{влияния} - H_{трансп.} \quad (2)$$

где $H_{скв}$ - остаточный напор на скважине при работе водозаборного сооружения, м;

$H_{ман.ост.}$ - расчетный манометрический остаточный напор на устье скважины, работающей как одиночной, м;

$S_{об}$ - величина понижения, вызванная работой всего водозабора, м;

$S_{влияния}$ - снижение уровня за счет влияния работы соседнего водозабора, м;

$H_{трансп}$ - потери напора на транспортировку воды по поверхностным трубопроводам за счет энергии пласта, м.

Фактически расчетный манометрический остаточный напор на устье скважины, работающей как одиночной ($H_{ман.ост}$) по своей сути является значением допустимого понижения уровня в скважинах водозабора к концу срока эксплуатации.

В результате проведенных расчетов определено, что по всем скважинам расчетного водозабора с заданными эксплуатационными дебитами сохраняется положительный баланс. Это дает возможность утверждать, что пьезометрический напор позволяет эксплуатировать скважины водозабора с эксплуатационными дебитами с учетом снижения напора за счет работы взаимодействующих скважин всего водозабора, срезок уровней за счет работы Приилийского месторождения, а также потерь напора при подаче воды потребителю за счет энергии пласта.

Меловой водоносный горизонт являлся предметом пристального изучения многих исследователей в связи с тем, что он является наиболее водообильным и зачастую имеет повышенные температуры при хорошем качестве воды. В целом все исследователи сходятся в том, что этот водоносный горизонт получает питание в зоне предгорного шлейфа и северных склонов хребта Кетмень. Основными составляющими восполнения подземных вод служит инфильтрация поверхностных водотоков (рек, ручьев и ирригационных каналов), инфильтрация атмосферных осадков и подземный перетек трещинных вод палеозойских пород.

Основанием к категоризации эксплуатационных запасов подземных вод является степень изученности месторождения термальных подземных вод. Категоризация эксплуатационных запасов геотермальных вод выполнена в соответствии с «Классификации эксплуатационных запасов подземных вод и прогнозных ресурсов» ГКЗ РК 1997 г.

Разведанное Жаркунакское месторождение относится ко 2-ой группе сложности по гидрогеологическим условиям.

Произведенные расчеты показывают, что на Жаркунакском месторождении при водоотборе в количестве 12960м^3/сутки (150,0л/с) из 5-и эксплуатационных скважин с учетом их взаимовлияния, срезки уровня за счет работы Приилийского месторождения, а также работы пласта по транспортировке воды, понижение напора в скважинах не превысит допустимой величины.

Расчетный дебит Жаркунакского водозабора в количестве 12960м^3/сутки классифицирован как балансовые эксплуатационные запасы подземных вод, отнесенные к категориям В+$С_1$, что является основанием для проектирования водозабора и оформления документов на право использования подземных вод.

При этом, к разведанным запасам категории В, в количестве 4406,4м^3/сутки (51,0л/с), отнесены расчетные эксплуатационные дебиты разведочно-эксплуатационных скважин №№5539 и 1-РТ, составляющие соответственно 2851,2 и 1555,24м^3/сутки (33 и 18л/с). Отнесение этих запасов к категории В осуществлено, исходя из следующих соображений:

- подсчитаны применительно к согласованной проектной схеме водозабора, заданной потребности и графику водоотбора термальных подземных вод;
- учтена существующая водохозяйственная обстановка и определены перспективы ее изменения;
- принятые проектные дебиты скважин подтверждены результатами бурения и опытных выпусков при различных режимах;
- дана количественная оценка источников формирования эксплуатационных запасов подземных вод применительно к принятой схеме эксплуатации и величине водоотбора;
- качество подземных вод изучено по всем показателям в соответствии с требованиями выработки электроэнергии, теплофикации, горячего водоснабжения, бальнеологии;

- приведены доказательства того, что значительного изменения качества воды в течение всего расчетного срока эксплуатации не будет;
- разработаны рекомендации по режиму эксплуатации водозабора;
- обоснованы мероприятия по созданию зон санитарной охраны;
- рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую природную среду.

К оцененным запасам категории C_1, в количестве 8553,6м^3/сутки (99,0л/с), отнесена сумма расчетных проектных дебитов условных эксплуатационных скважин Жаркунакского водозабора №№1-ТЭ, 2-ТЭ и 3-ТЭ (2851,2м^3/сут или 33,0л/с по каждой скважине), исходя из следующих соображений:

- подсчитаны в пределах Жаркунакского месторождения применительно к проектной схеме водозабора и заявленной потребности в воде;
- расчетные дебиты обоснованы фактическими данными бурения и опробования реальных скважин (№№1-Г, 1-ТП, 2-ТП, 5539, 1-РТ, 3-Т) в комплексе с анализом имеющихся сведений о геологическом строении и гидрогеологических условиях региона в целом и месторождения в частности;
- изученные источники формирования эксплуатационных запасов подземных вод позволяют оценить обеспеченность отбора подземных вод применительно к принятой условной схеме водозабора;
- качество подземных вод и его изменения в течение расчетного срока водопотребления изучены в степени, обосновывающей возможность их использования по целевому назначению.

Таким образом, ГКЗ РК по состоянию изученности на 01.10.2016 года утверждены балансовые эксплуатационные запасы термальных подземных вод Жаркунакского месторождения по сумме категорий $B+C_1$ в количестве 12960м^3/сутки (150,0л/с). К разведанным запасам категории В, в количестве 4406,4м^3/сутки (51,0л/с), отнесены расчетные эксплуатационные дебиты разведочно-эксплуатационных скважин №№5539 и 1-РТ, подтвержденные результатами опытно-фильтрационных работ. К оцененным запасам категории C_1, в количестве 8553,6м^3/сутки (99,0л/с), отнесена сумма расчетных проектных дебитов условных эксплуатационных скважин Жаркунакского водозабора №№1-ТЭ, 2-ТЭ и 3-ТЭ.

Таблица 1. Результаты расчета теплоэнергетической мощности Жаркунакского месторождения.

Утвержденные эксплуатационные запасы по воде	Теплоэнергетическая мощность			
	Гкал	Гигаджоули	Мегаватты	Тонны условного топлива
12960 м^3/сут	842,4	3524,14	979,68	120,3
4730400 м^3/год	307476	1286311	357583	43909,5
На весь расчетный срок эксплуатации (10000 суток) – 1,3*10^{8}м^3	8,42*10^6	3,52*10^7	9,80*10^6	1,2*10^6

Таким образом, можно утверждать, что поисково-разведочные работы на геотермальные подземные воды на участке Жаркунак Жаркентского бассейна в Алматинской области позволили выявить самое крупное в Казахстане месторождение теплоэнергетических подземных вод.

Использование геотермальной энергии, с привлечением современных методов, позволит осуществить выпуск экологически чистых продуктов питания, выработать дешевую

электроэнергию, создать санатории, оздоровительные центры, обустроить значительное количество новых рабочих на высокотехнологичных предприятиях.

Литературы:

1. Бондаренко Н.М, Канн М.С., Мухамеджанов С.М. др. Гидрогеотермические ресурсы юга и северо-востока Казахстана. Алматы, Наука, 1988,-127с.

2. Маврицкий Б.Ф. Ефимочкин Н.В., Шпак А.А. Методические рекомендации по поискам, разведке и оценке эксплуатационных запасов термальных вод. М., ВСЕГИНГЕО, 1982, 121 с.

3. Методическое руководство по поискам, разведке, оценке и картированию гидрогеотермальных ресурсов. Опыт стран СЭВ и СФРЮ. Москва 1986.

D. Kalitov, V. Zavaley, B. Kismelyeva, A. Kalitova

The results of exploration for geothermal groundwater in the Zharkunak area of the Zharkent Basin in the Almaty region of the Republic of Kazakhstan

Annotation. The results of prospecting and exploration for identifying and assessing the operational reserves of geothermal waters of the Zharkunak site are presented. In the process of drilling wells, a logging research complex (GIS) was produced, the results of which highlighted the most promising for the development of the Upper Cretaceous aquifer. Perforation of the column was carried out in the range of 2763-2793 m. The inflow of thermal waters with a temperature of + 103 ° C, a flow rate of 50.5 dm3 / s, an excess pressure of 235 m was obtained. Groundwater salinity 0,71g / dm3. The calculation of operational reserves of groundwater carried out by the hydrodynamic method for water intake, consisting of 5 wells and an area location. The groundwater reserves of the Upper Cretaceous thermal aquifer are approved in the amount of 12960 m3 / day (150 dm3 / s) for a service life of 10,000 days.

Keywords. Thermal groundwater, hydrogeological parameters, well drilling, filtration testing, mineralization and chemical composition, reserves, water intake.

Д.К. Калитов, В.А. Завалей, Б.Р. Кисмельева, А.Д. Калитова

Қазақстан Республикасының Алматы облысындағы Жаркент бассейнінің Жарқонақ аумағында геотермалдық жер асты суларын барлау жұмыстарының нәтижелері

Аннотация. Жарқонақ учаскесінің геотермалдық суларының пайдалану қорларын анықтау және бағалау үшін барлау және барлау жұмыстарының нәтижелері ұсынылды. Бұрғылау ұңғымаларын бұрғылау процесінде гидротехникалық зерттеу кешені (ГАЖ) шығарылды, оның нәтижелері жоғарғы борлы сулы горизонттың дамуына ең перспективалы болып табылды. Колоннаның перфорациясы 2763-2793 м. Аралығында орындалды. + 103 ° С температурасы бар термалды сулардың ағыны, 50,5 дм3 / с ағынының жылдамдығы, 235 м артық қысым алынды. Жер асты суларының тұздылығы 0,71 г / дм3. Жер асты суларының өндірістік резервтерін есептеу 5 су ұңғымасынан және ауданның орналасқан жерінен гидродинамикалық әдіспен жүзеге асырылады. Жоғарғы борлы термиялық су тұтқыш қабаттың жер асты суы 10 000 күннің қызмет ету мерзіміне 12960 м3 / тәулік (150 дм3 / с) мөлшерінде бекітілді.

Түйінді сөздер. Жер асты сулары, гидрогеологиялық параметрлер, ұңғымаларды бұрғылау, сүзгілеу сынақтары, минералдану және химиялық құрамы, қорлары, су жинау.

УДК 551.761.(574.12)

Қ.Ә. Кожахмет, А.М. Демегенов, Б.Б. Өмірбеков

Научный руководитель - Қожахмет Қ.Ә., к.г.-м.н.

КГУТИ им.Ш.Есенова, г.Актау, Казахстан

info@yu.edu.kz

СХЕМА СТРАТИГРАФИЙ ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕГЕНДИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ

Аннотация. *В настоящей работе рассматриваются литология, петрофизические свойства и комплекс фауны, отображенные в доюрских отложениях, вскрытых разведочными скважинами 3 пл. Саура – Сегенды. 1,2 пл. Джангельды расположенных в пределах Сегендынской депрессии Южно – Мангышлакского прогиба.*

Ключевые слова. *Триас, алевролиты, стратиграфия, свита, складко, перм, юра, литология, карбон, континентальный, излом, аргиллит, конгломератов, прогиб, впадины, корреляция, песчаников, ступен, ГИС.*

Были рассмотрены и сопоставлены схемы стратиграфии предложенные различными авторами для различных структурно – тектонических зон Южного Мангышлака. Это схемы предложенные Липатовой В.В. и др. (1981,1984), Алиевым М.М. и др. (1977,1983), Попковым В.И., Письменной О.В. (1986), Алексеевой В.В., Виноградовой К.В. и др. (Алма – Ата, 1986) и другими исследователями (рис 1).

Авторы всех предложенных схем рассматривали верхнетриасовый литолого – стратиграфический комплекс, развитый, в основном, в трех структурно – тектонических зонах – Жетыбай – Узеньско – Кокумбайской, Песчаномысско – Ракушечной и Аксу – Кендерлинской.

В настоящей работе рассматриваются литология, петрофизические свойства и комплекс фауны, отображенные в доюрских отложениях, вскрытых разведочными скважинами 3 пл. Саура – Сегенды. 1,2 пл. Джангельды расположенных в пределах Сегендынской депрессии Южно – Мангышлакского прогиба. Настоящая территория Южного Мангышлака не столь изучена бурением как Жетыбай – Узеньская ступень и Песчаномысско – Ракушечная зоны. В своей работе В.В. Липатова (15, 1981) выделяет эту территорию по структурно – тектоническому положению в отдельную – Сегендынско – Жазгурлинскую зону с характерным для типом разреза триасовых отложений. По сейсмогеологическим данным автора работы предполагают максимальные мощности и полноту разрезов верхнетриасового литолого – стратиграфического комплекса, его широкое площадное развитие и возможность появления в разрезе наиболее молодой части доюрского разреза, отвечающей аусарской свите Горного Мангышлака [1].

Разрез доюрских отложений в скв.3 пл. Саура – Сегенды, скв.1, 2 пл.Джангельды по комплексу микрофауны и литологическим признакам представлен только верхним отделом триасовой системы и отложениями палеозоя (рис. 1).

В разрезе скв.3 пл. Саура – Сегенды в подошвенной части триасового разреза (инт. 3972-4067 м) выделены породы среднего триаса (T_2) небольшой мощности, а по данным В.И. Попкова, О.В.Письменной отмечается (82,1986), что разрез верхнего триаса залегает непосредственно на отложениях палеозоя.

Палеозой (PZ). Отложения палеозоя, по данным В.Н. Кривоноса и др. (1982), В.И. Попкова и др. (82, 1986) вскрыт в скв.3 пл. Саура – Сегенды в интервале 4067-4500 (3). В этой скважине они представлены преимущественно аргиллитами с прослоями алевролитов. В кровельной части небольшие прослои песчаников.

Породы, вскрытые в скв.2 пл. Джангельды в инт. 4654-5000 (3) ниже аргиллит – гравелитовой пачки, палеонтологически не охарактеризованы. Предположительно это породы палеозоя (PZ - ?). вскрытый разрез сложен темно – серыми, черными аргиллитами, алевролитами с редкими прослоями песчаника. Породы перемятые, углы падения (на керне) 30^O - 40^O, четко отбиваются от вышележащих на кривых ГИС. Минимальными значениями КС, средними НГК, высокими ГК, в кровельной части увеличение диаметра скважины.

Мезозой (MZ). Триасовые отложения вскрытые в скважинах Сегендынской депрессии (скв.3 Саура – Сегенды, скв.1,2 Джангельды) представлены ее верхним терригенным литолого – стратиграфическим комплексом [2].

Во вскрытых разрезах по литологическим признакам с соответствующей промыслово – геофизической характеристикой выделено шесть пачек. Снизу вверх (Северо-Ракушечная свита) – I – аргиллит – гравелитовая, II – аргиллит – песчаная, III – аргиллитовая, IV – карбонатно – терригенная, (Бокандская свита)-V – аргиллит - песчаная и VI – песчано – аргиллитовая (рис. 1).

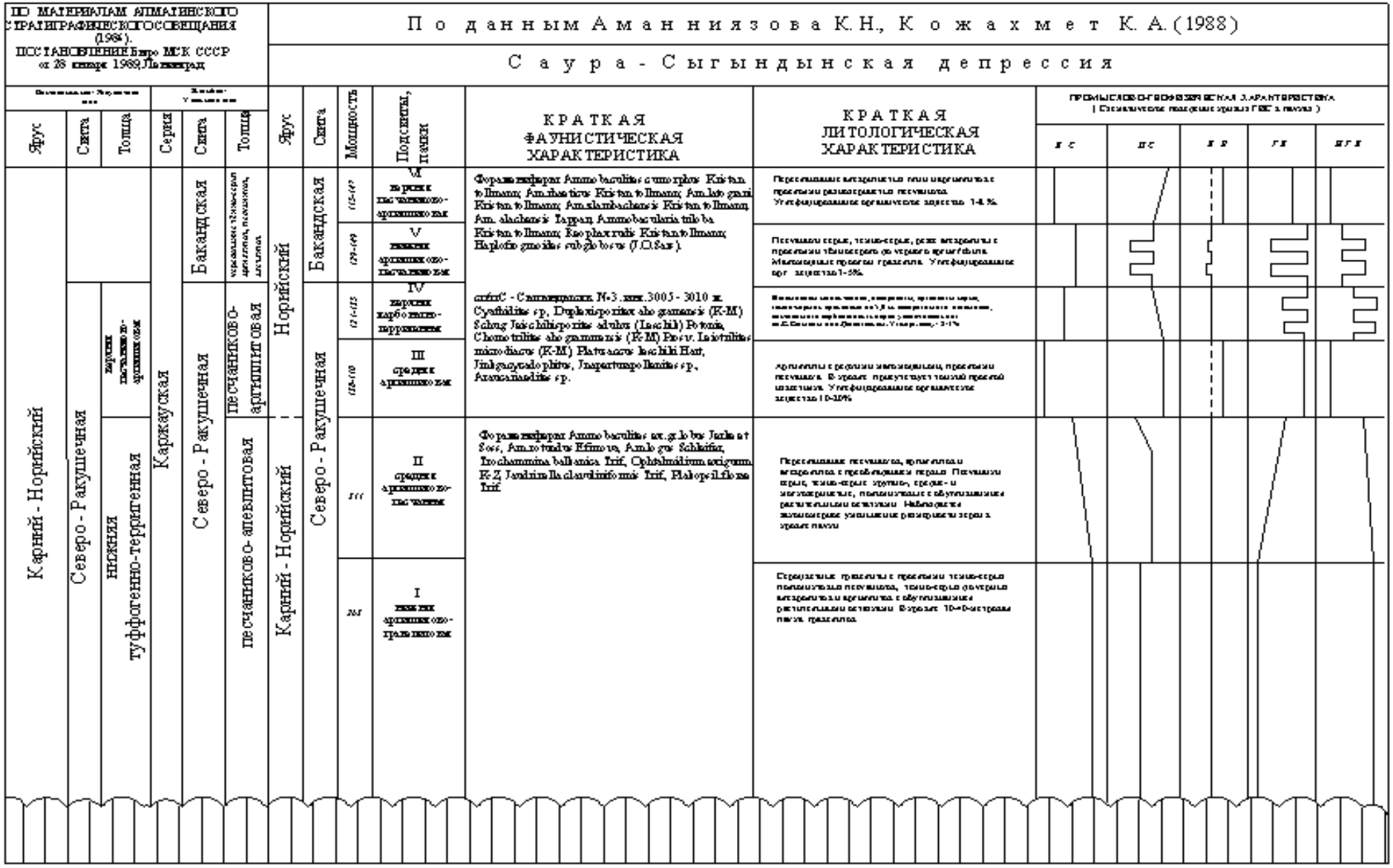


Рисунок 1 - Региональная стратиграфическая схема триасовых отложений Мангышлака

Пачка I (аргиллит – гравелитовая) сложена сероцветными гравелитами с прослоями темно – серых полимиктовых песчаников, темно – серых до черного алевролитов и аргиллитов с обуглившимися растительными остатками. В кровле 30-40 метровая пачка сложенная полностью гравелитами (скв.2, пл. Джангельды). По ГИС пачка отличается от вмещающих пород высокими значениями НГК и КС, минимальными ГК и номинальным диаметром скважины. Мощность пачки – 263 метра (скв.2 Джангельды).

Пачка II (аргиллит – песчаная) – переслаивание песчаников, аргиллитов и алевролитов с преобладанием первых. Песчаники серые, темно – серые, крупно-, средне-, мелкозернистые, полимиктовые с обуглившимися растительными остатками. Отмечено закономерное уменьшение размерности зерен вверх по разрезу к кровле. На кривых ГИС отмечено неясновыраженное сползание значений методов от кровли к подошве КС и НГК вправо, ГК влево. Диаметр скважины близок к номинальному. Мощность – 311 м (скв.2, пл. Джангельды).

Пачка III (аргиллитовая) сложена преимущественно аргиллитами с редкими маломощными прослоями песчаника и алевролита. В кровле пачки тонкий прослой известняка (скв.2, пл. Джангельды). Четко выделяются на кривых ГИС (характерен разрез скв.1 Джангельды) увеличенным диаметром скважины, максимальными значениями ГК и положительным приращением

ПС по всему разрезу пачки. Содержание обуглившихся органических остатков – 10-20 % зерен вверх по разрезу к кровле. На кривых ГИС отмечено неясновыраженное сползание значений методов от кровли к подошве КС и НГК вправо, ГК влево. Диаметр скважины близок к номинальному. Мощность – 311 м (скв.2, пл. Джангельды).

Пачка III (аргиллитовая) сложена преимущественно аргиллитами с редкими маломощными прослоями песчаника и алевролита. В кровле пачки тонкий прослой известняка (скв.2, пл. Джангельды). Четко выделяются на кривых ГИС (характерен разрез скв.1 Джангельды) увеличенным диаметром скважины, максимальными значениями ГК и положительным приращением ПС по всему разрезу пачки. Содержание обуглившихся органических остатков – 10-20 %.

Пачка IV (карбонатно – терригенная) сложена известковистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами серыми, темно – серыми с прослоями до 5,0 м известняка алевритистого, песчанистого. Карбонатность пород повышается от пл. Саура – Сегенды к пл. Джангельды скв.2. где в разрезе отобран в двух интервалах керн представленный темно – серыми известняками. Обуглившиеся органические остатки 2-3 %.

Пачка V (аргиллит – песчаная) преимущественно сложена песчаниками серыми, темно – серыми, реже алевролиты с прослоями аргиллита темно – серого до черного. В керне маломощные прослои гравийного материала. Содержание углефицированного органического вещества 3-5 %. на диаграммах ГИС четко выделяются песчаные пласты по минимуму на ГК, отрицательными аномалиями ПС, уменьшением диаметра скважины. Мощность 129-149м.

Пачка VI (песчано – аргиллитовая) представлена переслаиванием алевритистых глин, аргиллитов с прослоями разнозернистых песчаников. Углефицированное органическое вещества 3-5 %. На кривой ПС заметно увеличение глинистости пачки вверх по разрезу. Характеризуется резко увеличенным диаметром скважины по сравнению с вышележащими образованиями юры. Мощность изменяется от 115 до 147 метров.

Верхнетриасовый литолого – стратиграфический комплекс южного –Мангышлака представляет собой седиментационный цикл второго порядка, сложенный преимущественно терригенными сероцветными, реже красноцветными образованиями с маломощными прослоями известняков [3].

Если проследить литологический состав выделенных пачек в разрезе верхнего триаса рассматриваемых скважин можно выделить два цикла более мелкого ранга. Первые, снизу, четыре пачки образуются неполный седиментационный цикл третьего порядка представленный трансгрессивной частью. Рассматриваемая часть позднего триаса

начинается грубообломочными породами, (пачка I) вверх они сменяются крупно-, средне-, мелкозернистыми песчаниками и алевролитами (пачка II), далее аргиллитами (пачка III) и терригенно – карбонатная (пачка IV).

Пачки V и VI образуют второй неполный седиментационный цикл третьего порядка – начинается преимущественно песчано – алевролитовым породами (пачки V), которые вверх сменяются глинисто-алевролитовыми породами (пачки VI).

Вскрытый разрез верхнего триаса палеонтологически охарактеризован. По данным микропалеонтологических исследований (Якимова Г.В. ИГ АН ТССР) нижние две пачки охарактеризованы как карний – норийского возраста, а верхние четыре – норийским возрастом. Споро – пыльцевой комплекс выделенный в скв.3 пл. Саура – Сегенды инт. 3005-3010 м Н.У. Нурмашевым (ТГУ им.А.М.Горького) подтверждает верхнетриасовый возраст вскрытого комплекса [4].

На основании анализа вышеприведенных литолого – стратиграфических схем верхнетриасовых отложений Южного Мангышлака и выделенных литологических пачек авторы сочли возможным в разрезах скв.3 пл. Саура – Сегенды, 1,2 пл. Джангельды в верхнетриасовых отложениях выделить Северо - Ракушечную и Бокандскую свиты в объем Северо - Ракушечной свиты вошли четыре нижние литологические пачки, образующие неполный, трансгрессивный, седиментационный цикл третьего порядка. Породы слагающие этот цикл континентального, прибрежно-морского и преимущественно морского происхождения, на что указывает состав пород и присутствие фауны фораминифер. Две верхние пачки образующие второй неполный седиментационный цикл объединены в Бокандскую свиту (рис.1).

Мощность выделенных свит составляет: Бокандской – 244- 287м, а Северо – Ракушечной – 741- 865м. резкое увеличение мощности Северо – Ракушечной свиты в исследуемом районе произошло, в основно, за счет увеличенной мощности нижней аргиллит-гравелитовой пачки до 263м (скв.2 пл. Джангельды), тогда как по данным некоторых исследователей в других районах Южного Мангышлака она имеет мощность 30-90м. Необходимо отметить, что породы верхнего триаса по всему разрезу имеют серую окраску различных тонов, с присутствием в них обуглившихся растительных остатков [5].

В настоящее время нами продолжается работа по детальному литолого – стратиграфическому расчленению верхнетриасовых отложений Сегендынской депрессии. В дальнейшим вероятно будет возможным выделить Джангельдынский тип разреза Северо – Ракушечной свиты и Сауринский тип разреза Бокандской свиты, принимая во внимание, увеличенные мощности и четкую цикличность отложений.

Литературы:

1. Алиев М.М. и др. Стратиграфия триасовых отложений Южного Мангышлака. Пробл.геол.нефти. М.: Недра,1977. №11.

2. Волож Ю.А., Липатова В.В., Арбузов В.Б. и др.Триас Южного Мангышлака. Тр., ВНИГРИ, М., 1981, вып.224.

3. Кухтинов Д.Л., Кривонос В.Н., Леонова Е.Г. Стратиграфия доюрских отложений Юж.Мангышлака. Изв.АН Каз.ССР, сер.геол., Алма-Ата, 1985.

4. Алиев М.М., Алексеева Л.В., Виноградова К.В. и др. Стратиграфия и корреляция триасовых отложений Юж.Мангышлака. – Матариалы V Межведомственной стратиграфической конференции, Баку,1980.

5. Попков В.И., Клычников А.В.Сопоставление разрезов доюрских отложений Туаркыра и Карауданской зоны Южного Мангышлака. Известия АН Каз. ССР, сер.геол., 1985, №3,

Қ.Ә. Кожахмет, А.М. Демегенов, Б.Б. Өмірбеков

Сегендин депрессиясындағы триас шөгіндісінің стратиграфиялық сызбасы

Түйіндеме. Бұл ғылыми макалада Сегенді аймағының стратиграфиясы алғашқы рет жариаланып отыр. Аймақтың лито-стратиграфиясын құруға Саура Сығынды және Жангелді құрлымдарының геологиялық материалдарын, фаунасын, геофизикалық қималарын пайдаланылды.

Түйінді сөздер. Триастық, алевролит, стратиграфия, қабат, қадамдар, перм, юра, литология, көміртек, континентальды, свита, сыну, аргиллит, конгломераттар, корреляция, шоқылар, құмдақтар, ойысулар ГАЖ.

К.А. Кожахмет, А.М. Demegenov, B.B. Omirbekov
Scheme of stratigraphy of the triassic sediments of the Segendin depression

Abstract. In the given scientific article вперые it is underlined стратиграфия area Segendy. For definition litological and the stratigrafical area geological materials, fauna and geological cuts of the areas of Saura-Segendy and Zhangeldy have been used.

Keywords. Trias, aleuroliths, stratigraphy, suite, fold, perm, Jurassic, lithology, carbon, continental, kink, argillite, conglomerates, deflection, depressions, correlation, sandstones, steps, GIS.

УДК 553.98:551.243.33

Қ.Ә. Кожахмет, А.Ж. Құрақбаева, Ш.Е. Молдабекова
Научный руководитель - Қожахмет Қ.Ә., к.г.-м.н.
КГУТИ им.Ш.Есенова, г.Актау, Казахстан info@yu.edu.kz
АО «НИПИнефтегаз», г. Актау, Казахстан
nipi.info@nipi.ks

КОРРЕЛЯЦИЯ ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО УСТЮРТА

Аннотация. *В работе было проведено литолого – стратиграфическое расчленение и корреляция триасовых отложений разведочных скважин, расположенных на территории Мынсуалмасской ступени и Колтыкской впадины Северо-Устюртского прогиба.*

Ключевые слова. *Триас, корреляция, стратиграфия, складко, ступень, пермь, юра, литология, карбон, континентальный, свита, излом, аргиллит, песчаников, конгломератов, ГИС, алевролиты, прогиб, впадины.*

На территории Северного Устюрта выделяется Северо-Устюртская зона прогибания, которая отвечает мезо-кайнозойской складчатости. На севере она примыкает к Прикаспийской впадине, с юга ее ограничивает Центрально - Устюртское поднятие, с юго-запада Бузачинско – Мангышлакская система дислокаций. Она включает ряд структурных элементов второго порядка.

В работе было проведено литолого – стратиграфическое расчленение и корреляция триасовых отложений разведочных скважин, расположенных на территории Мынсуалмасской ступени и Колтыкской впадины Северо-Устюртского прогиба.

По данным В.В.Липатовой, Ю.А.Волож и др. (1,1985 г.) в состав осадочного чехла покрывающего фундамент входят три доюрских литолого – стратиграфических комплекса. Это наиболее древний, сероцветный осадочно-вулканогенный верхнедевонско-каменноугольный комплекс, далее залегает морской сероцветный терригенно-карбонатный комплекс карбон-верхнепермского возраста и завершающий разрез доюрских отложений преимущественно континентальный сероцветно-красноцветный комплекс верхней перми и триаса.

Наиболее доступным для бурения и перспективным в отношений нефтегазоносности является сероцветно-красноцветный комплекс верхней перми и триаса. Авторами работы [1] в составе отложений верхней перми и триаса выделяется три литолого-стратиграфических комплекса (снизу в верх) красноцветный, пестроцветный и сероцветный.

На Северном Устюрте нижняя часть красноцветного комплекса (условно верхняя пермь) названа Чумыштинской свитой, возрастным аналогом которой является Каражанбасская свита полуострова Бузачи.

Породы, слагающие Чумыштинскую свиту, нами изучались лишь в скв. 4 пл.Мынсуалмас. Вскрытая часть свиты в скважине сложена в основном аргиллитами красно-

коричневыми с неровным изломом с прослоями светлых песчаников пестроцветных мелко-, среднезернистых и темно-коричневых конгломератов с галкой песчаника. На кривых ГИС она представляет собой высокоомную, монотонную толщу со значительными размывами стенок скважины.

Триасовая система. Триасовые отложения Северного Устюрта впервые рассматривались в объеме трех отделоа Д.А.Кухтиновым, Ф.Ю.Киселевским и др. (1978). В нижнем триасе они выделяют бузачинскую свиту (полуостров Бузачи), в среднем арыстановскую (красноцветных песчаников, алевролитов и аргиллитоподобных глин) и жайылганскую (пестроцветных аргиллиты с прослоями алевролитов и песчаников). Выше ими выделена песчано-глинстая толща, отнесенная по возрасту к среднему-верхнему триасу и нижней юре (Чукакульская серия).

На территории Северо-Устюртской ситеме прогибов В.В.Липатова и др. (1,1985) на пл. Чумышты -1 в нижнем триасе выделяет аналогов северо-бузачинской свиты полуострова Бузачи (в работе В.Н.Криваноса и др. за 1985г. Саамская свита). На площадях Арыстановска, Жайылган и др. в отложениях нижнего отдела триаса прослежены одновозрастные отложения бузачинской свиты п-ва Бузачи (в работе В.Н.Криваноса и др.1986, самская свита) представленных здесь переслаивающимися аргиллитами реже песчаниками.

Отложения среднего триаса, по данным авторов работы (1,1985), представлены арыстановской свитой (Арыстановская 7 - стратотип), а в Северо-восточных районах Северного Устюрта, на склоне Мынсуалмасского выступа чагырлинской свитой [2].

Арыстановская свита подразделяется на две подсвиты. Нижнюю-пестроцветную аргиллито-песчаную и верхнюю – буроцветную алевролито-аргиллитовую. Жайылганская свита, выделенная Д.А.Кухтиновым в этой скважине по данным авторов работы является возрастным аналогом верхней подсвиты арыстановской свиты. Чагырлинская свита Северо-восточных районов Северного Устюрта (пл.Чагырлы, Ащитайпак, Чумышты) разбита на три подсвиты: нижную, среднюю и верхнюю. Свита сложена ритмично переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и смешанными глинсто-алевропесчаными породами.Сероцветный литолого-стратиграфический комплекс, сложенный исключительно сероцветными терригенными породами, авторы предлагает выделить в ащитайпакскую свиту. Отложения этой свиты максимальное распространение получили на востоке территории.

В настоящей работе предпринята попытка привязать доюрские отложения вскрытие скважинами Сев.Мынсуалмас-4 и Монашы-2 к разрезам уже изученных площадей. Для чего была проведена корреляция доюрских отложений по двум направлениям Култук-4 – Арыстановская-7, Арыстановская-7 – Чумышты-1 и проведено сравнение наиболее распространенных схем стратиграфии этих отложений по территории Северного Устюрта.

Линии выбранных профилей расположилась полукругом с центром на площади Арыстановская скв.7, и пересекли ряд элементов второго порядка западной части Северо-Устюртской системы прогибов – Колтыкскую впадину, Арыстановскую и Мынсуальмасскую ступени. Доюрский разрез скв.-7 пл.Арыстановской в соответствии вышеприведенными схемами стратиграфии был разделена свиту с низу вверх Бузачинскую – нижний триас, арыстановскую и жайылганскую среднего триаса. Далее по литологической и промыслово-геофизической характеристике разреза (СК, КВ, ГК, НГК – 1:500 масштаба) каждая из свит была разделена на пачки. Бузачинская свита – нижнюю преимущественно гравелитовую (скв.4, Сев.Мынсуалмас, скв.1.Ащитайпак, Скв. 1 Чумышты) и верхнюю аргиллит-гравелитовую. В объеме арыстановской свиты – четыре пачки – нижнюю песчано-аргиллитовую, среднюю песчаную, среднюю аргиллитовую и верхнюю песчаную по превалирующей породе. Жайылганскую свиту среднего триаса на три пачки – нижнюю аргиллитовую, среднюю песчаную и верхнюю песчано-аргиллитовую.

В дальнейшем, в основном, по промыслово-геофизической характеристике вскрытых разрезов эти пачки были прокоррелированы на разрезы скважин, расположенных влево и право по профилям. В какой-то мере это удалось для отложений нижнего триаса и верхов

среднего (жайылганской свиты). В среднем триасе это удалось только, на близлежащих по профилямот скважины 7 пл.Арыстановская, в скв.1 Тасурпа, скв. Монаши и скв. Ащитайпак.

Верхнетриасовый сероцветный комплекс имеющий четкую отличительную промыслово-геофизическую характеристику от выше- и нижележащих отложений (ащитайпакская свита) прослежены в скважинах 4 Култук, скв. 4 Николаевская и скв. 4 Сев.Мынсуалмас. Ащитайпакская свита скв. 4 пл. Мынсуалмас залегает на нижней аргиллитовой пачке Жайылганской свиты.

Ограниченность фактического материала на данный момент не позволяет с достаточной уверенностью и в полней мере характеризовать литолого-фациальную обстановку накопления доюрских отложений, данных площадей. Но некоторые литологические и петрофизические особенности пород необходимо отметить.

Отложения арыстановской свиты верхней пачки на площади Комсомольская скв.1 представлены сероцветными алевролитовыми известняками, а средней (песчано-аргиллитовой) пачке переслаиванием бурых алевролитовых известняков и известковистых аргиллитов, в то время, как, на других площадях профиля присутствие прослоев карбонатных пластов не отмечалось.

Содержание углефицированных органических остатков варьирует от 1 до 5 % породы и лишь в отдельных пропластках содержание их достигает 10 %.

На площадях Култук скв.4, Николаевская скв.4, Комсомольская скв.1 отложения жайылганской свиты представлены в основном монолитной аргиллитовой толщей с редкими прослоями алевролитов и песчаников.

Границы выделенных свит четко отбиваются на кривых методов ГИС и являются реперами при корреляции разрезов доюрких отложений [3].

Наиболее уверенно отбивается кровля Жайылганской свиты среднего триаса. Независимо от того, перекрываются ли они отложениями Ащитайпакской свиты верхнего триаса или юрского комплекса, характеризуются резко увеличенным диаметром скважины по сравнению с вышележащими.Репером является верхняя песчаная пачка Арыстановской свиты по кровле которой проводится граница между Жайылганской и арыстановской свитами. Отмечается отрицательными аномалиями ПС, минимальными значениями ГК и максимальными НГК. Диаметр скважины, в основном, близок к номинальному. Граница проводится по резкому возрастанию диаметра скважины до 30-35 м. в выщележащих отложениях Жайылганской свиты.

Наиболее высокими кажущимися сопротивлениями и вторичного γ-излучения отбиваются породы нижнего триаса и бузачинской свиты, особенно ее нижняя гравелитовая пачка. Диаметр скважины по всей толще номинальный.

Значительными размывами стенок скважины по всей толще отбивается на диаграммах ГИС породы палеозоя. Граница между бузачинской и Чумыштинской свитами также является одним из реперов, четко отбиваемой на крвых кавернометрии и НГК.

Литературы:

1. Липатова В.В., Волож Ю.А., Воцалевский Э.С., Крыванос В.Н. Доюрский комплекс Северного Устюрта и п-ва Бузачи. М. Недра, 1985.

2. Аманниязов К.Н., Ахметов А.С., Кожахмет К.А. Нефтяные и газовые месторождения Казахстанга. Алматы – 2003г.

3. Акрамходжаев А.М. и др. Нефтегазоносность Северо-Устюртской впадины. «ФАН» Узбекской ССР, Ташкент – 1974.

Қ.Ә. Кожахмет, А.Ж. Құрақбаева, Ш.Е. Молдабекова

Солтүстік Үстірттің батыс бөлігіндегі триас шөгінділерін корреляциялау

Андатпа. Бұл жұмыс Солтүстік Үстүрт өңірінің триас дәуіріндегі геологиялық құрлымын, стратиграфиясын және литологиясын салыстырмалы жолмен үйренуге арналған. Мақалада өңірдің үйрену тарихы келтіріліп, Колтык ойпатында, Арыстан және Мынсуальмас ступеньінде мұнай және газ кенорындарында бұрғыланған ұңғылардың мәліметтері келтірілген.

Түйінді сөздер: Триас, корреляция, стратиграфия, қабат, қадамдар, перм, юра, литология, көміртек, континентальды, свита, сыну, аргиллит, құмдақтар, конгломераттар, ГАЖ, алевролит, шоқылар, ойысулар.

K.A. Kozhakhmet, A. Zh.Kurakbayeva, Sh.E. Moldabekova
Correlation of trias sediments of the western part of Northern Ustyurt
Abstract. This work is designed to study the comparative way of the geological structure, stratigraphy and lithology of the Triassic era of the Soltustik Trout region. The story tells about the history of the region and provides information on wells surveyed at the Golestan Lowland, Arystan and Mynsalmass basins.
Keywords: Triassic, correlation, stratigraphy, fold, steps, perm, Jurassic, lithology, carbon, continental, retinue, fracture, argillite, sandstones, conglomerates, GIS, siltstone, deflection, depressions, steps.

УДК: 554:554.49 (571.1)

А.М.Мусаев[1], Д.И.Джуманиязов[1], С.Ю.Нематуллаев[2]
Научный руководитель: Мусаев Алишер Мусаевич, старший научный сотрудник.
Джуманиязов Денис Икромович, младший научный сотрудник.
Нематуллаев Собиржон Юлдашевич, главный геолог ГУП «Самаркандгеологии»
[1]Институт Геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева Госкомгеологии Республики Узбекистан, г.Ташкент.
[2]Главный геолог ГУП «Самаркандгеологии» Госкомгеологии Республики Узбекистан, г.Самарканд.
e-mail: denisbey@list.ru

ЗНАЧЕНИЕ АЛЬБИТИЗАЦИИ ДЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УРТАЛИК (ЗАПАДНЫЙ УЗБЕКИСТАН)

Аннотация. *На месторождении «Урталик» проявлено редкое, редкоземельное и полиметаллическое оруденение. Редкие элементы цирконий и ниобий могут иметь реститовый характер, в последствии приобретающий устойчивое состояние при рекристаллизации рудоносных минералов. При этом редкий элемент цирконий и редкоземельный элемент иттербий селективно концентрируются в цирконе и апатите соответственно.*

Ключевые слова: *Кошрабадский интрузив, месторождения Урталик, граносиенит, альбит, метасоматиты, редкие земли и др.*

Широко проявляющиеся в среднетемпературных условиях гидротермальные изменения гранитоидов в локальных зонах тектонических структур повышенной трещиноватости и проницаемости в виде альбититовых и альбит-хлоритовых метасоматитов, часто несут повышенные концентрации урана, золота и редких земель. Такие изменения отчетливо проявились на месторождении Урталик Зармитанской рудоносной зоны.

По данным микрозондового анализа крупнозернистый граносиенит с гипидиоморфнозернистой структурой подвергнут процессу региональной альбитизации с выделением ряда акцессорных минералов, несущие редкие земли, к ним относятся апатит, циркон, рутил, выделение которых происходит за счет метасоматического замещения биотитизацией первичной амфиболсодержащей породы. В составе новообразованного биотита небольшие содержания окиси кальция указывает на развитие биотита по амфиболу. Довольно высокое содержание глинозема при низком значении окиси железа же может быть и за счет синхронного разложения плагиоклаза, способствующем повышению активности Al_2O_3.

Из результатов проведенных анализов видно, что начало альбитизации приводит при нормальном содержании кремнекислоты и глинозема в биотите содержание аннитового минала (Fe_2O_3) остается еще низким, при нормальном значении (2,43) соответствующем флогопитовому миналу (MgO). Небольшое содержание извести указывает на довольно кислый состав плагиоклаза породы ответствующем олигоклазу. Низкое значение натриевой щелочности (0,47) связано, очевидно, только с началом процесса альбитизации плагиоклаза.

При допустимой калиевой щелочности увеличение содержаний воды (24,54%) с примесями CO_2 указывает на высокую степень гидратации при процессе альбитизации. Это благоприятно для миграции компонентов, составляющих биотит и образованных ими соответствующих новых минералов, с подавляющим значением сульфидов железа (As, Sb, Zn), чему подтверждением служит довольно значительное содержание серного ангидрита (3,29%).

Усиление альбитизации происходит при значительном возрастании кремнеземности и глиноземности. Окись магния при этом ведет себя индифферентно существенно не изменяя свое содержание. Очевидно, начавшийся процесс сульфидизации породы способствует уходу 2/3 части железа к ним. Окись натрия целиком затрачивается на новообразования альбита, это вызывает значительное сокращение первичного плагиоклаза, что видно из сокращения CaO на 2/3. После связывания всего натрия в альбит активность K_2O заметно возрастает по сравнению с первоначальным значением. Увеличение калиевости, сопровождаемое с повышением глиноземистости и кремнеземнистости свидетельствует о начале серицитизации, то есть переходу процесса кварц-полевошпатового метасоматоза к березитовой формации.

Для данной породы характерно наличие акцессорных минералов, представленных цирконом, апатитом, рутилом и пиритом с возрастающим содержанием в приведенном порядке.

Циркон встречается в виде мелких до 0,01 мм дипирамидальных призматических зерен светло коричневого, иногда более темного цвета в проходящем свете. Имеются нередко почти изометричные дипирамидальные призмы. Местами края зерен окружены темной каемкой – представляющей плеохроичные двойники. Редко встречаются округлые неудлиненные ксеноморфные кристаллы. Постоянным спутником в составе минерала является редкоземельный гафний в небольших содержаниях не превышающих 2%. Химический состав одного из зерен по данным рентгеноспектрального анализа выглядит в следующем в виде: SiO_2 – 33.15; ZrO_2 – 65.37; HfO_2 – 1.49 при сумме 100%. Как видно из этих данных циркон довольно чистый и не содержит примесей других элементов кроме окиси гафния. Минерал часто встречается как включение в плагиоклазе и в разложенных темноцветных минералах (амфиболе и биотите).

Апатит постоянный носитель ряда редкоземельных элементов. В данной породе с ним связано наибольшее содержание тяжелой редкой земли Yb_2O_3. Это происходит за счет проявления главного свойства редких земель фосфоро-кальциофильности, отмеченного Е.И. Семеновым и И.Х. Хамрабаевым [3, 4].

В породе апатит встречается в виде длинных дипирамидальных призм, длина которых в десятки и более раз превышает их ширину. Обычно он бесцветен, в скрещенных николях грубовато-серый. Часто образует хадакристаллы в полевых шпатах, кварце, а также в темноцветных минералах. При замещении ойкокристаллов – минералов хозяина другими более низкотемпературными минералами кристаллы апатита частично перекристаллизуются, образуя округлые бесформенные агрегаты. При этом оптические свойства его почти не меняются.

В данной породе он встречается в чистом виде без примесей других элементов кроме иттербия и незначительного содержания окиси марганца. Видимо этому способствует оптимальное соотношение фосфорной кислоты с окисью кальция в постмагматическом растворе, обеспечивающем устойчивость кристаллов апатита. Возможно примесь окиси магния приобретается апатитом во время рекристаллизации его при постмагматических процессах. Составы изученных рентгено-спектральным и микрозондовым анализами апатитов отражены в таблице №1.

Таблица 1. Состав апатита из гранодиорита (месторождения Урталик) по данным РСМ анализа YXA8800 Superprobe

Номера анализов	Окислы					
	P_2O_5	CaO	MnO	Yb_2O_3	Ce	∑
1	45.05	51.67	0.28	0.78	Не опр.	97,77
2	46.06	53.29	-	0.65	-	100,00

* -анализы Д.В. Мухамеджановой.

Колумбитовый ильмено-рутил встречается также, как и циркон в виде изометричных, округлых таблитчатых форм с большой оптической отрицательной осью. Черный цвет в поляризованном свете указывает на небольшое содержание железа в результате химического анализа при высоком TiO_2 приближает этот минерал к ильменорутилу, имеющему заметное количество окиси редкоземельного ниобия (1,50%). Это указывает на присутствие в составе минерала колумбитового минала без примесей редкоземельных элементов (лантаноидов). Он чаще встречается среди разложенного темноцветного минерала или на стыке его с кварцем и калишпатом. Химический состав минерала в результатах двух РСМ анализах приведены в таблице №2.

Таблица 2. Состав колумбитового ильменорутила по данным РСМА УКА 8800R Superprobe

Номера анализов	Окислы					
	SiO_2	TiO_2	V_2O_5	FeO	Nb_2O_5	∑
1	0.66	95.45	1.54	0.80	1.56	100
2	0.41	96.42	1.46	0.46	1.25	100

Из результатов анализа видно наличие в составе минерала пятиокиси ванадия. Это согласуется с принадлежностью минерала к рутиловой группе с небольшими следами элементов ильменитовой принадлежности. Можно заметить положительную корреляцию редкого элемента ниобия с железистостью при отрицательной корреляции с титановой и кремнеземнистой составляющих минерала. Это является показателем отличия минерала от свойств собственно – колумбита.

Таким образом, можно прийти к заключению, что ильменорутил селективно включает в свой состав редкий элемент – ниобий.

При площадной альбитизации граносиенитов Кошрабатского интрузива, сменяющегося березитизацией с повышением кремнеземности, глиноземности породы происходит значительное расчленение рудообразующих растворов равновесных с рудовмещающими породами. В условиях понижения температуры происходит снижение растворимости всего комплекса рудообразующих элементов, что приводит к повышению их эффективной концентрации или активности [1,2] способствуя их осаждению. Именно эта стадия характерна для развития сульфидной минерализации телескопирующей березитизированные породы в месторождение “Урталик” Чармитанского рудного поля. В данном случае все сульфиды имеют сложный состав характерный для блеклых руд. Это связано с довольно низкотемпературными условиями их выделения по сравнению с чистыми от примесей арсенопиритами и пиритами, которые нередко встречаются в отдельных участках месторождения.

Таким образом, при региональной альбитизации в завершающем этапе процессы пропилитизации происходит существенное перераспределение рудообразующих элементов. Это связано с наступлением процессов березит-лиственитовой метасоматической формации сопряженной с процессом рудоотложения. Полихронность выделения рудных минералов вызывает смену ассоциаций последних в зависимости от режима физико-химических

условий рудообразования по температуре, давлению, плотности растворов, изменению эффективной концентрации и растворимости рудообразующих элементов. На изученном участке месторождения «Урталик» проявлено редкое, редкоземельное и полиметаллическое оруденение. Редкие элементы цирконий и ниобий может иметь реститовый характер в последствии приобретающий устойчивое состояние при рекристаллизации рудоносных минералов. При этом редкий элемент цирконий и редкоземельный элемент иттербий селективно концентрируются в цирконе и апатите соответственно. Редкие (Se, Te), благородные (Au, Ag), полиметаллические (Fe, Ni, As, Sb, Cu, Zn) элементы составляют сульфиды их.

Литературы:

1. Иванов И.П. Фациальный анализ околорудных изменений. // М.: Наука. - 1984 г., -ст. 172.

2. Коржинский Д.С. Общие закономерности постмагматические процессов. / Проблемы постмагматического рудообразования. М. Наука, 1965 г., 2 ст.7-15.

3. Семенов Е.И. «Минералогия редких земель». // М.- Изд.АН СССР.-1963 г., -ст. 412.

4. Хамрабаев И.Х., Азимов П.Т. О редкоземельных и ниоботанталовых акцессориях в гранитоидах и пегматитах Актауского массива (Западный Узбекистан). // Вопросы минералогии и геохимии. -Т: Наука. -1964 г., - ст. 172-183.

Musaev Alisher Musaevich, Jumaniyozov Denis Ikromovich

The value of albitization for the concentration of rare-earth ore deposit at Urtalik (Western Uzbekistan)

Abstract. The rare, rare-earth and polymetallic mineralization has been discovered at the Urtalik mine. Rare elements of zirconium and niobium can have a restite character, subsequently acquiring a stable state during the recrystallization of ore-bearing minerals. In this case, the rare element zirconium and the rare-earth element ytterbium are selectively concentrated in zircon and apatite, respectively.

Keywords. Koshrabadsky intrusive, Urtalik deposits, granosyenite, albite, metasomatites, rare earths, etc.

УДК 56. 551.77.

С.А. Нигматова, Б.У. Байшашов, Р.Б. Иманкулова

Сатпаев Университет, Институт геологических наук им. К.И.Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

nigmatova@mail.ru

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИИ ЗАЙСАНСКОЙ ВПАДИНЫ

Аннотация. *Одной из самых крупных отложений фауны и флоры кайнозоя расположены в Зайсанской впадине. Изучения ее геологами и палеонтологами проводилось с начало прошлого столетия. Опубликованы сотни научных работ как по стратиграфии отложения, так и по ископаемой фауне и флоре. По данным биостратиграфических исследовании последних лет уточнялось возраст отложении. По результатом исследования фаунистических комплексов в кайнозойских отложениях Зайсанской впадины выделены шесть этапов их развития: среднеэоценовый, позднеэоценовый, раннеолигоценовый, раннемиоценовый, среднемиоценовый и позднемиоцен – раннеплиоценовый.*

Ключевые слова: *Зайсанская впадина, биостратиграфия, кайнозой, эоцен, олигоцен, миоцен, плиоцен.*

Зайсанская впадина является районом мощного накопления палеоген-неогеновых отложений с богатыми остатками фауны и флоры. В связи с этим указанные отложения являются перспективными для разработки унифицированной биостратиграфической схемы и

сопоставления разрезов палеоген - неогена Казахстана и сопредельных с ней территорий – все эти вопросы давно привлекали многих исследователей к данному региону. Притом большинство этих отложении стоят на голове, то есть развернуты в вертикальном положении. Это обстоятельство значительно облегчает работы, как стратиграфов занимающееся описанием разрезов, так и палеонтологов в поиске органических остатков. Систематических исследований в этом направлении с начало не велось. Однако в связи с поисками полезных ископаемых и рассмотрением вопросов флорогенеза в районе периодически работали многие исследователи. В результате были разработаны различные стратиграфические схемы. Еще в 1883 г. горный инженер И.В.Игнатьев впервые обнаружил палеогеновые отложения у г. Чекелмес Зайсанской впадины, а в 1920-1940 гг В.П.Нехорошев впервые расчленил палеогеновую толщу Южного Призайсанья на отдельные горизонты. По находкам ископаемых растении в Зайсанской впадине можно выделить две местонахождении, это гора Ашутас с богатой среднеолигоценовой флорой (Криштофович и др., 1956; Ильинская, 1957, Ржанникова, 1958) и с разновозрастной палеоцен, эоценовой флорой гора Киин-Кериш (Ильинская и др., 1983; Романова, 1971; Ржанникова, 1962 и другие). Ашутасская флора как по отпечаткам листьев, так и по споро-пыльцевому составу является классической представительницей Тургайской ботанико-географической провинцией. На местонахождении Киин-Кериш обнаружены остатки 5 разновозрастных флор – палеоценовой, двух эоценовых и двух олигоценовых. Разрез Киин-Кериша вошел в число 4 опорных разрезов для территории СССР по проекту 174 Международной программы геологической корреляции «Геологические события на границе эоцена и олигоцена.

В Зайсанской впадине было создано более десятки стратиграфических схем палеоген-неогеновых отложений. Сопоставляя эти схемы видно, что расчленение неогена большинством исследователями делалось одинаково, т.к. накопление осадков в указанный период шло повсеместно. Однако, имеются разногласия как по определению отдельных стратиграфических единиц, так и по возрасту этих отложении. В связи с этим по биостратиграфическим данным совместных исследовании американских и казахстанских палеонтологов уточнены возраст некоторых отложении (Lucas, Emry, Bayshashov, Tyutkova, 1996; Lucas et al., 2000; Bayshashov, Lucas, 2001, Байшашов, Абдрахманова, 2017 и др.).

В истории третичных млекопитающих Зайсанской впадины намечаются в основном шесть этапов развития с соответствующими фаунистическими комплексами. О палеоценовых млекопитающих, имеющих определенное значение в истории кайнозойских фаун, пока данных нет, хотя отложения их имеются.

Первый этап – конец раннего? – среднеэоценовый. О наличии эоценовых млекопитающих (кондиляртров) в третичных отложениях р. Тайжузген в южной части Зайсанской впадины было известно еще в начале прошлого столетия. Позже эоценовые отложения с фауной обнаружены во многих местонахождениях Зайсанской впадины и они могут быть разделены на два этапа эволюционного развития. К первому этапу можно отнести фауну позвоночных чакпактасской и обайлинской свит. В ней известны тапирообразные (*Rodopagus, Breviodon*), гиракодонтиды (*Triplopus, Forstercooperia, Prohyracodon*), диноцераты (*Gobiatherium, Mongolotherium*), пантодонты (*Eudinoceras*), халикотери (*Eomoropus, Grangeria*) парнокопытные (Dichobunidae) из грызунов (*Saykanomys, Juniperimus, Tamquammus*). В обайлинской свите обнаружены грызуны (*Arsyiromysdalos, Paramys obayliensis, Abrosomys agasma*), зайцеобразные (*Shamolagus*). Среднеэоценовые млекопитающие найдены на впадинах рек Обалы, Аксыир и Калмакпай.

Второй этап – позднеэоценовый, аксыирской свиты. Основными представителями аксыйрской свиты являются бронтотерий (*Protembolotherium, Protitan*), болотные носороги (*Amynodon, Zaisanamynodon*), свинообразные (*Antracotherium, Entelodon*), гиракодонтиды (*Urtinotherium*), грызуны (*Sinosminthus, Eucricetodon*). В Зайсанской впадине их кости обнаружены на местонахождениях Киин-Кериш, Аксыир.

Третий этап – раннеолигоценовый, буранской свиты. Характеризуется отсутствием архаичных копытных, а также некоторых тапирообразных. Появляются новые формы,

придающие ей более развитый облик трагулиды (*Gobiomeryx, Lophiomeryx, Miomeryx*), грызуны и зайцеобразные (*Gobiolagus, Agispelagus, Desmatolagus, Steneofiber, Heterosminthus, Protalactaga*). Раннеолигоценовые млекопитающие известны из буранской свиты тузкабакских отложений г. Чакелмес на северном побережье Зайсанской котловины, на юге р. Калмакпай и на р. Тайжузген. Заслуживают внимание находки на Северном берегу оз. Зайсан остатки крупных и мелких млекопитающих и рыб из отложений Тузкабакской свиты (Лавров, Бажанов, 1959). Тютькова Л.А. (2009) микротериофауну буранской свиты делить на два этапа развития - ранний и поздний. К раннему она относит комплекс фаун из местонахождения «Талагай» и «Энтолодонт», а позднему – «Майлыбай», «Подорожник» и «Новый Подорожник».

Четвертый этап – раннемиоценовый, акжарской свиты. На нижнемиоценовых отложениях Кусто-Кызылкаинской междуречье известны многочисленные бобры и другие грызуны, зайцеобразные (Ербаева, Тютькова, 1998-1999; Лычев, 1990).

Пятый этап - среднемиоценовый. К этому этапу можно отнести находки грызунов сарыбулакской свиты (Шевырева, 1971), по составу отличающееся от предыдущего. Среднего миоцена Зайсанской свиты описаны и зайцеобразные (Тютькова и др., 2002). Средний миоцен в развитии млекопитающих может характеризовать анхитериевая фауна, названная по характерному представителю трехпалой лошади анхитерию.

Шестой этап – позднемиоцен – раннеплиоценовый, карабулакской свиты. В позднем миоцене анхитериевая фауна сменяется гиппарионовой обнаруженный на местонахождении Калмакпай, в Юго-Восточной части Зайсанской впадины. В этой позднемиоценовой?, возможно раннеплиоценовой фауне, найдены гиппарионы с признаками *Equus,* носороги хилотерий, синотерий, жирафы рода *Samotherium*, газеллы, специализированные высокоразвитые хищники, как саблезубый тигр, крупная гиена и другие

Таким образом, анализ и изучения как отдельных групп животных, так и фаунистических комплексов может быть использован для определения этапов их развития и для биостратиграфических выводов, которые используются в практической геологии для определения возраста вмещающих отложении и при составлении региональных стратиграфических схем.

Литературы:

1. Байшашов Б.У., Абдрахмаова Л.Т. Биоразнообразия ископаемых позвоночных и биостратиграфия кайнозоя Зайсанской впадины. Алматы. 2017. 152 б.

2. Ербаева М.А. Стратиграфическое распространение зайцеобразных (Lagomorpha, Mammalia) в третичных отложениях Зайсанской впадины (Восточный Казахстан) // Палеотериология. – 1994. - С. 65-78.

3. Ербаева М.А., Тютькова Л.А. Пищуховые (Ochtonidae, Lagomorpha) из местонахождений Зайсанской впадины (Восточный Казахстан) // Селевиния. -1998-1999. - С.134-142.

4. Ильинская И.А. Новые данные по олигоценвой флоре горы Ашутас в Казахстане // Ботанический журнвал. 1957. Т.42. № 3. С. 395-413.

5. Ильинская И.А., Кянсеп-Ромашкина Н.П., Панова Л.А., Борисов Б.А. Палеогеновая флора Зайсанской впадины // Труды ВСЕГЕИ нов. серия. 1983. Т.322. С. 115-127.

6. Криштофович А.Н., Палибин В.И., Шапаренко К.К., Ярмоленко А.В., Байковская Т.Н., Гробов В.И., Ильинская И.А. Олигоценовая флора горы Ашутас в Казахстане // Труды Ботанического ин-та, серия 8. 1956. Вып.1. С.1-180.

7. Лавров В.В., Бажанов В.С. Результаты геолог-палеонтологических исследований третичной толщ Зайсанской впадины // Вестник АН КазССР. – 1959. - №1. - С. 55-59.

8. Лычев Г.Ф. Использование относительной высоты коронок зубов бобровых в качестве показателя геологического времен // Фауна позвоночных и флора мезозоя и кайнозоя Казахстана. Алма-Ата. – 1990.- 54-60.

9. Романова Э.В. Новые виды палеоценовой флоры горы Киин-Кериш (Зайсанская впадина // Материалы по истории фауны и флоры Казахстана.1971. Т.5. С.109-121.

10. Ржаникова Л.Н. К характеристике третичной флоры горы Ашутас (Зайсанская впадина) по палинологическим данным // Известия АН КазССР серия геол. 1958. Вып.2. (31).

11. Ржаникова Л.Н. О споро-пыльцевом составе Северозайсанской свиты горы Киин-Кериш в Зайсаской впадине // Известия АН КазССР. Сер.геологическая. 1962. Вып. 4. (49). С. 90-95.

12. Тютькова Л.А. Биоразнообразие палеогеновых микротериокомплексов Казахстана // Селевиния. – 2009. - С.146-152.

13. Тютькова Л.А., Ербаева М.А., Эмри Р.Д., Лукас С.Г. Миоценовая микротериофауна Зайсана и ее биостратиграфическое значение // Зоологические исследования в Казахстане. – 2002 - С. 208-209.

14. Шевырева Н.С. Первая находка в СССР грызунов семейства Mylagalidae// Сообщ. АН СССР. – 1971. - 6 (2). - С. 481-484.

15. Bayshashov B.U., Lucas S.G. The giant rhinoceros Urtinotherium from the upper Eocene of the Zaysan Basin, Kazakhstan // Selevinia – 2001. - N 1-4. – P. 185-187.

16. Lucas S.G., Emry R.J., Bayshashov B.U., Tyutkova L.A. Paleogene mammalian biochronology, Zaysan basin, Kazakhstan // Abstract of papers 30th International Geological Congres. Beijing. - 1996. - P. 84.

17. Lucas S.G., Emry R.J., Ckhikvadze V.M., Bayshashov B.U., Tyutkova L.A., Tleuberdina P.A., Zhamangara A.K. Upper Cretaceous-Cenozoic lacustrine deposits of the Zaysan basin, eastern Kazakhstan // Lake basin sthroughspace andtime: AAPG. Studies. In Geology. – 2000. - 46.- P. 335-340.

С.А. Нигматова, Б.У. Байшашов, Р.Б. Иманкулова

Зайсан ойпаты кайнозой шөгіндісінің биостратиграфиялық мәні

Аңдатпа. Зайсан ойпаты кайнозой шөгіндісінің зерттелу жағдайы мен биостратиграфиялық мәні туралы қысқаша шолу жасалған. Зайсан ойпатының кайнозой шөгіндісіндегі фауналық кешенді зерттеудің нәтижесінде олардың дамуының алты кезеңі анықталды: орта эоценді, кейінгі эоценді, ерте олигоценді, ерте миоценді, орта миоценді және кейінгі миоцен-ерте плиоценді.

Кілт сөздер: Зайсан ойпаты, биостратиграфия, кайнозой, эоцен, олигоцен, миоцен, плиоцен.

S.A. Nigmatova, B.U. Bayshashov, R.B. Imankulova

Biostratigraphic significance of the Cenozoic sediments of the Zaysan basin

Abstract. The biostratigraphic significance of the Cenozoic sediments of the Zaysan basin is briefly described. In agreement with the study results of the faunistic complexes in the Cenozoic sediments of the Zaysan depression, six stages of their development were identified: Middle Eocene, Late Eocene, Early Oligocene, Early Miocene, Middle Miocene, and Late Miocene - Early Pliocene.

Keywords: Zaysan basin, biostratigraphy, Cenozoic, Eocene, Oligocene, Miocene, Pliocene.

УДК 55(075)

Э.И. Нурмамбетов

ГНС лаборатории геоморфологии и геоинформационного картографирования ТОО «Института географии»,

Лауреат Государственной премии Казахстана в области науки и техники

К 120-ЛЕТИЮ К.И. САТПАЕВА (ВОСПОМИНАНИЯ О КАНЫШЕ ИМАНТАЕВИЧЕ САТПАЕВЕ)

Аннотация. *Э.И. Нурмамбетов, ГНС лаборатории геоморфологии и геоинформационного картографирования ТОО «Института географии», Лауреат Государственной премии Казахстана в области науки и техники, поделился с нами воспоминаниями о некоторых моментах, безусловно только подчеркивающих человечность*

жизненного пути великого Академика Каныша Имантаевича Сатпаева. Он рассказывает о полученном впечатлении когда он был на приемах у великого ученого и государственного деятеля, а также о знаменательных событиях в жизни К.И. Сатпаева.

Ключевые слова: *академик, Могол, металлогения, минерагения, геологические структуры, карст, сера, лауреат, Сталинская и Ленинская премия.*

Вряд ли возможно сказать нового о жизни и неповторимом плодотворном труде великого Академика, которого широко известный казахстанский интеллектуал Ильяс Омаров выразительно и обоснованно «звездной личностью нации, общества и эпохи». Сотни публикаций соратников, учеников, родственников, журналистов и маститых писателей, наверное, не оставили белых пятен в биографии Каныша Имантаевича Сатпаева.

Уступая настойчивости Розалии Токмагамбетовой – ученого секретаря Института географии, решил поведать несколько мелких штрихов, безусловно только подчеркивающих человечность его жизненного пути.

Впервые я увидел К.И. Сатпаева в 1958 году на Всесоюзном совещании по металлогении, где он председательствовал нам, молодым специалистам достались места в боковом бельэтаже академического зала, откуда хорошо были видны и трибуна и стол президиума. К.И. Сатпаев в просторном костюме, легко привставая представлял слово докладчикам, давая при этом им лаконичную характеристику. Каждое выступление закруглял кратким выводом или репликой. Недалеко от меня отдельно дремал немолодой человек. Еще подумалось: нашел место поспать. Но когда начались прения, председатель первым предоставил ему слово, назвав при этом имя знаменитого ученого. Тот поднялся и через боковую дверь быстро пошел к трибуне. Каныш Имантаевич встал, протянул ему руку, спросил о состоянии и заметил, что, наверное, перелет из Москвы был утомительным. Гостя, после его яркой речи усадили в президиуме. Впрочем, все выступления были очень содержательными и оригинальными. Много позже я узнал, что даже ученые с большой лекционной практикой тщательно готовятся специально к выступлениям на собраниях высокого уровня и даже репетируют перед зеркалом: Такова дань профессиональному сообществу. Но тогда, все больше узнавал размеры пропасти, отделявшей молодого специалиста от элиты геологической науки и практики.

Возникало немало дискуссионных вопросов относительно генезиса отдельных руд металлов, формы картографического отражения закономерностей их размещения в геологических структурах, эпох рудообразования и др. Основную полемику вызвало содержание термина «металлогения». Предлагалось использовать термин «минерагения», которая охватила бы все, а не только рудные полезные ископаемые. Рассматривали этимологию и семантику слова, комплексность прогнозов.

Впоследствии прояснилось, что прошедшая научная сессия практически стала отчетом колоссальных работ по созданию прогнозно-металлогенической карты Центрального Казахстана, созданной под руководством К.И. Сатпаева. Ему и еще 7 сотрудникам Института геологических наук за этот труд была присуждена Ленинская премия за 1958 год. Неясно мне, вручение состоялось до совещания или после и как оно происходило. Исследование носило гриф секретности и отдельные его моменты проявлялись спустя годы. Ленинская премия учреждена в 1925 году за особые заслуги в области науки и техники, литературы и искусства, архитектуры. Но в период с 1935 по 1958 гг. она не присуждалась и поэтому «металлогения», семантически охватывающая все месторождения металлов и «металлоидов» (Сатпаев, тезисы доклады) стала первым Лауреатом в лице исполнителей.

В 1958 г. я стал сотрудником Института геологических наук им. К.И. Сатпаева АН КазССР. Сфера интересов определялась названием сектора – геоморфология и четвертичная геология. Руководителем сектора был Георгий Цараевич Медоев. Тоже легендарная персона: учитель и ученый не утративший до своего 90-летия мудрости, юмора и артистизма. Через полтора года, видимо подумав, что из меня может что-нибудь получиться, повел трепещущего меня к К.И. Сатпаеву: «Вот молодой азиат с некоторым опытом полевых работ

на Джезказган-Улутауском месте». Каныш Имантаевич усмехнулся, подал руку и пригласил на широкий диван громадного президентского кабинета. Расспросил о семье и о результатах экспедиционных маршрутов. Когда разговор коснулся трещинно-карстового рельефа, Медоев сказал: «Я планирую послать его на Индерский карст и скоро в Москве будет совещание, где он познакомится со специалистами". К.И. Сатпаев: "Если вы, Георгий Цараевич, хотите направить его на изучение карста, то Москва это хорошо, но сразу пусть поедет к специалистам в Пермь, Подолию и, быть может, в Грузию!»

В Пермь я попал и много узнал в Институте карстоведения, у проф. Г.А. Максимовича на Западной Украине контакта не нашлось.

Первый отчет по работам на Индере Г.Ц.Медоев вернул мне с уничижительными словами «рефератик студентика». Лишь третий раз отчет в какой-то мере удовлетворил Георгия Цараевича и он снова повел меня к К.И.Сатпаеву. На этот раз в кабинете Института Каныш Имантаевич выглядел усталым. Молча, почти полусонно выслушал мой лепет и вдруг встрепенулся, когда я упомянул о находке серы: «Сера откуда?» и даже прихлопнул ладонью по столу.

Половину 1963г. я читал все о сере. Изучал сложные гидрогеохимические реакции, в которых из разложившихся гипсов выделяется сера. Но доказать повышение своей грамотности не удалось. В феврале следующего года мы прощались с К.И. Сатпаевым.

Группу молодых отрядили охранять западный вход в оперный театр с поручением пропускать только значимые делегации с венками. Но народ, переполнивший, все пространство вокруг театра искал, любые пути к залу панихиды, время которой было почему-то неоправданно ограничено. Так что пришлось отбиваться, а прощаться только в траурной процессии.

На склоне лет я нередко думаю, что мне дали эти два приема у великого ученого и государственного деятеля? Во-первых, как увеличить кругозор и уверенность начинающему спецу и, во-вторых, как «вправить мозг» недоучке.

Я работал в ИГН долгие 33 года и сейчас не порываю связи с ним, являюсь одним из его старожилов. Слышал, а иногда и был свидетелем некоторых событий с участием К.И. Сатпаева:

– Видел бегущего Академика. Связано это было с визитом одного из кремлевских небожителей К.Е.Ворошилова. Случилось это не раньше 1962 г., т.к. открылось здание геологического музея. Квартал был оцеплен, всех кто «покрасивше» сгрудили у фасада главного корпуса. Подъехал кортеж, и тут по улице Красина (Ч. Валиханова) сверху бежит группа людей во главе с К.И. Сатпаевым. Должно быть ожидали высокого гостя в Президиуме АН, но маршрут изменился. Позже мы гадали: сделано было в ЦК или так спонтанно решил Красный Маршал.

– В годы свободные от Президентства К.И.Сатпаев работал в кабинете старого двухэтажного здания на ул. Виноградова (Карасай батыра). Однажды утром входя в кабинет, застал уборщицу, выползающую из-под стола со словами «верблюд проклятый» и, естественно обомлевшую, при виде К.И. Сатпаева. Каныш Имантаевич добро улыбнувшись извинился. Вызвал завхоза и попросил поставить плевательницу. С той поры этот атрибут находился везде, где К.И. Сатпаеву приходилось долго заседать: он имел привычку к насваю.

– Яркий солнечный день, окна кабинета раскрыты. Вдруг тишину нарушает мощный вокал. Комиссия бежит к церкви, которая стояла во дворе. Каныш Имантаевич останавливает: «Подождите, пусть допоет!» Выясняется, что у самой маковки, где обитал Симорин ссыльный биолог, зеленевший при упоминании Т. Лысенко, был в гостях известный оперный бас Евгений Иванов – народный артист КазССР, солист Большого театра.

– О многократно упомянутом маршруте из Караганды в Баянауыл, в год, когда К.И.Сатпаева восстановили в должности Президента АН, рассказал один из участников маршрута. Снарядили экспедиционную машину. В кузове палатки спальные мешки, еда, вода, дрова, инструменты, бензин. 230 км ехали несколько дней. У каждого живописного

места поднята белая юрта. Приглашение, ликованье, домбра, песни, объятия, той. Каныш Имантаевич иногда подходил к машине и выпивал немного спирта. Настроение постоянно праздничное. Рассказчик заканчивал словами: «Слушай, а там нигде не едят баранину». Шутил он, наверное, гостю такого уровня подносят только шеке и мясо- жеребенка.

– В шестиметровый кабинетик Г.Ц. Медоева часто приходил академик М.П. Русаков – первооткрыватель ряда крупнейших рудных месторождений Центрального Казахстана. Подолгу беседовали, много курили. Однажды он поведал как один успешный ученик уговорил его приобрести и переоформить автомашину, дефицит того времени. Русаков благодушно согласился, но недавно его потревожили обвинением в спекуляции. Ранее познавший несправедливые репрессии он смятенный пошел к Моголу (так они величали К.И.Сатпаева, в честь Великих Моголов). Каныш Имантаевич, зная, что такого быть не может, переговорил по правительственной связи и заверил Михаила Петровича, что никакого обвинения не будет. Тогда же он попросил парторга Института «основательно побеседовать» с обладателем Москвича 408.

– В планах К.И.Сатпаева было открытие Института географии. Предлагал Г.Ц. Медоеву быть организатором и директором. Тот категорически отказался, но рекомендовал на это место известного географа, климатолога из Ленинградского Института, хорошо знавшего возможности казахстанского географов. Имя рек дает согласие при условии, помимо жилья в Алма-Ате, улучшить его квартирное положение в Ленинграде, путем отселения коммунальных соседей. Возможно посчитал, что К.И. Сатпаеву – заместителю председателя Верховного Суда СССР это не составит труда. Каныш Имантаевич отказал в резкой форме.

– В геологический институт был принят один Российский специалист с докторской ученой степенью, которых недоставало. Его супруга явилась к Сатпаеву и устроила скандал. Оказывается их, приехавших поднять уровень науки, обделили, не дали клубники из ботанического сада как некоторым соседям. Каныш Имантаевич отозвал специалиста с полевых работ и уволил, указав, что следует устранять бесцеремонность жены.

На мой взгляд только три алмаатинца получали и Сталинскую и Ленинскую премии: Мухтар Омарханович Ауэзов, Каныш Имантаевич Сатпаев и, значительно менее известный, осетин Георгий Цараевич Медоев, рядом с которым я был 1958-1991 годы. В жизни каждого из них случалось много знаменательных событий, часть которых хранит и моя память.

Э.И. Нұрмамбетов
Қ.И. Сәтбаевтың туғанына 120 жыл толуына қарай
(Қаныш Имантайұлы Сәтбаев туралы естеліктер)

Аннотация. «География институты» ЖШС-нің геоморфология және геоақпараттық картографиялау зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Ғылым мен техника саласындағы Қазақстан Республикасының мемлекеттік сыйлығының лауреаты Э.И. Нұрмамбетов бізбен ұлы Академик Қаныш Имантайұлы Сәтбаевтың сөзсіз тек адамгершілік өмір жолын айқындайтын кейбір сәттері туралы естеліктерімен бөлісті. Ол өзінің ұлы ғалым және мемлекеттік қызметкерінің қабылдауында болған кездегі әсерімен, сондай-ақ Қ.И. Сәтбаевтың өміріндегі айырықша оқиғалары жөнінде айтады.

Түйін сөздер. Академик, Моғол, металлогения, минерагения, геологиялық құрылымдар, карст, күкірт, лауреат, Сталиндік және Лениндік сыйлығы.

E.I. Nurmambetov
To the 120th anniversary of K.I. Satpayev
(Memories of Kanysh Imantayevich Satpayev)

Annotation. Nurmambetov E.I., chief researcher of Geomorphology laboratory and GIS mapping in the Institute of Geography, Laureate of the State Prize of Kazakhstan in the science and technology field, shared with us memories of some moments that certainly only emphasize the humanity of the life of the great Academician Kanysh Imantayevich Satpayev. He tells about the impression received when he was at receptions at the great scholar and statesman, as well as significant events in the life of K.I. Satpayev.

Keywords. Academician, Mogul, metallogeny, minerageny, geological structures, karst, sulfur, laureate, Stalin and Lenin Prize.

УДК 001.89:628.4 (574.14)

Л. Х. Райкулова
Старший научный сотрудник департамента геологии нефти и газа АО «НИПИнефтегаз» Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа», г. Актау, Мангистауская область, Республика Казахстан
Raikl1@nipi.kz

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНО-ДОБЫВАЕМЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА УТИЛИЗАЦИИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОРАНКОЛЬ) И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАХОРОНЕНИЯ ПОПУТНО-ДОБЫВАЕМЫХ ВОД РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация. *В настоящей статье, на примере истории разработки полигона на месторождений Боранколь представлены результаты изучения утилизации попутно добываемых вод в водоносные горизонты.*

В связи с увеличением общего количества добываемой нефти и повышением её обводненности непрерывно возрастает и объем добываемой попутно с нефтью пластовой воды. После отделения от нефти пластовые воды называются пластовыми сточными водами. Увеличение сопутствующих вод требует принятия мер по нейтрализации пластовых вод при бурении, испытании и эксплуатации скважин.

Сегодня одной из проблем нефтегазовой отрасли Казахстана является утилизации трудноочищаемых жидких отходов, образующихся при извлечении и переработке сырья на предприятиях нефтегазового комплекса.

Имеющийся мировой опыт утилизации попутно добываемых вод методом подземной закачки является одним из видов пользования недрами, имеющим целью предотвращение загрязнения земной поверхности, открытых водоемов и пресных подземных вод промышленными отходами.

Ключевые слова: *утилизация, поглощающие скважины, сточные воды, водоносные горизонты, полигон.*

Вода является важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом. Она используется и охраняется в Республике Казахстан как основа жизни и деятельности народа, проживающего на её территории, обеспечивает экономическое, социальное, экологическое благополучие населения, существование животного и растительного мира.

Отношения в сфере водопользования регулируется Водным Кодексом РК (1995 год) путем установления правовых основ использования и охраны водных объектов.

Подземное захоронение сточных вод является одним из видов пользования недрами, имеющим целью предотвращение загрязнения земной поверхности, открытых водоемов и пресных подземных вод жидкими промышленными, сельскохозяйственными и коммунально-бытовыми отходами.

Промышленные сточные воды (жидкие отходы) нефтегазового комплекса в значительной части представляют воду, добытую вместе с газом, нефтью, углеводородным конденсатом и поэтому подлежат возврату в недра. В результате отбора углеводородов в недрах образуются обширные области с пониженным пластовым давлением. Закачка сточных вод позволяет частично восстановить нарушенное природное гидродинамическое равновесие.

Требования к сбросу сточных промысловых вод до начала опытно-промышленной эксплуатации месторождения содержатся также в Правилах разработки газовых и газоконденсатных месторождений.

Одной из важнейших экологических проблем является утилизация трудноочищаемых жидких отходов, образующихся при извлечений и переработке сырья на предприятиях нефтегазового комплекса. В Прикаспийской впадине, в соответствии с характером ее геологического строения, захоронение попутно-добываемых вод на крупнейших разрабатываемых месторождения, таких как Тенгиз и Карачаганак [2]. Осуществляется в надсолевые либо в подсолевые отложения. Согласно системе гидрогеологического районирования территорий Казахстана по гидрогеологическим условиям захоронения попутно-добываемых вод в глубокие водоносные горизонты, Прикаспийская впадина является перспективной для этих целей. Одноименный гидрогеологический бассейн, вследствие особенностей своего геологического и тектонического строения является сложной синтезированной водоносной системой. Подсолевой гидрогеологический этаж представляет собой древний погруженный элизионный бассейн с мегастабильным режимом пластовых вод, энергия которых обеспечивается процессами выдавливания поровых вод из горных пород. Область питания и области разгрузки в таком бассейне отсутствуют.

Надсолевой гидрогеологический этаж впадины рассматривается как наложенный гидрогеологический бассейн артезианского типа. Областями разгрузки подземных вод служат внутренние водотоки и водоемы. А также акватория Каспийского моря на юге бассейна. Надсолевой гидрогеологический этаж осложнен соляными куполами и массивами прорывающим водоносные комплексы практически на всю толщину гидрогеологического этажа. С точки зрения захоронения попутно-добываемых вод основную роль играют надсолевые толщи верхнепермских, триасовых, юрских и меловых отложений (рис.1).

В истории геологического развития исследуемого района, в разрезе платформенного чехла, учитывая солянокупольную тектонику Прикаспийской впадины, а также продуктивность стратиграфических комплексов, выделяются два структурных этажа надсолевой и подсолевой (несмотря на отсутствие галогенной толщи кунгурского яруса). В надсолевом гидрогеологическом бассейне приурочен эксплуатирующийся Полигон захоронения попутно-добываемых вод на месторождения Боранколь.

В настоящее время данное месторождение находится в разработке по основным эксплуатационным объектом в юрских отложениях.

Работы по организации Полигона захоронения попутных пластовых вод на площади месторождения начаты в 2002 году, на основе опыта утилизации токсичных, радиоактивных и других промышленных отходов, а также попутно-добываемых пластовых вод нефтяных месторождений [1].

В административном отношений территория Полигона для утилизации (закачки) попутно-добываемых вод в юрские отложения месторождения Боранколь находится в Бейнеуском районе Мангистауской области, в 80 км севернее от г. Кульсары и 70 км западнее от поселка Каратон Эмбинского района Атырауской области, на северо-восточном побережье Каспийского моря. Ближайшими железнодорожными станциями являются Кульсары и Опорная (рис.2).

Территория горного отвода Полигона утилизации (закачки) попутно-добываемых вод месторождения Боранколь располагается в пределах площади горного отвода, предоставленного ТОО «КазМунайТениз» в соответствии с Лицензией и Контрактом на ведение нефтяных операции.

В качестве основного поглощающего коллектора принят юрский водоносный горизонт. Суммарные объемы закачек – 5463 $м^3$/сут. на срок эксплуатации Полигона-3655 суток. Расчетная нагрузка на одну поглощающую скважину принята равной 3825 $м^3$/сут. За радиус растекания стоков принято расстояние от ближайшей поглощающей скважины в 868 м, которую стоки достигнут через 10 лет, до разлома. Изменение пластового давление, при закачке в одиночную скважину составит 0,20 МПа, а для группы скважин 0,8 МПа.

Геолого-структурные особенности Урало-Каспийского водо-хозяйственного бассейна, а именно его расположенность на стыке трех крупных геологических структур - Русской

платформы, Туранской плиты и уральской горно-складчатой области, определили сложность и разнообразие гидрогеологических условий.

В рассматриваемом бассейне подземных вод выделяются водоносные горизонты и комплексы в четвертичных, палеогеновых, меловых, юрских и пермотриасовых отложениях. Подземные воды юрских отложений распространены на всей территорий бассейна и приурочены к песчаникам, известнякам, алевролитам, пескам (рис.3). Изолинии подошвы залегания средне юрских отложений по площади месторождения имеют значения от минус 2660 м до минус 2700.

Образования верхнее юрских отложений (оксфорд, волжский) глубиной залегания до 1925 м представлены, главным образом, глинами, известняками и мергелями с подчиненными прослоями песка и песчаника, что позволяет рассматривать их в качестве регионального водоупора.

Следует отметить, что между отложениями келовейского водоносного комплекса и неокома, также развиты водоупорные отложения оксфордского яруса верхней юры, представленные глинами.

В пределах рассматриваемого района юрский водоносный комплекс отложений достаточно надежно изолирован от залегающего выше неокомского водоносного комплекса отложений 24-407 метровой (при среднем значении 170 м) глинистой толщей. По отношению к нефтяному эксплуатационному объекту юрский комплекс выступает а качестве буферного горизонта, содержащего подземные воды непригодные для питьевых, бальнеологических и промышленных целей, один из необходимых критериев, используемых при выборе перспективных пластов-коллекторов. Юрский водоносный комплекс является именно таковым, поскольку содержащиеся в нем пластовые воды характеризуются высокими значениями минерализации и непригодны для питьевых и бальнеологических целей, с не высокой концентрацией микроэлементов, не используемых в качестве гидроминерального сырья.

По результатам приведенных химических анализов подземных вод юрского горизонта, установлено, что вода рассольного типа, с минерализацией 138, 8-180,5 г/дм^3. Тип воды по классификации Сулина В.А. хлоркальциевого типа [3].

В настоящее время на Полигоне утилизируются попутно-добываемые пластовые воды месторождений Боранколь. В эксплуатации находится 3 поглощающих скважин 7, 11, 30, 69, 29.

Непрерывное динамическое воздействие закачиваемых попутно-добываемых вод вызывает изменения геодинамической и геохимической функции литогидросферы.

Процесс утилизации попутно-добываемых вод осуществляется при постоянном контроле. Наблюдение за распространением попутно-добываемых вод в водоносном пласте и за состоянием геологической среды в течение длительного периода осуществлялось по двум наблюдательным скважинам.

Задачей наблюдательных скважин 21 и 55 является мониторинг за юрским горизонтом, с целью установления возможного передавливания и перетока закачиваемых вод вверх по вертикали; наблюдательной скважиной 21-контроль за поглощающим средне юрским горизонтом, с целью контроля изменения пластового давления; наблюдательная скважина 55, с целью контроль за изменением пластового давления в нижележащем триасовом горизонте, установления возможного передавливания и перетока закачиваемых вод вниз по вертикали.

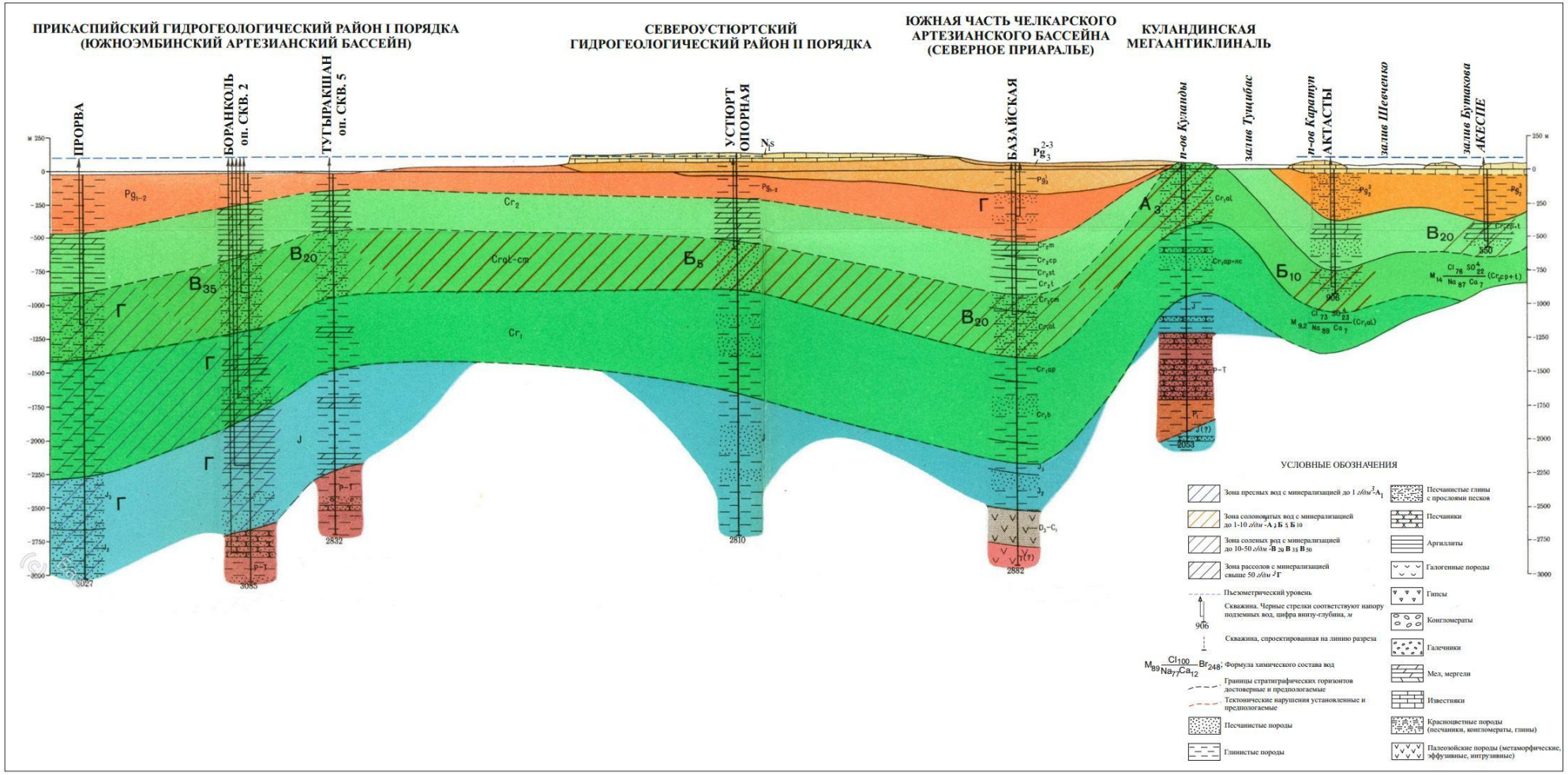


Рисунок 1 - Геологический разрез Прикаспийской впадины

Рисунок 2 - Обзорная карта

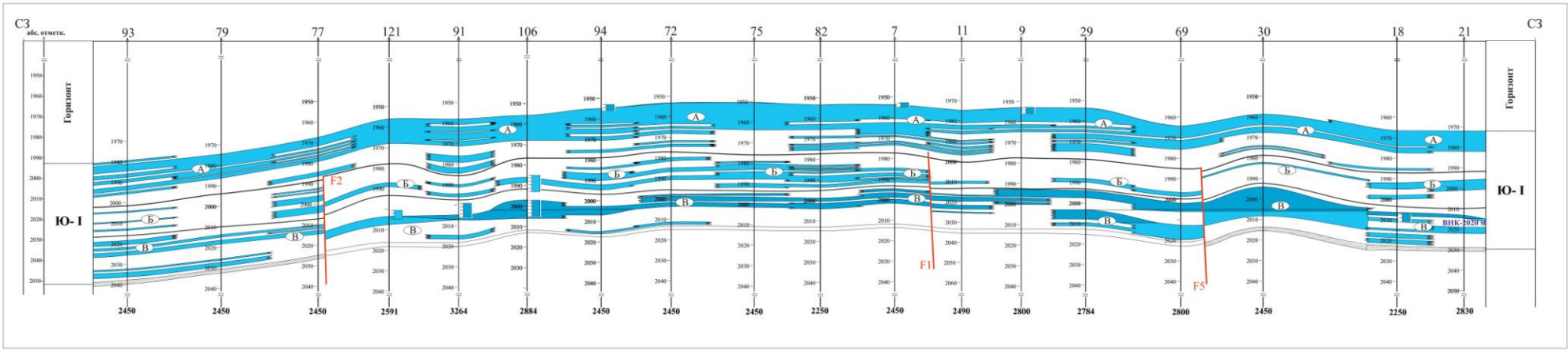


Рисунок 3 - Схема строения юрского водоносного резервуара

Рисунок 4 - Динамика утилизации с начала закачки по скважинам

Для контроля перетоков технических вод проводятся следующие замеры вод в наблюдательных скважинах: замеры забойных либо устьевых давлений и температур, отбор проб пластовых вод, замеры газонасыщенности вод, анализ проб водорастворимых газов, химический анализ состава пластовых вод.

При контроле химического состава и физических свойств попутно-добываемых вод выполняются сокращенный и полный химические анализы по следующим показателям: плотность, pH, сероводород, гидросульфиды, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты, кальций, магний, сульфиды, солесодержащие, атакже железо 2-х и 3-х валентное, ионы аммония, нитриты, бор, иод, бром, взвешенные вещества, ХПК и метанол. В процессе контроля, на поглощающих скважинах осуществляются следующие виды исследований: непрерывный учет объемов закачки, учет давлений закачки и температуры попутно-добываемых вод на устье скважин, отбор проб закачиваемых промстоков, в соответствии с требованиями нормативных документов за весь период закачки. Ежегодные объемы за последние 5 лет составляют 2 764 4534 млн.м^3. Динамика утилизации с начала закачки по скважинам приводиться на рисунке 4.

За 18-летний срок эксплуатации Полигона утилизации попутно-добываемых пластовых вод, по состоянию на 01.01.2019 год, составляет 5, 011 млн.м^3. При закачке воды в одиночную скважину, изменение давления на границе растекания попутно-добываемых пластовых вод составит 0,005 МПа. При закачке воды в систему скважин, образующую «большой колодец», изменение давления на границе составит 0,049 МПа, а изменение давления в центре «большого колодца» составит 0,076 МПа. При прогнозе на 10-летний период эксплуатации, объемы утилизируемых попутно-добываемых пластовых вод достигнут 5,0 млн.м^3 в год (5486 м^3/сут) (рис.4).

Надежность закачки попутно-добываемых вод во многом определяется конструкцией и техническим состоянием поглощающих скважин. Очень высокие требования представляются к качеству разобщения горизонтов. Качество цементирования затрубного пространства обсадных колонн против водоносных и водоупорных комплексов определяется геофизическими методами исследований.

Конструкция поглощающих скважин Полигона утилизации месторождения следующая:

1. Направление диаметром 490 мм - спущено на глубину 10 м. и зацементировано до устья, для перекрытия верхних неустойчивых отложений и обвязки устья скважины с циркуляционной системой;

2. Кондуктор диаметром 324 мм спущен на глубину до 50 м и зацементирован до устья для перекрытия водоносных горизонтов, недопущения гидроразрыва пород при ликвидации ГНВП и установка противовыбросового оборудования;

3. Промежуточная диаметром 245 мм - спущено на глубину 1100 м и зацементировано до устья, для перекрытия верхних неустойчивых водоносных отложений;

4. Эксплуатационная колонна диаметром 168 мм – спущена до проектной глубины и зацементирована да устья (рис. 5, табл. 1).

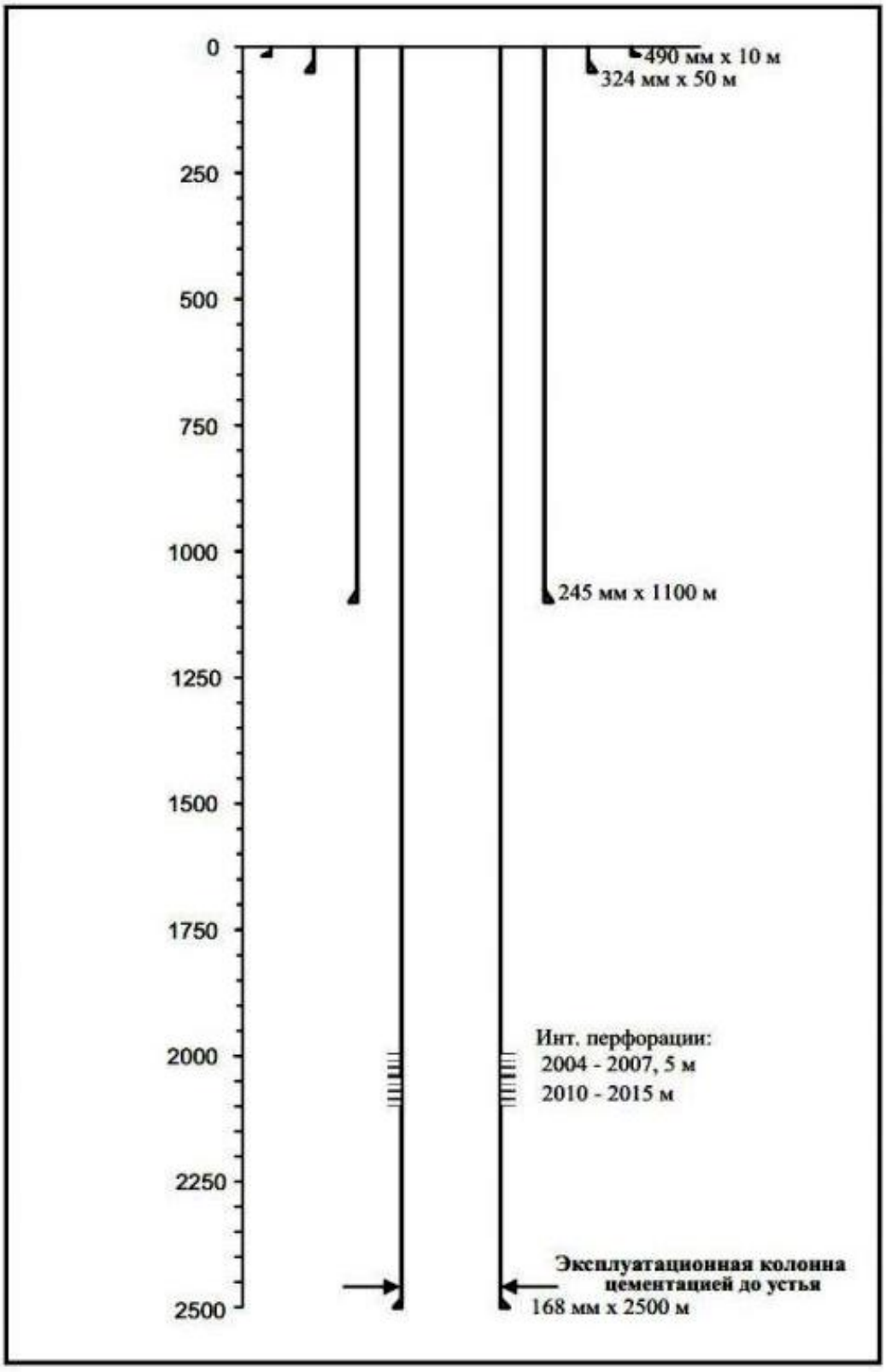


Рисунок 5 - Конструкция поглощающей скважины Полигона

Таблица 1. Конструкция поглощающих скважин

№№ п/п	Наименование обсадных колонн	Диаметр, мм		Глубины спуска колонн, м	Цементация за колонной
		Долота при бурении	Обсадной колонны		
1	Направление	490	426	10	До устья
2	Кондуктор	393,7	324	50	До устья
3	Промежуточная	295,3	245	110	До устья
4	Эксплуатационная колонна	215,9	168	2500	До устья

Глубина спуска колонны определяется из условий залегания юрского горизонта и наличия зумпфа. На требования к качеству воды влияет также давление нагнетания. Пластовое давление составляет 17-18 МПа; рабочее давление на устье в поглощающих скважинах составляет 8-9 МПа; максимальное давление нагнетания при кольматации интервалов перфорации не должно превышать 12 МПа.

Также, в соответствии с требованиями к качеству очистки попутно-добываемых вод, закачиваемых в поглощающие горизонты, изложенными в ГОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству», при проницаемости пористой среды коллектора свыше 0,6 мкм^2 допустимые содержания загрязнений по нефтепродуктам составляют 50,0 мг/дм^3, что не противоречит сделанным выше выводам (таб.2).

Таблица 2. Требования к составу и свойствам закачиваемых вод

Параметры	Максимально-допустимое значение/содержание
pH	**7**
Карбонатная жесткость и гидрокарбонат-ионы, мг/моль/дм^3	Не более 5
Уменьшение пористости, %	Не более 0,3
Коррозионная активность, мг/см^2/сут	Не более 0,1-0,2
Растворенный кислород, мг/дм^3	Не более 0,02-0,05
Нефть, мг/дм^3	Не более 30
Механические примеси, мг/ дм^3	Не более 30
Размер частиц, мкм	Не более 3-5
Ионы окисного железа, мг/ дм^3	Не более 1
Сероводород, % (мол.)	Должны отсутствовать
Сульфат-ионы, мг/ дм^3	Должен отсутствовать
Бактерии, 1/ дм^3	Должны отсутствовать

Таким образом, контроль за техническим и экологическим состоянием поглощающих скважин и вышележащих горизонтов, проводившийся на Полигоне в течение 18 лет, подтверждает возможность безопасного захоронения промстоков и эксплуатации полигона на площади месторождения Боранколь.

В связи с тем, что запасы углеводородного сырья на месторождений должны обеспечить бесперебойную работу комплекса на многие десятилетия, в будущем следует ожидать увеличения объемов попутно-добываемых вод для утилизации в подземные пласты. Анализ эффективности действующей схемы полигона и его расширения, в случае увеличения объемов утилизируемых попутно-добываемых пластовых вод, показывает необходимость увеличения фонда поглощающих скважин с целью сохранения требуемых инструкцией вышеуказанных условий их эксплуатации.

Учитывая длительный период бесперебойной эксплуатации Полигона и его многолетнюю изученность, представляется возможным значительно сократить предварительные исследования в новых поглощающих скважинах Полигона, вследствие схожести их геологических и гидрогеологических условий. Для обеспечения функционирования новых полигонов могут быть использованы существующие, выбывшие из эксплуатации скважины или скважины, не достигшие продуктивного горизонта по техническим причинам. По такому же принципу возможно выделение перспективных участков для захоронения попутно-добываемых вод разрабатываемых углеводородных месторождений в пределах всей Прикаспийской впадины.

Литературы:

1. Геологическая информация по участку недр месторождения Боранколь // Чагай В.Г, Райкулова Л.Х. и др. – Отчет АО «НИПИнефтегаз». - Актау. - 2016.

2. Лабораторные исследования совместимости проб воды с месторождения Боранколь // Саенко О.Б., Лозовая С.В., Прапорщикова В.С. – Отчет об испытании АО «НИПИнефтегаз». - Актау. - 2018.

3. Проект закачки промышленных сточных вод Карачаганакского НГКМ в глубокозалегающие водоносные горизонты // Калмыкова Н.В. - Отчет ТОО «SED». – Аксай/Алматы. - 2008.

4. Боревская.В.А., Гаврилов.И,Т,, Гольдберг В.М.. Гидрогеологические исследования для захоронения промышленных сточных вод в глубокие водоносные горизонты. - М.:Недра. - 1976.

Л. Х. Райкулова

Ілеспе өндірілетін суларды кәдеге жаратудың гидрогеологиялық негіздемесі (Боранкөл кен орнындағы кәдеге жарату полигонының үлгісінде) Игерілетін көмірсутек кен орындарының ілеспе өндірілетін суларын көму перспективалары

Аңдатпа. Осы мақалада, Боранкөл кен орнындағы полигонның игерілу тарихының үлгісінде, сулы деңгейжиектерге ілеспе өндірілетін суларды кәдеге жер қойнауына қайта айдау, зерттеу нәтижелері ұсынылған.

Кілт сөздер: жер қойнауына қайта айдау, сіңіргіш ұңғымалар, ағын сулар, сулы деңгейжиектер, полигон.

L. H. Raikulova

Hydro-geological study of produced water utilization (as an example, utilization site at Borankol field) and perspectives of disposal of produced water of hydrocarbon fields under development

Abstract. In this article, the example of the history of the development of the testing ground at the Borankol field presents the results of studying the utilization of associated water produced in aquifers.

In connection with the increase in the total amount of oil produced and the increase in its water cut, the volume of produced water, along with oil, increases continuously. After separation from oil, the formation water is called the formation sewage. The increase in associated waters, requires the adoption of measures to neutralize formation water during drilling, testing and operation of wells.

Today, one of the problems of Kazakhstan’s oil and industry is the utilization of difficult-to-clean liquid waste generated during the extraction and processing of raw materials at oil and gas enterprises. The existing world experience in the utilization of water extracted by underground injection is one of the types of subsoil use that is aimed at preventing pollution of the earth’s surface, open water bodies and fresh groundwater by industrial waste.

Keywords: utilization, absorbing wells, sewage waters, water-horizontal horizons, range.

УДК 622

А. Сакабеков[1], Е. Аужани[2]
[1]докт.физ.-мат.наук, профессор, КазНИТУ им. К.И.Сатпаева,
[2]канд.физ.-мат.наук, г. Алматы, Казахстан
erkawww@gmail.com, auzhani@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ДОБЫЧИ ПРИ АДАПТАЦИИ ПОСТОЯННО-ДЕЙСТВУЮЩИХ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ К ИСТОРИИ РАЗРАБОТКИ

Аннотация. *В данной статье описывается методика нахождения гидродинамических параметров пласта с использованием коммерческого программного продукта KAPPA TOPAZ. Данная методика основывается на анализе кривых падения добычи. Анализ добычи является естественным дополнением к анализу данных на неустановившихся режимах фильтрации, когда известны данные о давлении и дебите. Палеточные кривые Фетковича объединяют теоретический отклик скважины в замкнутом коллекторе и стандартные кривые падения Арпса. Метод билогарифмического согласовния применим как для неустановившейся части данных, так и для периода потока под влиянием границ. Представляя оба периода, палеточные кривые не позволяют допускать неверного согласования данных неустановившегося режима на кривых падения. Экспоненциальное падение добычи можно представить как долгосрочное решение задачи постоянного давления. Результатом исследований является нахождение фильтрационных характеристик призабойной зоны скважины. При оценке фильтрационно- емкостных свойств нефтяного пласта использовано сочетание аналитического и эмпирического (палеточные кривые Арпса) решений в типовых кривых Фетковича. В гидродинамическую модель месторождения включен аналитический аквифер Фетковича с постоянной скоростью притока 150 м3/(сут·BAR) и объемом подошвенных вод равным 3.5E9м3, что позволяет предположить о влиянии границы постоянного давления.*

Ключевые слова: *адаптация модели, идентификация параметров пласта, фильтрационные характеристики пласта, призабойная зона скважины, палеточные кривые Фетковича, кривые падения Арпса, метод билогарифмического согласования.*

Для управления пластом применяется метод моделирования [1]. Моделирование позволяет понять геологию пласта и предсказать его поведение при различных сценариях разработки. На всех стадиях разработки месторождения необходимо прогнозировать поведение пласта и технологические показатели разработки. А для этого нужны достоверные геолого-технологические модели, на основе которых можно принимать решения по дальнейшему изучению и оптимизации разработки залежей углеводородов. Заметим, что постоянно-действующая геолого-технологическая модель является цетральным объектом, на основании которого ведется разработка месторождений. Адаптация модели к истории разработки является важной и актуальной задачей разработки месторождения. В настоящее время применяются современные технологии в моделировании пластовых систем, которые требуют точности исходных данных в оценке неизвестных параметров модели.

Восстановление истории разработки месторождения сводится к определению параметров пласта по известным (фактическим) дебитам и давлениям [3]. Адаптация модели связана с уточнением фильтрационно-емкостных параметров пласта, относительных фазовых проницаемостей для нефти, воды и газа, поля давлений и др. Задача идентификации состоит в уточнении фильтрационно-емкостных свойств коллектора и физико-химических свойств насыщающих пласт жидкостей и газов. Суть данной методики заключается в согласовании результатов расчетов технологических показателей предшествующего периода разработки с фактической динамикой добычи нефти, закачки воды, пластовых и забойных

давлений. В результате такого согласования модель, используемая для прогноза коэффициента нефтеизвлечения и технологических показателей, идентифицируется с реальными параметрами пласта. Нахождение неизвестных параметров модели нефтяного пласта, при расчете известных, наблюдаемых дебитов и забойных давлений модели является обратной задачей и, следовательно,.имеет множество решений [2], [7].

В задачах параметрической идентификации пластовой системы необходимо уточнение и подбор неизвестных фильтрационных характеристик модели, к которым относятся эффективная проницаемость, скин-фактор, радиус контура питания. Такие параметры затем вводятся в расчетную таблицу гидродинамических симуляторов SCHLUMBERGER ECLIPSE [7], ROXAR TEMPEST, CMG VIP. Вычисление гидродинамических параметров модели необходимо для определения проектных значений расходов и сравнение их с фактическими.

Метод анализа кривых падения добычи был применен для проведения адаптации гидродинамической модели к истории разработки на одном из месторождений Узень Западного Казахстана [4]. Месторождение начали разрабатывать с 1987 года, период истории составляет двадцать лет. Основными исходными данными являлись фактические дебиты по скважинам и по месторождению в целом.

Анализ добычи нефти выражается в общем виде для экспоненциального падения следующим образом [5]:

$$q_o(t) = q_i e^{-D_i t} \tag{1}$$

где q_i – первоначальный дебит, D_i – коэффициент падения. Величина обратная коэффициенту падения называется коэффициентом потерь [5]:

$$a = \frac{1}{D_i} = -\frac{q_o}{dq_o / dt} \tag{2}$$

Для интерпретации кривой падения добычи использовалась модель Фетковича [5]. Данная модель работает на допущении, что забойное давление постоянно $P_{wf} = const$. Сочетание аналитического ($P_{wf} = const$) и эмпирического (палеточные кривые Арпса) решений используются в типовых кривых Фетковича при оценке фильтрационно-емкостных свойств нефтяного пласта.

В гидродинамическую модель месторождения включен аналитический аквифер Фетковича с постоянной скоростью притока 150 м3/(сут·BAR) и объемом подошвенных вод равным 3.5E9м^3, что позволяет предположить о влиянии границы постоянного давления.

При интерпретации кривой падения добычи вводились безразмерные переменные [5]: t_D – безразмерное время, q_{Do} – безразмерный дебит по нефти, t_{Dd} – безразмерное время кривой падения, q_{Dd} – безразмерный дебит кривой падения

$$t_D = \frac{0.00634kt}{\phi \mu_o c_t r_w^{\ 2}} \tag{3}$$

$$q_{Do} = \frac{141.2 q_o(t) \mu_o B_o}{kh(P_i - P_{wf})} \tag{4}$$

$$t_{Dd} = \frac{t_D}{\frac{1}{2}\left[\left(\frac{r_e}{r_w}\right)^2 - 1\right] \cdot \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{1}{2}\right]} \quad (5)$$

$$q_{Dd} = q_{Do} \cdot \left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{1}{2}\right] \quad (6)$$

где $P_i -$ начальное пластовое давление, $P_{wf} -$ давление на забое скважины, $kh -$ эффективная проницаемость, $c_t -$ сжимаемость системы, сумма сжимаемости горной породы и нефти, $\phi -$ коэффициент пористости, $\mu_o -$ вязкость нефти, $B_o -$ объемный коэффициент нефти, $r_e -$ эффективный радиус контура питания, $r_w -$ радиус скважины.

Смысл безразмерных переменных [6] заключается в исключении из уравнения диффузии параметров пласта для того, чтобы найти общее решение, из которого путем перехода к размерным переменным получается решение для конкретной системы с определенными параметрами.

Для проведения анализа добычи и интерпретации промысловых данных использовался коммерческий программный продукт KAPPA TOPAZ (технический справочник по Ecrin v4.02, интегрированный программному комплексу KAPPA, включающий модуль наблюдений за коллекторами с помощью стационарных глубинных монометров (Diamant), модуль интерпретации кривых давлений на не устоявшихся режимах фильтрации (Saphir) и модуль анализа и прогноза добычи TOPAZ) [5]. На рисунке внизу (рис.1) представлены дебиты добывающей скважины 3, одного из месторождений Узень Западного Казахстана. В качестве исходных данных использовалась история дебитов скважины. В результате моделирования получены графики зависимости в логарифмическом масштабе в безразмерных единицах, расход нефти по времени q_{Dd} vs t_{Dd}, накопленный расход нефти по времени Q_{Dd} vs t_{Dd} и идентификация их с кривыми падения добычи Фетковича, рисунок 2.

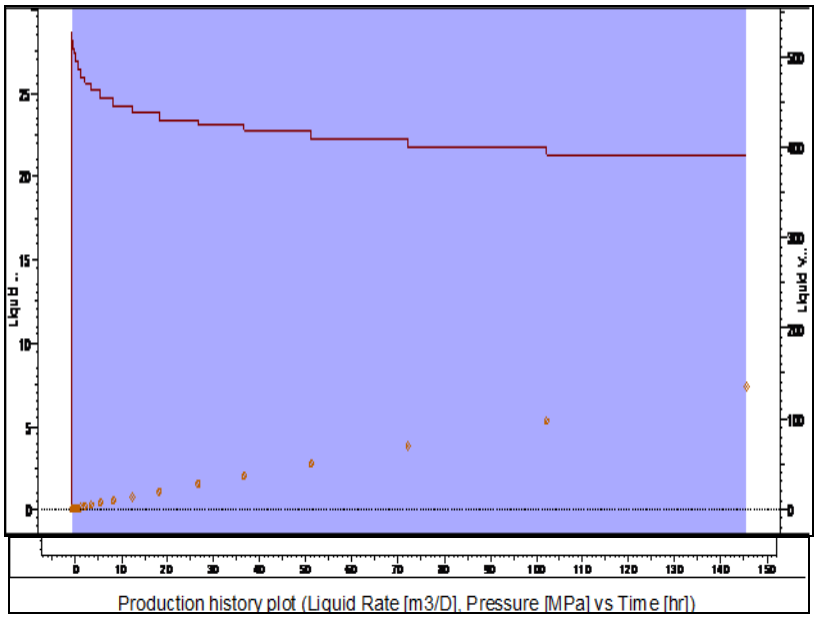


Рисунок 1 - История дебита скважины 3

Результаты интерпретации падения добычи на скважине 3 представлены в виде таблицы на рисунке 3.

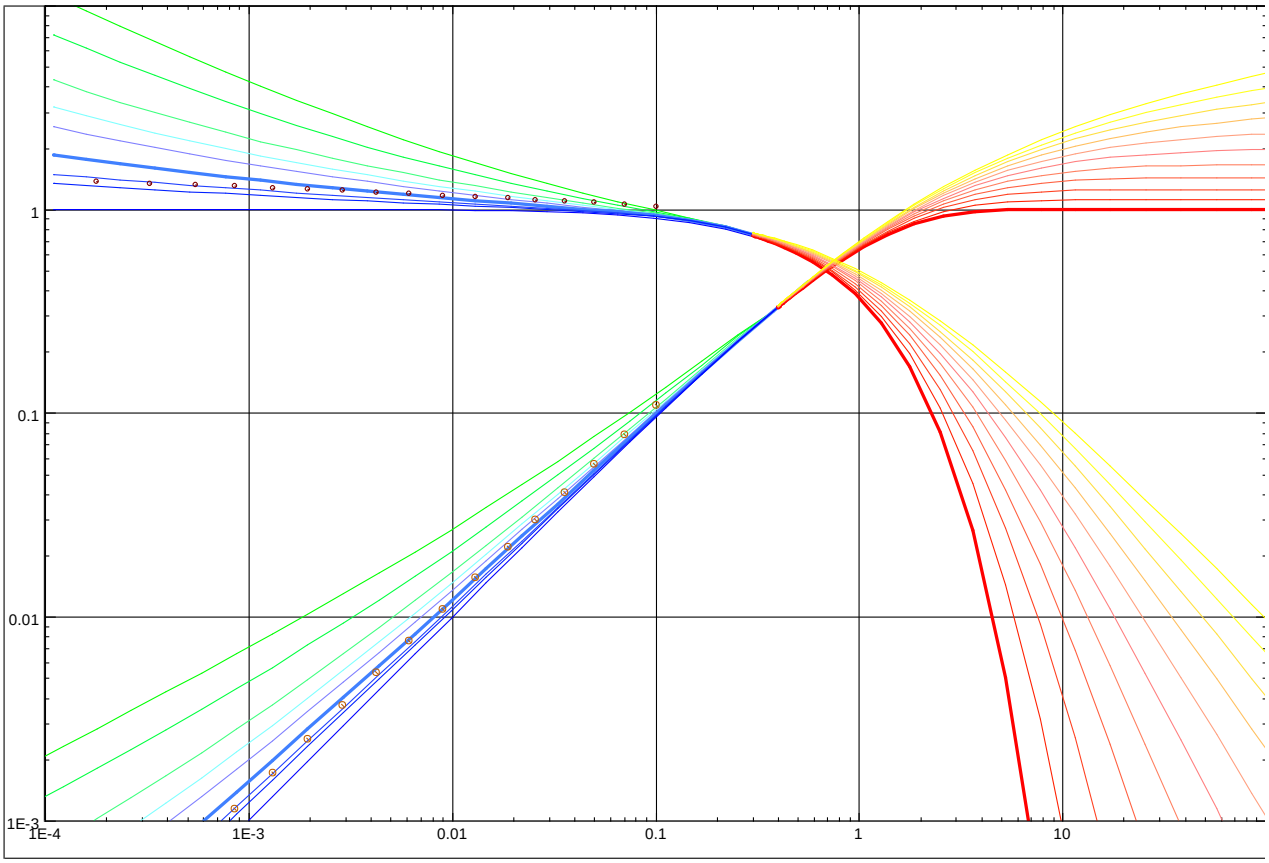


Рисунок 2 - Кривая падения добычи, интерпретированная моделью Фетковича

На рисунке левая часть кривых представленная зелеными и синими цветами соответствует неустановившейся части отклика. С правой стороны представлены экспериментальные кривые Арпса в виде красных и желтых цветов.

Безразмерный накопленный итог кривой падения добычи равен:

$$Q_{Dd} = \frac{Q(t)}{N_{Pi}} \tag{7}$$

где N_{Pi} – конечная нефтеотдача.

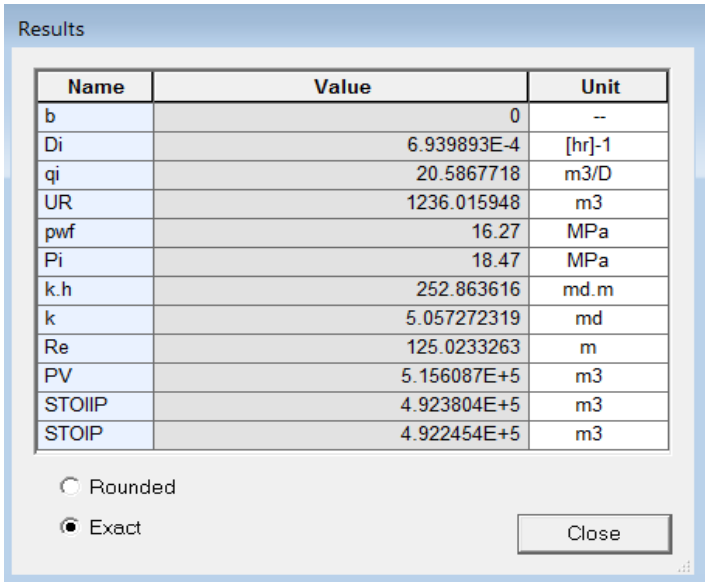


Рисунок 3 - Результаты интерпретации кривой падения добычи на скважине 3

Из результатов интерпретации кривой падения добычи на скважине 3 сделаем следующие выводы:

1. b – параметр, определяющий тип темпа падения. Значение b=0 соответствует экспоненциальному падению добычи, что подтверждается формулой (1).
2. Коэффициент падения добычи $D_i = 6.939893E-4 \ (hr)-1$.
3. Начальный дебит $q_i = 20.5867718 \ m^3/D$.
4. Извлекаемый запас (Ultimate Recovery) $UR = 1236.015948 \ m^3$.
5. Забойное давление $pwf = 16.27 \ MPa$.
6. Эффективная проницаемость $kh = 252.863616 \ md \cdot m$.
7. Проницаемость пласта $k = 5.057272319 \ md$.
8. Радиус кругового контура $\mathrm{Re} = 125.0233263 \ m$.
9. Поровый объем $PV = 5.156087E+5 \ m^3$.
10. Значение Stock Tank Oil Initially in Place $STOIIP = 4.923804E+5 \ m^3$.
11. Значение Stock Tank Oil in Place $STOIP = 4.922454E+5 \ m^3$.

Согласование фактических данных по дебиту скважины с кривыми падения Фетковича приводит к определению фильтрационных параметров пласта: эффективная проницаемость, скин-фактор, радиус контура питания. Дополнительно были рассчитаны значения порового объема, начальных и извлекаемых запасов нефти в призабойной зоне коллектора [6].

Литературы:

1. Reservoir Simulation, Heriot Watt University, 2005, 565 p.
2. Х. Азиз, Э. Сеттари Математическое моделирование пластовых систем. - М.: Недра 1982-406 с.
3. Ивлев Д. А. Прогнозирование гидродинамических параметров на стадии поисково-оценочных работ и в процессе разработки месторождений, резерв повышения экономической эффективности ГРР и повышения нефтеотдачи пластов. / В. Г. Иванов, Д. А. Ивлев, Л. Ю. Князькова, О. В. Крылов, В. Е. Пешков // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. (VII научно-практическая конференция) – Тюмень, 2003. - С. 23-34.

4. Абдулин А.А., Воцалевский Э.С., Куандыков Б.М. и др. Месторождения нефти и газа Казахстана. – Москва: «Недра», 1993г. – 249с.

5. Olivier Houze, Didier Viturat, «Dynamic flow analysis» (theory and practice of pressure transient and production analysis) IFP school, France 2005, - 550 p.

6. Мангазеев П.В., Кулагина Т.Е., Панков М.В., «Гидродинамические исследования скважин», Издательство ТПУ, г. Томск, 2004г. – 340с.

Eclipse Black Oil Simulation, Technical Description, 2013.1, Schlumberger.

A. Sakabekov, E. Auzhani

The use of analysis of production in the adaptation of constantly operating geologic-technological models, development history

Annotation. This article describes the method of finding the hydrodynamic parameters of the reservoir using a commercial software product KAPPA TOPAZ. This technique is based on the analysis of production decline curves. Analysis of production is a natural complement to the analysis of data during transient modes of filtering, when the known data about the pressure and flow rate. Fetkovich's pallet curves combine the theoretical response of a well in a closed reservoir and standard ARPS drop curves. Bilogarithmically soglasovaniya the method is applicable to both the transient part of the data and the period of flow under the influence of the boundaries. Representing both periods, the pallet curves do not allow incorrect matching of the unsteady mode data on the fall curves. The exponential decline in production can be thought of as a long-term solution to the constant pressure problem. The result of the research is finding the filtration characteristics of the bottom-hole zone. The combination of analytical and empirical (pallet ARPS curves) solutions in typical Fetkovich curves was used to estimate the filtration - capacitive properties of the oil reservoir. The hydrodynamic model of the Deposit includes an analytical fetkovich aquifer with a constant inflow rate of 150 m3/(day□BAR) and a volume of bottom water equal to 3.5e9m3, which suggests the influence of the boundary of constant pressure.

Key words: model adaptation, identification of reservoir parameters, reservoir characteristics, formation bottom-hole zone of the well, palatochnye Fetkovich curves, decline curves ARPS, the method bilogarithmically approval.

УДК 622.02+532.5

А.Г. Танирбергенов[1], Е.Е. Атахан[2]

[1]к.ф.-м.н., доцент, [2]магистрант

Казахский национальный исследовательский университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

tan.amanjol@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Аннотация. *В данной работе на основе численной модели изучено влияние граничных условий на процесс развития гравитационной неустойчивости соляного массива. Дана плоская постановка начально-краевой задачи, описывающая движение неоднородной сильновязкой несжимаемой жидкости в поле силы тяжести. Приведены безразмерная форма системы уравнений, конечно-разностная схема и численный метод её решения. Дан подробный анализ полученным результатам.*

Ключевые слова: *соляной купол, гравитационная неустойчивость, численный метод, граничные условия.*

Введение. Гравитационная теория образования соляных структур [1] в настоящее время является общепризнанной. Согласно этой теории соль и лежащие на ней отложения ведут себя в течение геологического времени как высоковязкие жидкости [2], а поскольку соль расположена внизу, то вся система будет находиться в состоянии неустойчивого равновесия. Любая первоначальная неровность (выступ, впадина и др.) может вызвать течение.

Для исследования движения соляного купола используется модель неоднородной сильновязкой несжимаемой жидкости в поле силы тяжести, представляющая собой сложную

систему нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных [3]. Эта система решается только численными методами [6,7].

В данной работе на основе численной модели изучено влияние граничных условий на процесс развития гравитационной неустойчивости соляного массива.

Постановка задачи. Начально-краевая задача, описывающая движение неоднородной сильновязкой несжимаемой жидкости в поле силы тяжести в плоской постановке, формулируется следующим образом. В прямоугольной области Ω требуется определить вектор скорости $\vec{V} = (U,V)$, давление P, плотность ρ, в момент времени $t \in [0,T]$, удовлетворяющих системе уравнений

$$-\frac{\partial P}{\partial x} + \mu\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2}\right) = 0, \tag{1}$$

$$-\frac{\partial P}{\partial y} + \mu\left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2}\right) - \rho g = 0, \tag{2}$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0, \tag{3}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + U\frac{\partial \rho}{\partial x} + V\frac{\partial \rho}{\partial y} = 0, \tag{4}$$

начальным и граничным условиям на границе $\partial\Omega$

$$\rho(x,y,0) = \rho_0(x,y), \qquad 0 < \rho_2 \le \rho_0(x,y) \le \rho_1, \tag{5}$$

$$U\big|_{\partial\Omega\cdot[0,T]} = V\big|_{\partial\Omega\cdot[0,T]} = 0. \tag{6}$$

Здесь μ - динамическая вязкость среды, U, V – соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие скорости. Условия (6) означают, что на всей границе области $\partial\Omega$ заданы условия жесткого сцепления или прилипания.

По приведенным ниже формулам

$$U = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad V = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad \omega = \frac{\partial U}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial x} \tag{7}$$

введем соответственно функцию тока φ и вихрь ω. Дифференцируя уравнение (1) по y, уравнение (2) по x и, вычитая из уравнения (1) уравнение (2) с учетом (7) получим вместо системы уравнений (1)-(3) равносильную ей систему уравнений в переменных функция тока и вихрь

$$\mu\left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2}\right) = -\frac{\partial \rho}{\partial x} g, \tag{8}$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \omega \tag{9}$$

Запишем уравнения (9), (10), (4), начальное и граничные условия (5) - (6) в безразмерном виде с помощью следующих обозначений

$$\begin{cases} \omega = \dfrac{U_*}{l_*}\omega', \quad x = l_* x', \quad y = l_* y', \quad \varphi = U_* l_* \varphi', \quad U = U_* U', \\ V = U_* V', \quad \rho = \rho_* \rho', \quad t = \dfrac{l_*}{U_*} t' \end{cases} \tag{10}$$

и для простоты записи опустив штрихи в безразмерных переменных:

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} = -D\frac{\partial \rho}{\partial x}, \tag{11}$$

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}=\omega, \tag{12}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+U\frac{\partial\rho}{\partial x}+V\frac{\partial\rho}{\partial y}=0, \tag{13}$$

Коэффициент D равен отношению числа Рейнольдса к числу Фруда, $D=l_*^2\cdot g/(\nu_* U_*)$. Здесь ρ_*, ν_*, U_*, l_* – характерные параметры среды, соответственно плотность, кинематическая вязкость, скорость и линейный размер области.

Численный метод решения. Пусть исследуемая область течения **Ω** покрыта равномерной по x и y сеткой ячеек:

$$\Omega_h=\begin{cases} x_{i+\frac{1}{2}}=i*h_x, \quad h_x>0, \ i=0,1,\ldots\ldots,M \\ y_{j+\frac{1}{2}}=j*h_y \ , h_y>0, \ j=0,1,\ldots\ldots,N \end{cases}$$

где h_x, h_y – размеры шагов сетки, M, N – число ячеек сетки соответственно в направлениях x и y. Для численного решения уравнений (11), (12) рассмотрим конечно-разностную схему [5]:

$$\frac{\omega^{k+1}-\omega^k}{\theta}=\omega_{xx}^{k+1}+\omega_{yy}^{k+1}+D\rho_x^n \tag{14}$$

$$\varphi_{xx}^{k+1}+\varphi_{yy}^{k+!}=\omega^{k+1}. \tag{15}$$

Уравнения (14), (15) рассматриваются в точках $(i+\frac{1}{2},\ j+\frac{1}{2})$ разнесенной сетки Ω_h. Здесь θ итерационный параметр. В уравнениях верхний индекс n – обозначает временной слой, а k – номер итераций. При расчете задачи с граничными условиями прилипания, граничные условия для функции тока имеют вид

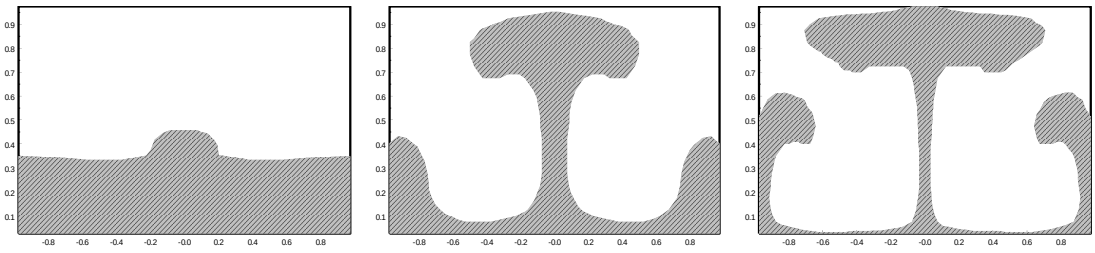
$$\varphi|_{\partial\Omega}=0, \qquad \left.\frac{\partial\varphi}{\partial n}\right|_{\partial\Omega}=0. \tag{16}$$

Это следует из условий (6). Граничные условия для вихря получатся из уравнения (15) при рассмотрении его на границе и аппроксимации функции тока в приграничных точках, и учета условий (16) [5]. Например, для границы $y=\frac{1}{2}$ имеем

$$\omega_{i+1/2,\,1/2}=2\varphi_{i+1/2,3/2}/h^2. \tag{17}$$

Для численного решения уравнений (14), (15) используется метод верхней релаксации. Для численного решения уравнения (13) используется консервативная явная схема разности против потока [4], причём шаг по времени τ выбирается с учетом устойчивости и монотонности схемы.

Анализ результатов расчета. В зависимости от постановки граничных условий проведены три варианта расчетов. В первом варианте расчета на границах области везде заданы условия жесткого сцепления. Эволюция границы раздела слоев в процессе развития гравитационной неустойчивости представлена на рисунке 1а, б, в.

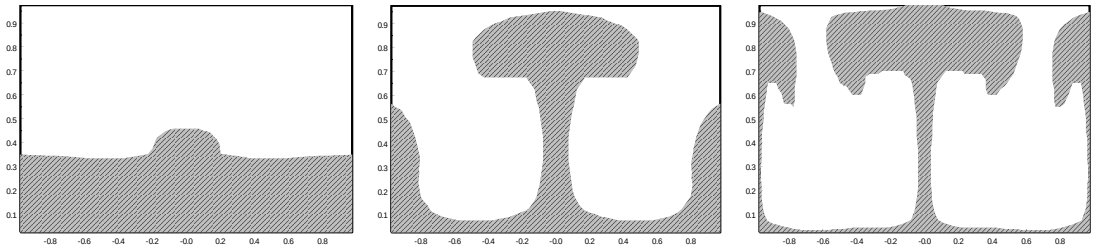


а) t=0.0 б) t=1.2 в) t=2.0

Рисунок 1 а, б, в - Параметры модели:

$\rho_1 = 2,6 \cdot 10^3 кг/м^3 \quad h_1 = 6 \cdot 10^3 м; \qquad \rho_2 = 2,2 \cdot 10^3 кг/м^3 \quad h_2 = 3 \cdot 10^3 м.$

Во втором варианте расчета на горизонтальных границах области заданы условия жесткого сцепления, а на вертикальных границах – условия идеального скольжения. Для этого варианта эволюция границы раздела слоев в процессе развития гравитационной неустойчивости представлена на рисунке 2а, б, в.

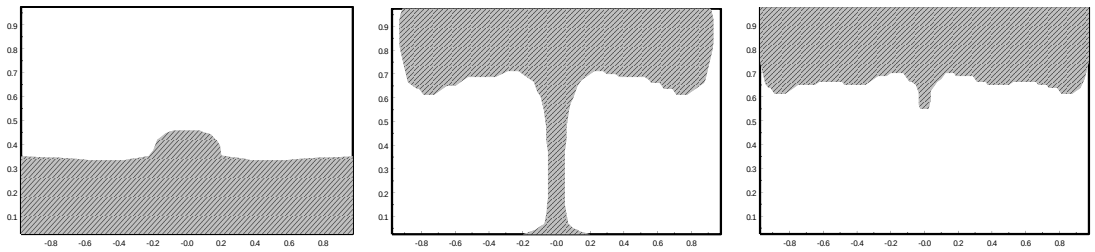


а) t=0.0 б) t=1.2 в) t=2.0

Рисунок 2 а, б, в - Параметры модели:

$\rho_1 = 2,6 \cdot 10^3 кг/м^3 \quad h_1 = 6 \cdot 10^3 м; \qquad \rho_2 = 2,2 \cdot 10^3 кг/м^3 \quad h_2 = 3 \cdot 10^3 м.$

В третьем варианте расчета на границах области везде заданы условия идеального скольжения. Картина течения показана на рисунке 3а, б, в. Размеры области и время развития гравитационной неустойчивости приведены на рисунках в безразмерном виде. Из сравнения рисунков можно заметить, что в первом и во втором вариантах со временем образуются три купола: один центральный и два периферийных. Это связано с тем, что на горизонтальных границах области заданы условия прилипания. В третьем варианте весь соляной массив перетекает через центральный купол. Отсюда следует, что граничные условия на горизонтальных стенках играют существенную роль в развитии гравитационной неустойчивости соляных куполов.



а) t=0.0 б) t=1.2 в) t=2.0

Рисунок 4 а, б, в - Параметры модели:

$\rho_1 = 2,6 \cdot 10^3 кг/м^3 \quad h_1 = 6 \cdot 10^3 м; \qquad \rho_2 = 2,2 \cdot 10^3 кг/м^3 \quad h_2 = 3 \cdot 10^3 м.$

Задание на границе области условия прилипания означает движение солянокупольных структур в более вязкой среде. И наоборот, задание на границе области условия идеального скольжения означает движение солянокупольных структур в менее вязкой среде. Картины течения жидкости в первом и во втором вариантах почти одинаковы. В первом варианте

периферийные купола наклонены в сторону от вертикальных границ с заданием здесь условия жесткого сцепления. Заметим, что наклонные соляные купола являются хорошими хранилищами нефти и газа. Во втором варианте периферийные купола растут вдоль вертикальных стенок в связи с условием идеального скольжения. Из сказанного следует, что граничные условия на вертикальных стенках почти не влияют на рост центрального купола.

Итак, из анализа полученных результатов можно заключить, что благоприятные условия для образования нефтегазовых ловушек обладают солянокупольные структуры, движущиеся в более вязкой среде.

Литературы:

1. Arrhenius Sv. Zur Physik der Salzlagerstatten. Meddel.K. Vetenskabs-akademiens, Nobelinstitut. Bd. 2, № 20, 1912, 25p.

2. Косыгин Ю.А. Основы тектоники нефтеносных областей. М.: Гостоптехиздат, 1952, 511с.

3. Рамберг Х. Сила тяжести и деформаций в земной коре. Пер. с англ. –М.: Недра, 1985, 400с.

4. Роуч Х. Вычислительная гидродинамика. М.: Мир, 1980, 616с.

5. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена - М: Наука, 1984, 288с.

6. Woid W.D., Neugebauer H.J. Finite element models of density instabilities by means of bicubic spline interpolation.-Phys. Earth Planet. Inter., 1980, v. 21, p. 176-180.

7. Орунханов М.К., Танирбергенов А.Г. Численное моделирование процесса формирования нефтяных соляных куполов. // Нефть и газ, 2000, №2, с. 25-37.

Танирбергенов А.Г., Атахан Е.Е.

Шекаралық шарттарға байланысты тұзкүмбезді құрылымдардың пайда болу процесін зерттеу

Аңдатпа. Біртекті емес сығылмайтын өтетұтқыр сұйықтықтың моделі негізінде тұз күмбездердің шекаралық шарттардан байланысты пайда болу механизмі зерттелген.

Кілт сөздер: тұз күмбезі, гравитациялық орнықсыздық, сандық әдіс, шекаралық шарттар.

Tanirbergenov A. G., Atahan E. E.

Study of the process of formation of salt dome structures depending on the boundary conditions

Abstract. The mechanism of formation of salt domes depending on boundary conditions is investigated on the basis of the model of highly viscous inhomogeneous incompressible fluid.

Keywords: salt dome, gravitational instability, numerical method, boundary conditions.

УДК 553.411

А.В. Третьяков

Сатпаев Университет, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева
ORCID 0000-0001-5286-2823

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ К.И.САТПАЕВА О ПЕРСПЕКТИВАХ ДРЕВНИХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. *Представления К.И. Сатпаева о значительных перспективах мезозойских и кайнозойских россыпей золота в Казахстане, сделанные в 1955 году, подтверждены результатами проведенных в последующие годы геологоразведочных работ. Установлено, что дочетвертичные россыпи локализованы в древних долинах и впадинах, а их прогнозные ресурсы наиболее велики в Северо-Казахстанском, Калбинском и Южно-Алтайском золотоносных районах.*

Ключевые слова: *россыпная золотоносность, древние долины*

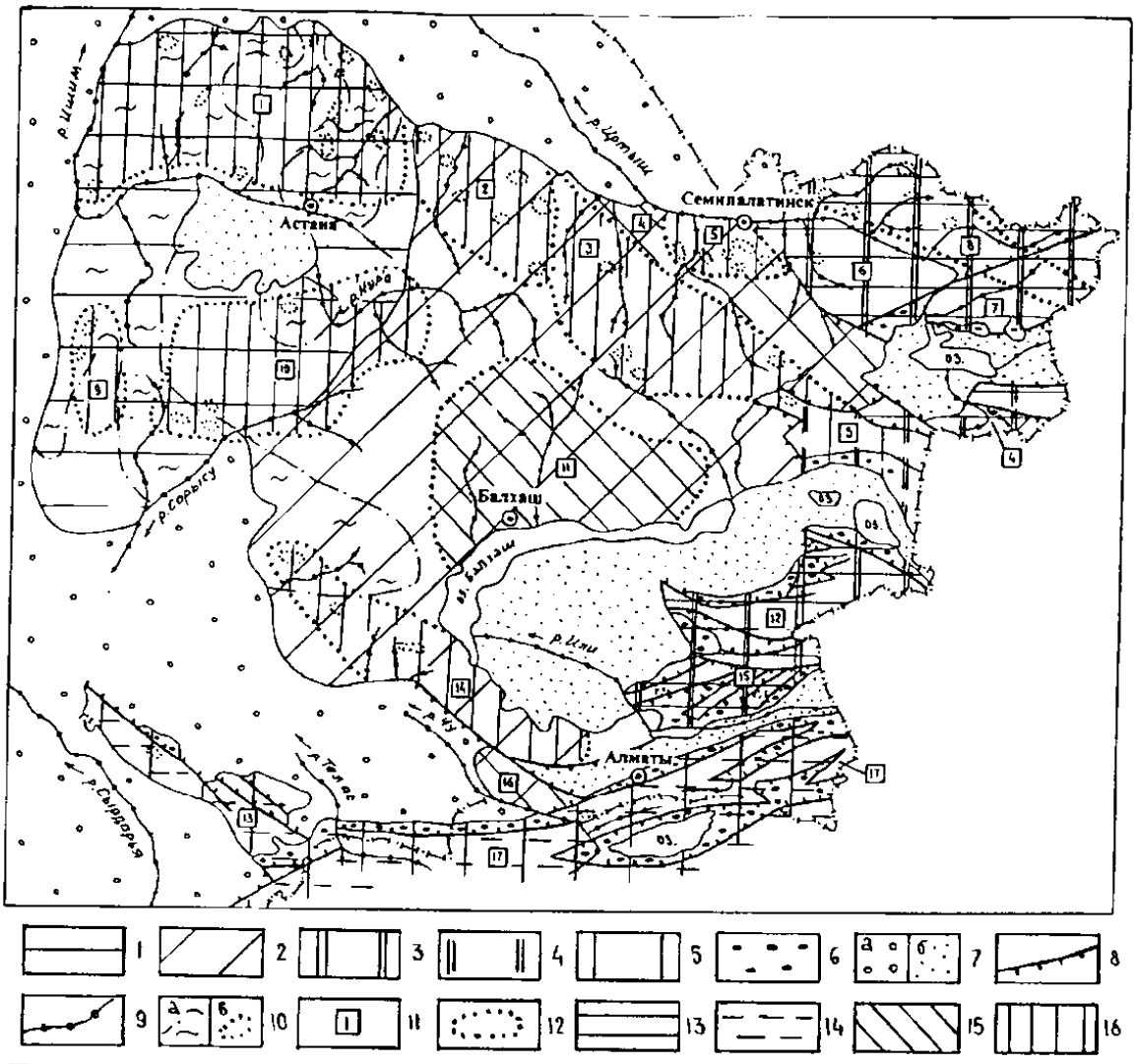
Одним из результатов прогнозно-металлогенических исследований, выполненных в 1955 году коллективом специалистов под руководством К.И. Сатпаева, являются представления о значительных перспективах мезозойских и кайнозойских россыпей золота. Их основной потенциал связывался с древними россыпями погребенных долин [1].

Проведенные за прошедшее время исследования (Жилинский Г.Б., Зубов Г.К. [2], Глоба В.А., Зубов Г.К., Козловский Г.М., Малышев Е.Г. [3], Третьяков А.В. [4] и др.) подтвердили предположения К.И. Сатпаева о высоких перспективах древних (дочетвертичных) россыпей золота. Установлено, что они локализованных как в древних долинах, так и во впадинах.

Данная статья посвящена россыпной золотоносности древних долин и впадин Северного, Центрального, Восточного и Южного Казахстана, объединенных под названием «Восток Казахстана». В этом регионе автор данной статьи, с учётом представлений З.А. Сваричевской [5] выделяет региональные геоморфологические области, различающиеся обликом и историей развития рельефа (рисунок 1): 1- область стабильных денудационных равнин и инверсионных движений; 2 – область слабых неотектонических поднятий; 3 – область умеренных сводово-блоковых поднятий; 4 – область умеренных горстово-блоковых поднятий; 5- область интенсивных горстово-блоковых поднятий.

Древние долины Востока Казахстана. Древние долины (позднемезозойского и палеоген-неогенового заложения) известны во всех региональных геоморфологических областях региона [4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18].

Россыпная золотоносность древних долин. Россыпи золота известны в разнотипных древних долинах всех геоморфологических областей. В процессе развития долин происходило разрушение древних золотоносных толщ и переотложение золота в четвертичный аллювий, что обусловило формирование парагенетически связанного ряда разновозрастных россыпей, совмещенных в единых долинах (таблица 1).



1–6 – геоморфологические области: 1 – стабильных денудационных равнин и инверсионных движений, 2 – слабых неотектонических поднятий, 3 – умеренных сводово-блоковых поднятий, 4 – умеренных горстово-блоковых поднятий, 5 – интенсивных горстово-блоковых поднятий, 6 – межгорные и периферические впадины областей умеренных и интенсивных поднятий; 7 – аккумулятивные равнины периферических прогибов – а, локальных неотектонических впадин – б; 8 – основные рельефообразующие разломы; 9 – древние речные долины; 10 – участки развития площадных кор выветривания – а, золотоносных кор выветривания и зон гипергенеза золоторудных месторождений – б; 11 – золотоносные районы и их номера (1 – Северо-Казахстанский, 2 – Бощекуль-Майкаинский, 3 – Чингиз-Тарбагатайский, 4 – Жарминский, 5 – Прииртышский, 6 – Калбинский, 7 – Южно-Алтайский, 8 – Рудно-Алтайский, 9 - Улутауский, 10 – Сарысу-Тенизский, 11 – Северо-Прибалхаский, 12 – Северо-Джунгарский, 13 – Каратауский, 14 – Чу-Илийско-Бетпакдалинский, 15 – Южно-Джунгарский, 16 – Кендыктасский, 17 – Северо-Тянь-Шаньский); 12 – границы золотоносных районов, не совпадающие с геоморфологическими элементами; 13 – 16 – типы районов по благоприятности экзогенных условий россыпеобразования: 13 – первый тип, высокоперспективные, 14 – второй тип, благоприятные; 15 – третий тип, удовлетворительные; 16 – четвертый тип, мало благоприятные.

Рисунок 1 - Положение золотоносных районов Востока Казахстана в региональных геоморфологических областях (составил А.В. Третьяков [4])

Таблица 1. Россыпная золотоносность древних долин Востока Казахстана

Типы древних долин	Генетические типы россыпей	Морфологические типы россыпей	Возраст	Районы развития
Древние долины и лога, развивающиеся в перстративном режиме	Аллювиальные, аллювиально-пролювиальные	Русловые, террасовые, погребенные, остаточные	K_2-Pg Pg $_3$-N_1 N_2 Q	Южно-Алтайский, Калбинский, Северо-Казахстанский, Жарминский (ю.-в. фланг), Рудно-Алтайский, Бощекуль-Майкаинский, Северо-Тянь-Шаньский
Древние долины, развивающиеся в инстративном режиме	Аллювиальные	Русловые, террасовые, остаточные	N_2 Q	Южно-Алтайский, Калбинский, Жарминский (ю.-в. фланг), Чу-Илийско-Бетпакдалин-ский, Северо-Тянь-Шаньский
Отмершие приподнятые древние долины	Аллювиальные	Погребенные, остаточные	N_2	Южно-Алтайский, Калбинский
Отмершие погребенные древние долины	Аллювиальные, аллювиально-пролювиальные	Погребенные	Pg $_3$-N_1 N_2 Q_I	Каратауский, Калбинский, Северо-Казахстанский

Продуктивность древних россыпей золота. По данным [4], распространенность и перспективы разновозрастных россыпей в геоморфологических областях и обособленных в их пределах горных систем различна (таблица 2).

Таблица 2. Распределение прогнозных ресурсов и запасов ресурсов разновозрастных россыпей золота в региональных геоморфологических областях

Геоморфологические области	Стабильных денудационных равнин и инверсионных движений		Слабых неотектонических поднятий		Умеренных неотектонических поднятий				Интенсивных неотектонических поднятий	
					Алтайский свод		Джунгарский свод			
Запасы и прогнозные ресурсы	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Четвертичные россыпи	300	5,55	6006	57,1	39062	6,69	234828	84,72	183596	100
Палеоген-неогеновые россыпи	5103	94,4	4500	42,8	525084	93,1	42336	15,27	-	-

Россыпная золотоносность древних долин области стабильных денудационных равнин и инверсионных движений изучалась Е.А. Кореньковым [19]; В.А. Глобой и др. [20]; Г.М.Козловским, Е.А.Кореньковым [21]; Т.М. Жаутиковым [22]; В.В. Перегудовым и др., [23], А.Б. Бегалиновым, А.В. Третьяковым [8].

Россыпепроявления позднемелового - раннепалеогенового возраста. По данным В.В. Перегудова (устное сообщение), мелкогалечные – гравийные аллювиальные отложения этого возраста мощностью до 5-6 м вскрыты в палеодолине р. Селеты. В шлиховых пробах установлено мелкое и тонкое золото в количестве до 1000 – 1200 знаков.

Аллювиальные погребенные россыпи олигоцен-миоценового возраста в отмерших погребенных долинах изучены в палеодолине р. Ащилыайрык. Россыпное золото отмечено как в отложениях павлодарской свиты, где оно приурочено к линзам и прослоям песков, так и в олигоцен-миоценовых отложениях, где сконцентрировано его максимальное количество. Мощность золотоносного пласта колеблется от 0,4 до 1,6 м, содержание золота от 136,7 мг/м^3 до 3939,0 мг/м^3. Мощность торфов 25 - 27 м, ширина контура достигает 500 - 600 м.

Погребенные россыпи олигоцен-миоценового возраста в древних долинах унаследованного развития распространены менее. Из них наиболее изучена россыпь Беттибулак (П.А. Ниценко, [6]), локализованная в отложениях миоцена. Торфа представлены светло-зелеными глинами и песками, продуктивный пласт сложен галечниками и гравийно-галечниками с отдельными валунами. Протяженность россыпи – 800 м, ширина контура – от 60 до 120 м, средняя мощность песков – 0,4-0,6 м, торфов – до 4 – 6 м. Содержание золота достигает 2,9 – 3,91 г/м^3.

Россыпная золотоносность древних долин области слабых неотектонических поднятий наиболее изучена в Чу-Илийско-Бетпакдалинском (Клитин В.Б., [24]; М.А. Асанов, А.В. Третьяков, [25,26]) и Бощекуль-Майкаинском (Мальченко Е.М., устное сообщение) золотоносном районах.

Аллювиальные погребенные россыпи древних долин, развивающихся в перстративном режиме, выявлены в Бощекуль-Майкаинском районе. Здесь погребенная россыпь в олигоцен-миоценовой палеодолине образована за счет размыва зоны окисления месторождения Бощекуль. Золотоносный пласт мощностью от 0,5 до 1,0 м приурочен к приплотиковой части аллювиальных гравийно-галечников.

Аллювиальные, аллювиально-пролювиальные россыпи древних долин, развивающихся в инстративном режиме, известны в Чу-Илийско-Бетпакдалинском районе, где они выявлены в суходолах Андасай, Кашкымбайозенсай и Акманглай. Золотоносный пласт с содержанием золота до 2,72 г/м^3, мощностью 0,5 м и шириной контура около 10 м залегает на коренном плотике в основании горизонта песчано-гравийных отложений.

Россыпная золотоносность древних долин областей умеренных сводово-блоковых и горстово-блоковых поднятий изучена Э.В. Окуневым и др. (1976 год), В.И. Кривцовым и др. (1983 год, 1985 год) и автором данной статьи [17,18, 27,28,29,30,4]. *Аллювиальные россыпи древних долин унаследованного развития, развивающихся в перстративном режиме*, широко развиты. В Южно-Алтайском районе п*огребенные аллювиальные россыпи олигоцен-миоценовых палеодолин* установлены в бассейне р. Казанка (Э.В.Окунев и др., 1976 год; В.П. Астраханцев и др., 1978 год). Продуктивный пласт залегает в основании отложений аральской свиты миоцена. Он имеет мощность 0,6-1,8 м, содержание золота от 3,8 г/м^3 до 99,5 г/м^3. Ширина контура россыпи - от 10 до 35 м. *Аллювиальные погребенные россыпи древней гидросети плиоценового возраста* приуроченные к «сарыбулакским» галечникам, залегающим под толщей красноцветных глин павлодарской свиты плиоцена, распространены в Калбинском и Жарминском районах. В верховьях р. Былкылдак (Калбинский район) вскрыта погребенная россыпь шириной 185 м при средней мощности пласта 1,2 м. Содержание золота на пласт изменяется от 0,7 до 8,5 г/м^3. Золотоносный аллювий перекрыт толщей глин павлодарской свиты мощностью 20 - 25 м. Протяженность россыпи более 11 км (Н.П. Введенская и др., 1983 год). Известны также *аллювиальные плиоценовые россыпи, перекрытые четвертичным аллювием*. Они развиты в Южно-Алтайском районе, где приурочены к участкам долины р. Курчум, находящимся в перстративной фазе развития и вмещают наиболее продуктивные участки долинной россыпи. Здесь преобладающая часть золота приурочена к плиоценовым валунно-галечникам, подстилающим четвертичный аллювий, а ширина россыпи достигает 250 – 300

м. *Среди россыпей древних долин, развивающихся в инстративном режиме*, выделяются древние россыпи остаточного типа, четвертичные террасовые и русловые россыпи. Они изучены в Калбинском районе. *Остаточные аллювиальные россыпи плиоценового возраста* связаны с фрагментами сохранившегося от размыва древнего золотоносного аллювия. Ширина контура россыпи - от 120 до 30 м, мощность пласта колеблется от 0,5 до 1,5 м, ширина контура от 30 до 120 м. Аллювий содержит пластинчатое и листовидное золото, в спаевой части разреза и плотике сконцентрированы крупные изометричные окатанные золотины и самородки весом до 5-10 граммов. *Россыпи отмерших приподнятых древних долин*, известные в Южно-Алтайском и Калбинском районах, практически не изучены. В Южно-Алтайском районе к этому типу относится россыпь ручья Продольный Каражал, локализованная в неглубокой - до 10 м. палеодолине. Вмещающие отложения – плиоценовые галечники. Ширина россыпи до 50-60 м, мощность пласта - около 1,5 м, торфов - 1,0-1,5 м. *Россыпи отмерших погребенных древних долин*, сформированные в миоценовое и раннеплиоценовое время, известны в Калбинском районе. Они развиты в Жолдыбайском грабене, выполненном аллювиальными, аллювиально-пролювиальными и озерными отложениями неоген-четвертичного возраста мощностью до 80 м. Распределение этих россыпей в пределах грабена определяется рисунком древней погребенной гидросети. Мощность торфов достигает 16 - 27 м. Мощность горизонта аллювия, вмещающего продуктивный пласт, составляет 4,0 - 6,0 м, мощность пласта – 0,5-1,5 м. Ширина контура россыпей не менее 300 м. Содержание золота на пласт колеблется от 1312 до 5800 мг/м^3.

Россыпи золота в древних впадинах. Формирование россыпей древних впадин прогнозируется автором данной статьи на основании геолого-геоморфологических аналогий с золотороссыпными районами России, где эталонным объектом является погребенная россыпь р. Большой Куранах в Якутии, его учтенные запасы составляют более 120 тонн [31] и др. По данным Р.А. Амосова и др. [32], И.А. Литвиненко [33] протяженность ее промышленной части около 20 км, ширина изменяется от 200 – 300 до 1200 м, составляя в среднем 650 м. Средняя мощность торфов 7,6 м, песков – 26,5 м (от 3,3 до 51,7 м). Содержание золота колеблются от 200 до 600 мг/м^3. Золото представлено мелкими и тонкими классами, около 55% относится к классу менее -0,25 мм.

С учетом особенностей локализации и строения большеобъемных россыпей автором данной работы проведен анализ геолого-геоморфологических материалов по золотороссыпным районам Востока Казахстана и выделены участки, перспективные для их формирования, расположенные в Южно-Алтайском и Калбинском золотоносных районах [34, 4].

В Южно-Алтайском районе они связаны с Май-Капчегайским и Такырским грабенами, а также отложениями обрамления Южно-Алтайского района на северном побережье оз. Зайсан.

В Калбинском районе перспективы выявления этих россыпей связаны с внутригорными впадинами, приуроченными к узлам сочленения древних золотоносных долин и с участками Жолдыбайского грабена на его пересечении древними золотоносными долинами.

Таким образом, представления Каныша Имантаевича Сатпаева о значительных перспективах древних россыпей на территории Казахстана блестяще подтверждены результатами проведенных исследований.

Перспективы этих объектов очень велики, их в геологическое изучение и последующее промышленное освоение несомненно будет способствовать укреплению золотовалютных резервов суверенного Казахстана.

Литературы:

1. Сатпаев К.И. Металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана. М-б 1:500 000. Объяснительная записка. – М., 1955. - 85 с.

2. Жилинский Г.Б., Зубов Г.К. О проблеме древних россыпей Казахстана // Проблемы геологии россыпей. - Магадан, 1970. - С. 241-247],

3. Глоба В.А., Зубов Г.К., Козловский Г.М., Малышев Е.Г. Россыпная золотоносность Казахстана // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. - Алма-Ата, 1976 - С. 107-122;

4. Третьяков А.В. Формирование, закономерности размещения и перспективы россыпной золотоносности Востока Казахстана. Алматы, 2009. – 296 с.

5. Сваричевская З.А. Геоморфология Средней Азии и Казахстана. - Алма-Ата, 1956. – 50

6. Ниценко П.А. Золотоносность древней погребенной гидросети Степнякского рудного района: автореф. к. г.-м. наук: 25.00.11. – Алматы, 2005. - 23 с.

7. Олексеенко В.П. К истории гидросети западной части Сарысу-Тезиского водораздела // Изв. Ан. Каз. ССР, сер. геол. - 1960. №1. - С. 56-64.

8. Бегалинов А.Б., Третьяков А.В. Особенности погребенных россыпей золота Жолымбетского района (Северный Казахстан) // Геология Казахстана. - 1998, №3.- С. 38-43.

9. Кассин Н.Г. К характеристике четвертичных отложений Казахстана // Проблемы советской геологии. – 1936, №2. – С. 15-28.

10. Козловский Г.М., Кореньков Е.А., Дворниченко Е.Е. К вопросу о золотоносности древних долин Центрального Казахстана // Опыт прогнозирования и оценки золоторудных месторождений Казахстана. - Алма-Ата, 1985. - С. 104-113.

11. Малиновский В.Ю. Кайнозой центральной части Казахского щита // Материалы по геологии Центрального Казахстана. - Том 7. – М., 1967. - 215 с.

12. Селиверстов Ю.П. О соотношении аллювиальных и ледниковых образований в горах Южного Алтая // Вестник ЛГУ. - 1957, №6. - С. 32-40.

13. Селивестов Ю.П. Основные эпохи формирования рельефа Южного Алтая // Материалы по геологии и полезным ископаемым Алтая и Казахстана.- ВСЕГЕИ, нов. серия, вып. 33. – М., 1960. С. 98-109.

14. Никитюк Л.А. История формирования долины р. Иртыш на стыке Алтая и Западно-Сибирской низменности // Мат. совещ. по изуч. четв. периода. АН СССР, т. 3. – М., 1961. - С. 45-47.

15. Ерофеев В.С. Геологическая история южной периферии Алтая в палеогене и неогене. - Алма-Ата, 1969. - 165 с.

16. Третьяков А.В. Россыпная золотоносность долины р. Курчум (Восточный Казахстан) // Геология Казахстана.- 2002, №1. - С. 77-85.

17. Бегалинов А.Б., Третьяков А.В. Россыпная золотоносность древних долин центральной части Юго-Западной Калбы // Геология Казахстана. - 1999, №4. - С. 27-33.

18. Третьяков А.В., Перегудов В.В. Новые данные о золотоносности кайнозойских отложений древних долин Калбинского района// Геология и охрана недр, 2016, №1. С. 49-53

19. Кореньков Е.А. Новые данные о золотоносности неогеновых отложений Центрального Казахстана // Условия формирования и закономерности размещения россыпей золота Казахстана. - Алма-Ата, 1983. - С.62-67.

20. Глоба В.А., Зубов Г.К., Козловский Г.М., Малышев Е.Г. Россыпная золотоносность Казахстана // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. - Алма-Ата, 1976 - С. 107-122.

21. Козловский Г.М., Кореньков Е.А., Дворниченко Е.Е. К вопросу о золотоносности древних долин Центрального Казахстана // Опыт прогнозирования и оценки золоторудных месторождений Казахстана. - Алма-Ата, 1985. - С. 104-113

22. Жаутиков Т.М. Золотоносность древних долин Казахстана // Геология Казахстана. - 1997, №5. - С. 4-12.

23. Перегудов В.В., Лихонин С.Д. Древние россыпи в обрамлении Северо-Казахстанского поднятия // Сырьевая база свинца и цинка, меди, золота Казахстана. – Алматы, 2002. - С.86-87.

24. Клитин В.Б. Распределение золота в делювиально-пролювиальных россыпях Чу-Илийского района // Условия формирования и закономерности размещения россыпей золота Казахстана.- Алма-Ата, 1983. - С. 20-30.

25. Асанов М.А., Третьяков А.В. Эволюция россыпеобразования на северо-западе Чу-Илийских гор // Геология Казахстана. – 1996, №2. – С. 61-64.

26. Асанов М.А., Третьяков А.В. Особенности и перспективы россыпной золотоносности Шу-Илийских гор // Геология Казахстана. - 1996. №4.- С. 78-82.

27. Третьяков А.В. Перспективы и актуальность освоения россыпей золота Казахстана // Геология Казахстана. - 2002, №5. - С. 49-59.

28. Россыпная золотоносность Южно-Алтайского района, Восточный Казахстан // Руды и металлы. - 2002, №6.- С. 12-16.

29. Третьяков А.В. Погребенные россыпи золота Казахстана // Доклады к XXXII сессии Международного геологического конгресса (Флоренция – Италия, 2004). – Алматы, 2004. - С. 308-313.

30. Третьяков А.В. Крупные золотороссыпные месторождения Западно-Калбинского района в Восточном Казахстане // Проблемы геологии и разведки месторождений полезных ископаемых. Труды Всероссийской научной конференции (с международным участием). - Томск, 2005. - С. 436-440.

31. Патык-Кара Н.Г. Многопластовые россыпи приразломных впадин // Россыпные месторождения России и стран СНГ. – М., 1997. - С. 92-98.

32. Амосов Р.А., Парий А.С., Долбня О.В. Новые данные о минеральном составе и обогатимости песков погребенной россыпи Большой Куранах // Горный журнал. – 2002, №2 - С. - 33-37.

33. Литвиненко И.С. О генезисе древней россыпи р. Большой Куранах // Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения.

34. Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Бегалинов А.А. Перспективы выявления большеобъемных россыпей золота в Казахстане // Известия НАН РК. Сер. геол. - 2005, №6. - С. 32-43.

А.В. Третьяков

Қазақстандағы алтынның ескі шашыранды кендерінің перспективасы туралы Қ.И. Сәтбаевтың көзқарасын ары қарай дамыту

Аңдатпа. Қазақстандағы алтынның мезозой және кайнозойлық ұсақ таужыныстарының перспективасы туралы 1955 жылдары жасалған Қ.И. Сәтбаевтың көзқарасы келесі жылдары жасалған геологиялық барлау жұмыстарымен дәлелденді. Төрттік кезеңге дейінгі ұсақ таужыныстар ежелгі аңғарлар мен ойпаттарда шоғырланғаны дәлелденді, ал олардың болжамды ресурстарының басым бөлігі Солтүстік Қазақстан, Қалбы және Оңтүстік Алтай алтынды аудандарында болуы мүмкін.

Кілт сөздер: шашыранды алтынды, ежелгі аңғарлар.

A.V. Tretiakov

K.I.Satpayev's views on prospects of ancient alluvial gold in Kazakhstan

Abstract. The views of Kanysh Satpayev on significant prospects of Mezosoic and Cenosoic gold placers in Kazakhstan expressed in 1955, have been proved during the prospecting and exploration works conducted in subsequent years. It was established that pre-Quaternary placers are localized in ancient valleys and depressions, and their prognostic resources hit the maximum in the North Kazakhstan, Kalba and the South Altai gold bearing districts.

Keywords: alluvial gold mineralisation, ancient valleys.

УДК 001.89:553.98 (574.14)

А. Д. Тураева
Научный сотрудник департамента геологии нефти и газа АО «НИПИнефтегаз»
Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа»,
г. Актау, Мангистауская область, Республика Казахстан
turaa1@nipi.kz

ОСОБЕННОСТИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ НЕФТИ И РАСТВОРЕННОГО ГАЗА В ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ НА ПРИМЕРЕ НЕОКОМСКОГО ГОРИЗОНТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАЛГИЗТОБЕ

Аннотация. *В настоящей статье, рассматривается эффективность объемного метода подсчета запасов нефти и растворенного газа терригенных коллекторах на примере неокомского горизонта нефтяного месторождения Жалгизтобе, на основе фактических данных полученных при комплексном исследований и изучении месторождения, а также приведен краткая характеристика анализ керна, физико-химические свойства флюидов, интерпретации геофизических исследований скважин (ГИС), коллекторских свойств терригенных пород и обоснования подсчетных параметров.*

Ключевые слова: *месторождение, залежь, сейсморазведка 3D, промыслово-геофизические исследования, керн, геологические запасы.*

В географическом отношении месторождение Жалгизтобе находится в пределах северо-восточной прибрежной части Каспийского моря на северо-западе полуострова Бузачи.

В административном отношении данное месторождение находится на территории Тупкараганского района Мангистауской области Республики Казахстан.

Нефтеносность месторождения Жалгизтобе установлена в неокомских отложениях нижнего мела.

В тектоническом отношении месторождение Жалгизтобе расположено в пределах Бузачинского свода Северо-Устюртско-Бузачинской системы прогибов и поднятий (Рис. 1) и приурочено к брахиантиклинальной складке субширотного простирания, осложненной разрывными нарушениями. Бузачинский свод - крупный структурный элемент, границы которого достаточно достоверно установлены в южной и восточной частях.

На месторождении была проведена сейсмическая съемка 3Д. Позднее с целью уточнения геологического строения на западе и востоке, выяснения продуктивности юрских и триасовых отложений на месторождении Жалгизтобе были проведены сейсморазведочные работы 2Д и была выполнена интерпретация старых 3Д данных и новых материалов сейсморазведки 2Д (Рис. 2).

На месторождении Жалгизтобе бурением вскрыты отложения триасового, юрского и раннемелового возрастов и полностью отсутствуют отложения раннеюрского, позднеюрского, позднемелового и палеогенового возраста.

На месторождении Жалгизтобе был отбор керна проходка составила 301,6 м, вынос составил 231 м. По продуктивным отложениям K_1nc отобрано 127,8 м керна, а также были определены фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород-коллекторов определены по 60 образцам. По результатам исследования керна граничное значение проницаемости составляют 20×10^{-3} мкм^2, пористости – 0,26 д.ед., глинистость – до 35 %.

Продуктивные пласты месторождения Жалгизтобе приурочены к терригенным отложениям неокомского возраста. Залежи нефти и газа расположены на глубине 370-450 м, нефти характеризуются высокой вязкостью. Пластовые воды неокомского водоносного комплекса по генетической классификации В.А.Сулина представляют собой слабые рассолы хлоркальциевого типа с минерализацией 44,9-52,6 г/дм^3.

Запасы месторождения подсчитывались объёмным методом. При подсчете запасов нефти и растворенного газа месторождения Жалгизтобе использованы материалы геофизических исследований. В поисковых скважинах комплекс общих геофизических исследований по всему стволу включал запись в открытом стволе следующих методов: стандартный каротаж кровельным (N0.5M2A) и подошвенным градиент-зондами (M2A0.5B) с одновременной записью кривой потенциалов собственной поляризации (СП), кавернометрию (ДС). Радиоактивный каротаж (РК) включал кривые записи естественной радиоактивности (ГК) и вторичного гамма- излучения (НГК).

Комплекс детальных исследований, помимо перечисленных методов, включал боковое каротажное зондирование (БКЗ), индукционный каротаж (ИК), боковой фокусированный каротаж (БК), микробоковой каротаж (МБК).

Качество цементирования колонн и определение высоты подъема цемента определялось методом акустической цементометрии (АКЦ).

Комплекс исследований в эксплуатационных скважинах, выполнялся с полным охватом продуктивных горизонтов и включает методы: кавернометрия (ДС), запись естественных потенциалов (ПС), боковой каротаж (БК) в одно- и двухзондовой модификации, индукционный каротаж (ИК) в однозондовой и в многозондовой модификации (ВИКИЗ), микрокаротаж – микроградиент- и микропотенциал–зондами (МК), радиоактивный каротаж (ГК+НГК), 2-х зондовый нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам (КНК), гамма-гамма плотностной (ГГКП), акустический (АК), спектральный гамма- (СГК) каротажи.

Выделение коллекторов проводилось на основании прямых и косвенных качественных признаков:

– сужение номинального диаметра скважины на кавернограмме (наличие глинистой корки) или номинальный диаметр скважины;

По сравнению с вмещающими породами, породы-коллекторы данного разреза характеризуются снижением значений интенсивности естественной радиоактивности (ГК). Для коллекторов, представленных песчаниками и алевролитами, характерны низкие показания на кривых плотностного каротажа (ГГКп) (1,8-2,31г/см^3); значения интервального времени по данным акустического каротажа (АК) и значения кажущейся нейтронной пористости на уровне вмещающих пород, либо незначительно выше.

Однородные пласты глин и аргиллитов выделяются уверенно по высоким значениям ГК (6,0-13,0 мкР/ч), низким УЭС (1,2-2,5 Ом*м), при этом показания на диаграммах ГГКп в среднем 1,7-2,6г/см3, АК – 385,4-450,7мкс/м, W – 0,36д.ед. (глинистые минералы представлены каолинитом, хлоритом, в небольшом количестве присутствуют слюды).

Плотные пропластки, встречающиеся в разрезе, обычно маломощны и на кривых БК и ИК отмечаются резким возрастанием амплитуды; имеют повышенные значения по НГК и ГГКп (более 2,55г/см3), по АК прослеживается уменьшение показаний (менее 260мкс/м).

К водонасыщенным отнесены пласты-коллекторы с сопротивлениями <2,5 Омм, к продуктивным выше 3,0 Омм.

Характер продуктивных коллекторов устанавливался по результатам опробования и гипсометрическому положению коллекторов относительно принятых контактов ВНК.

Наряду с качественными признаками использовались количественные критерии разделения пластов на коллекторы и неколлекторы. Граничное значения пористости – Кп^{гр}=26%, Кгл^{гр}=35%, граничное значение остаточной водонасыщенности – 0,56.

По интерпретации ГИС открытого ствола минимальные значения Кнг от 46% до 47% выделены в скважинах 257, 270, 363, при которых по данным опробования получены притоки воды с нефтью, что приближает значение Кнг к граничному –44%. Дополнительно для обоснования граничных значений пористости использованы результаты анализа работающих интервалов по данным PLT-исследований.

На месторождении Жалгизтобе опробование проводилось в разведочных и поисковых скважинах, а также были освоены эксплуатационные скважины.

По неокомским залежам месторождения Жалгизтобе были отобраны и исследованы глубинные пробы нефти изучена проба пластовой нефти и проба газа однократного разгазирования глубинных проб нефти. Физико-химические свойства нефти представлены исследованиями 41 пробы пластовой нефти. Физико-химические свойства и состав дегазированной нефти представлен исследованиями 86 проб. Компонентный состав растворенного газа представлен исследованиями 30 проб газа.

К кровельной части неокомского горизонта приурочены продуктивные пласты $А_1$, Б, В и Г. В подсчете запасов рассматривается описание строения продуктивных пластов с обоснованием положения ВНК. Положение ВНК основывается на результатах опробования и материалах ГИС пробуренных скважин (Рис.3).

При обосновании категорийности подсчитанных запасов углеводородов учитывались степень изученности месторождения буровыми работами, объем проведенных геолого-геофизических исследований в скважинах, изученность фильтрационно-емкостных свойств пород коллекторов, охарактеризованность по площади и разрезу пластового флюида, все промысловые данные, полученные в результате реализуемой на месторождении разработки в соответствии с проектными документами.

Категории запасов нефти и газа обоснованы на основании изученности залежей в соответствии с требованиями "Инструкции по классификации запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и природного углеводородного газа".

Начальные геологические запасы нефти (Qн) подсчитывались объёмным методом по формуле:

$Qн = F * h * Кп * Кн * Y * \theta$,

где:

F – площадь нефтеносности, тыс $м^2$,

h – средневзвешенная эффективная нефтенасыщенная толщина, м,

Кп – коэффициент пористости,

Кн – коэффициент нефтенасыщенности,

Y – плотность нефти в поверхностных условиях, $т/м^3$,

θ – пересчётный коэффициент, учитывающий усадку нефти в поверхностных условиях, доли ед.

Геологические запасы газа, растворенного в нефти (V), определялись путем умножения геологических запасов нефти на газосодержание пластовой нефти, по формуле:

$V = Qн * r$,

где:

r – газосодержание в пластовой нефти, $м_3/т$,

При построении структурных карт по кровле и подошве коллекторов продуктивных горизонтов за основу взята структурная карта по отражающему горизонту II (кровля продуктивного пласта $А_1$), разработанная в результате комплексного рассмотрения данных бурения и интерпретации сейсмосъемки 2 D и 3D (Рис. 4).

Вся геометризация залежей нефти и газа, в том числе, построение структурных карт по кровле и подошве коллектора, карт суммарных эффективных, нефтенасыщенных толщин осуществлялось с помощью программного комплекса Petra.

Площади нефтеносности и средневзвешенные нефтенасыщенные толщины определялись в программе Petra по картам нефтенасыщенных толщин в пределах установленных контуров нефтеносности залежи дифференцировано для зон различного характера насыщения (нефтяная, водонефтяная) и категории запасов.

Коэффициенты пористости и нефтенасыщенности приняты по результатам интерпретации геофизических исследований скважин,

Плотность нефти в поверхностных условиях определялась по глубинным и устьевым пробам. Для расчетов запасов нефти принимается плотность дегазированной нефти, полученная при стандартной сепарации пластовой нефти.

Пересчётный коэффициент определялся как величина, обратная коэффициенту объёмного расширения нефти, принятому по результатам анализа глубинных проб нефти.

Для подсчёта запасов растворённого в нефти газа газосодержание также принято по результатам анализа глубинных проб нефти.

Анализируя вышесказанное, следует отметить что, эффективность при применении данного метода при подсчете запасов нефти и растворенного газа зависит от качества и полноты фактических данных, от их достоверности.

Литературы:

1. Отчет о результатах обработки сейсморазведочных данных 2Д и интерпретации сейсморазведочных данных 2Д/3Д в пределах Контрактной территории ДТОО «Жалгизтобемунай» // Кудайкулов Х.М. - Отчет ТОО «Проектный институт «OPTIMUM» - г.Актау-2014 г.

2. Выполнение определения физико-литологических свойств керна отобранного при бурении скважин на месторождении Жалгизтобе// Фенчук Ю.В., Острожной М.В.-Отчет-ТОО «Геологин Сервис» - г.Актобе-2012 г.

3. Нефтепромысловая геология и подсчет запасов нефти и газа//Жданов М.А-Недра-г.Москва-1970 г.

А. Д. Тураева

Жалғызтөбе кен орнының неоком деңгейжиегінің үлгісінде терригендік коллекторлардағы мұнай мен ерітілген газ қорларын есептеу ерекшеліктері

Аңдатпа. Осы мақалада, кешенді зерттеу жұмыстары мен нақты мәліметтер негізінде Жалғызтөбе кенорны неоком қабатының терригенді коллекторындағы мұнай және ерітілген газ қорын колемді әдіспен есептеу тиімдлігі қарастырылады, бұдан басқа кернді зерттеудегі мәліметтер, сұйықтықтардың физика-химиялық қасиеті, қысқаша ұңғыманы геофизикалық зерттеу интерпретациясының сипаттамасы, терригенді тау жынысының коллекторлы қасиеті және қорды есептеу параметрлерінің негіздемесі қарастырылады.

Кілт сөздер: кенорын, шоғыр, сейсмобарлау 3D, өндіріс-геофизикалық зерттеулер, керн, геологиялық қор.

A.D. Turaeva

Estimation features of oil reserves and dissolved gas in terrigenous reservoirs as in the case of Neocomian horizon of Zhalgiztobe field

Abstract. In this article, on the basis of actual data, the efficiency of the volumetric method for calculating oil and dissolved gas reserves of terrigenous reservoirs using the example of the neokomian horizon of an oil field Zhalgiztobe and provide an analyses of the core, physical and chemical properties of fluids, a brief description of the interpretation of geophysical studies of wells (GIS), reservoir properties of terrigenous rocks and the justification of the calculated parameters.

Keywords: field, reservoir, 3D seismic servey, downhole logging, core, geological reserves.

Рисунок 1 - Обзорная карта

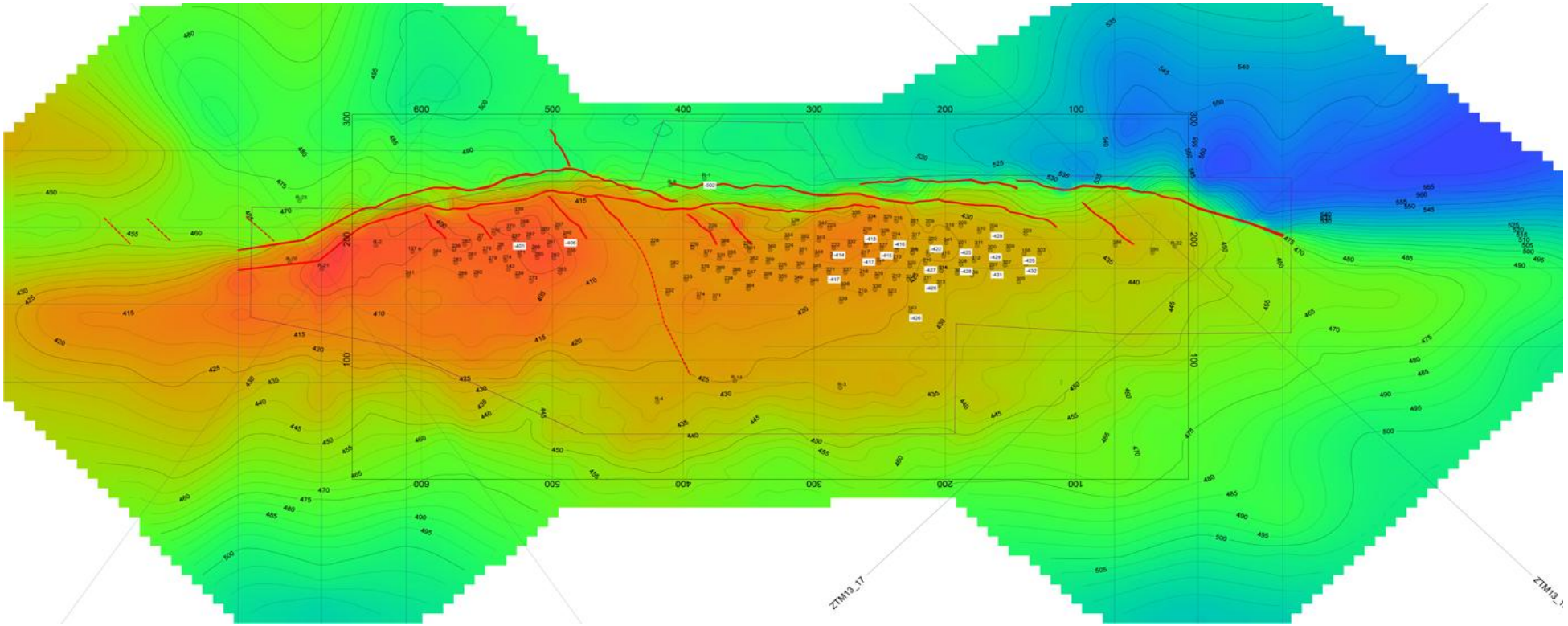


Рисунок 2 - Структурная карта по отражающему горизонту K_1_apt (подошва аптских отложений, кровля неокомских отложений). (По материалам переинтерпретации сейсморазведки 2Д/3Д)

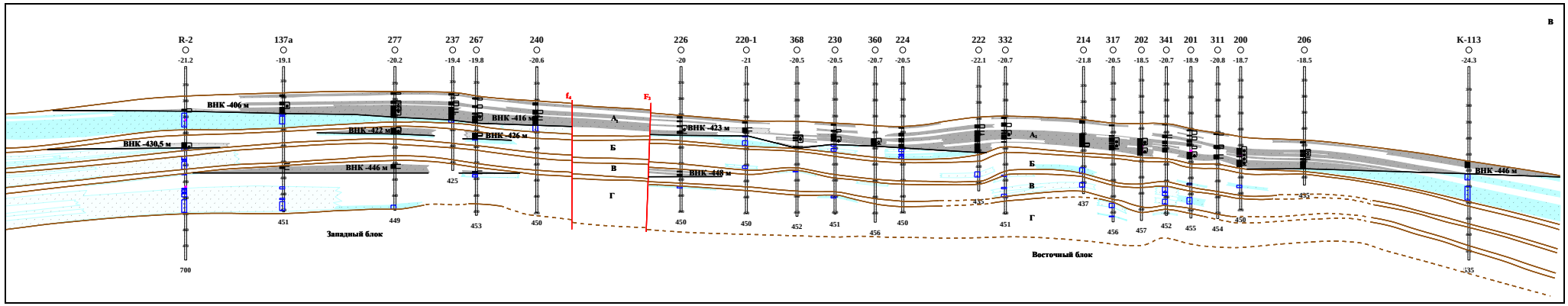


Рисунок 3 - Профильные разрезы

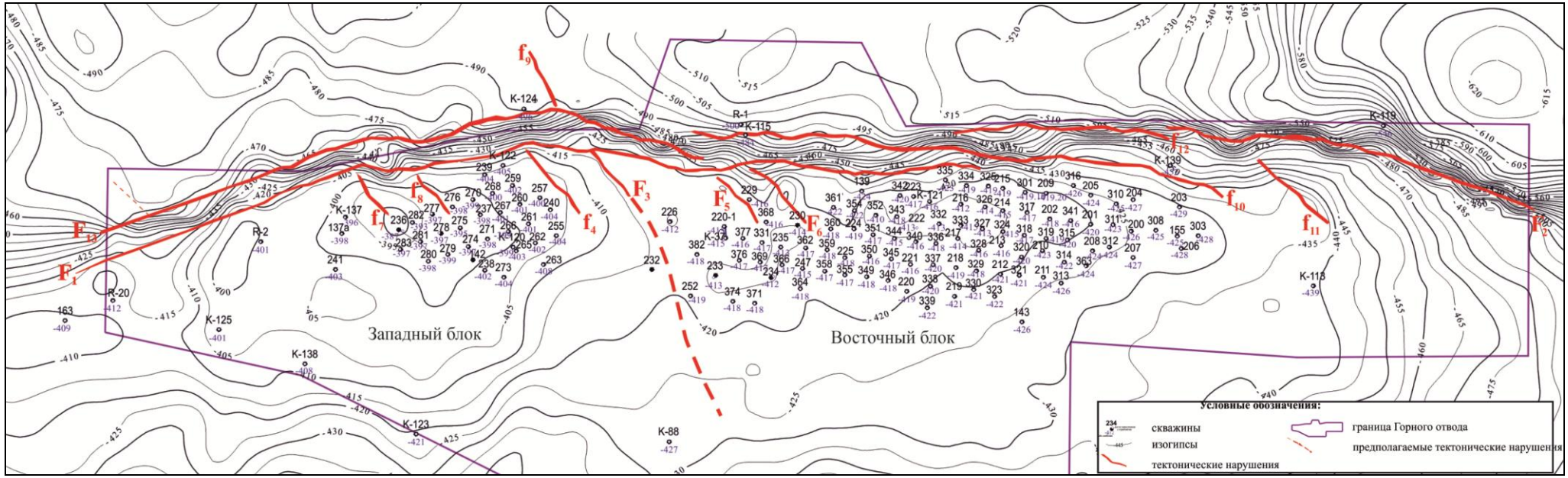


Рисунок 4 - Структурная карта по отражающему горизонту K_1 apt, уточненная данными бурения

УДК 553.98.04(574)

А.Қ. Түзелбаева[1], Г.В. Тарасенко[2]
[1]КазТУ, Актау, Казахстан
[2]КГУТИ им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан
akmaralsardarbekova@gmail.com

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАРАГИИНСКОЙ СЕДЛОВИНЫ

Аннотация. *В данной статье были приведены общие сведения о геологическом строении и нефтегазоносности Карагиинской седловины. С позиций современных представлений о геологическом строении, нефтегазоносности, закономерностей пространственного размещения залежей углеводородов и т.д., осуществлена оценка прогнозных и перспективных ресурсов триасовых отложений рассматриваемого региона. Дана оценка нефтегазового потенциала вулканогенно-терригенной толщи верхнего триаса.*

Ключивые слова: *Карагиинская седловина, триасовые отложения, нефтегазоносность, залежь, горизонт, углеводород.*

Карагиинская седловина, в пределах которой располагаются рассматриваемые месторождения Алатюбе, Атамбай-Сартюбе, Ащиагар и Карагие Северное (рис. 1.), является тектоническим элементом II порядка (рис. 2).

Карагиинская седловина находится на стыке нескольких тектонических элементов II порядка: Сегендыкской депрессии - на западе, Сегендымысской ступени - на севере, Жетыбай-Узеньской ступени - на северо-востоке и востоке, Жазгурлинской депрессии - на юго-востоке и Песчаномысско-Ракушечной зоны сводовых поднятий - на юге.

На месторождениях Северное Карагие, Алатюбе, Атамбай-Сартюбе и Ащиагар пробуренными скважинами вскрыт разрез палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений, максимальной толщиной 4450 м (скважина 1, Северное Карагие), представленный породами пермско-каменноугольной, триасовой, юрской, меловой, палеогеновой и неогеновой систем.

Литолого-стратиграфическая характеристика разреза приведена в соответствии со схемой расчленения, разработанной в процессе разведки на основе данных литолого-биостратиграфического изучения [1].

Осадочная толща залегает на дислоцированных палеозойских отложениях, при этом считается, что фундамент сложен раннепалеозойскими отложениями, к которым относятся различные по составу сланцы, а средний и верхний палеозой (слабометаморфизованные аргиллиты и грубообломочные породы) относятся к низам платформенного чехла. В целом разрез состоит из трех основных частей, отвечающих главным этапам геологического развития данной территории – складчатого основания (ранний палеозой), дислоцированного промежуточного (средний палеозой-триас) и слабодислоцированного (юра-неоген) ортоплатформенного [2].

Нижний отдел, (T_1)

Нижний отдел в составе индского яруса представлен переслаиванием пестроцветных песчаников алевролитов и аргиллитов, с преобладанием последних разностей. Песчаники в основном среднезернистые слабо отсортированные, полимиктовые. В основании залегает грубообломочный песчаник с гравийно-галечный материалом, перекрывающий метаморфические породы палеозоя и, соответствующий базальному терригенному горизонту, залегающему на размытой поверхности палеозойского фундамента. Толщина отложений в пробуренных скважинах изменяется от 0 до 26м [3].

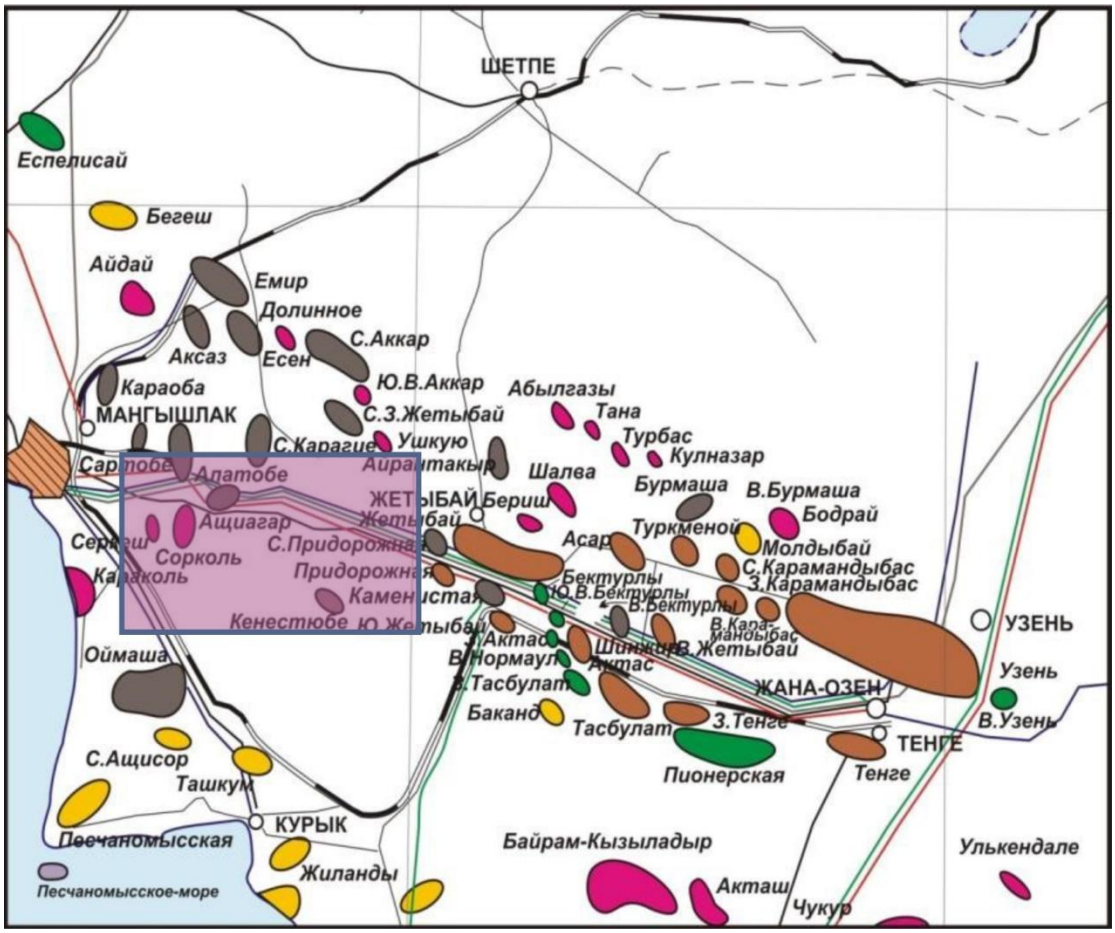


Рисунок 1 - Обзорная схема размещения структур

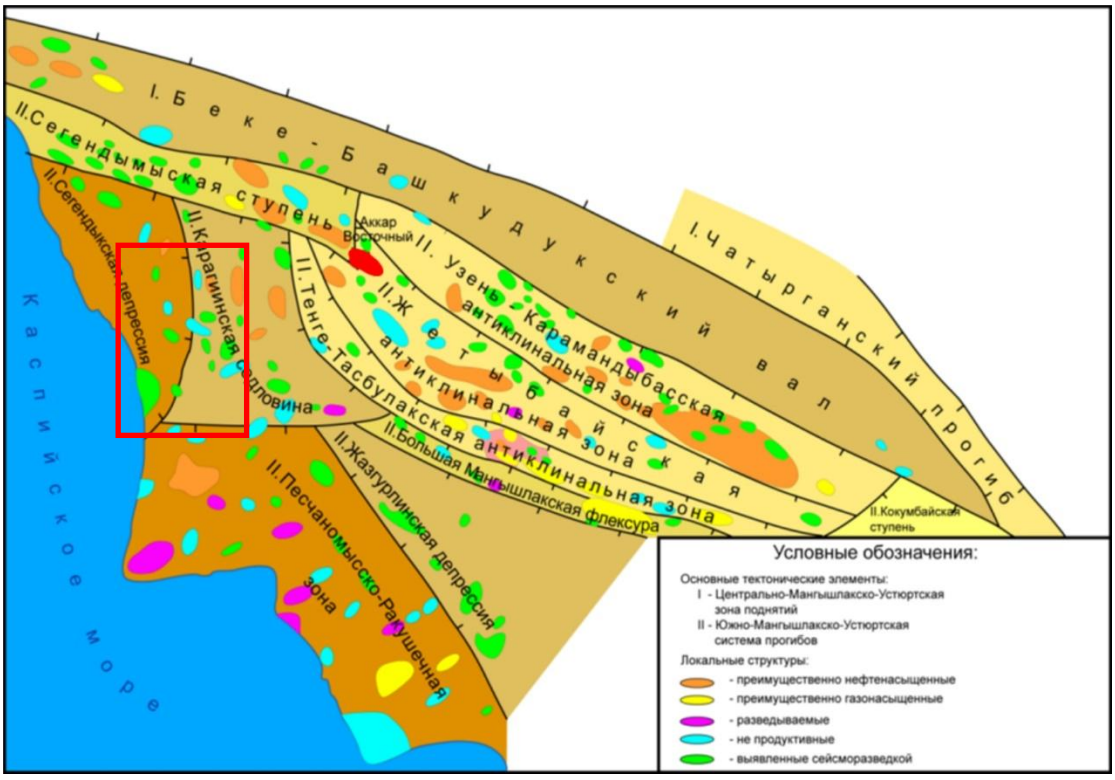


Рисунок 2 - Тектоническая схема Южного Мангышлака

Средний отдел, (T_2)

Традиционно среднетриасовые отложения разделяются на две различные по литологическому составу толщи: карбонатную (вулканогенно-карбонатную) внизу и терригенную (вулканогенно-аргиллитовую) вверху. Повсеместно вулканогенный материал в карбонатной толще представлен в виде маломощных прослоев песчаников, алевролитов, туфоалевролитов и туфопесчаников. Карбонатная толща в свою очередь разделяется на две пачки: T_2Б -вулканогенно-доломитовую и T_2А -вулканогенно-известняковую.

Вулканогенно-доломитовая пачка T_2Б залегает несогласно на нижнетриасовых отложениях и представлена в разной степени доломитизированными известняками до доломита. Карбонатные породы представлены известняками серовато-бежевыми, бежевыми от пелитоморфных с редкими органогенными остатками (вакстоун) до органогенно-детритовых (пакстоун, грейнстоун). Нередко выделяются оолитовые разности, иногда до биогермных пород (баундстоун). Известняки в различной степени доломитизированы вплоть до доломита, перекристаллизованы до крипто-мелкокристаллических. Преобладают зернистые разности карбонатных пород (пакстоун, грейнстоун) достигающие 80%, пелитоморфные составляют порядка 15% и на биогермные приходится не более 5%. Встречаются прослои аргиллита, вулканогенного происхождения темно-серого иногда зеленоватого, микрослюдистого консолидированного, иногда с кальцитовыми прожилками. Толщина нижней карбонатной части среднего триаса составляет 40-70м, хотя в направлении к Беке-Башкудукскому валу она увеличивается до 100-150м. Сейсмический горизонт V_2^{IV}приурочен к подошве пачки T_2Б [4].

Верхняя вулканогенно-известняковая пачка (T_2А) карбонатного среднего триаса, общей толщиной до 75м, представлена преимущественно пелитоморфными глинистыми известняками вплоть до мергеля черными и темно-серыми с многочисленными прослоями зеленовато-серых туфов, толщиной от 0,1 до 2,5м с редкими прослоями алевролитов и песчаников. К кровле пачки, где развиты пористо-кавернозные коллекторы, приурочены залежи нефти. Эта часть разреза сложена черными пелитоморфными известняками с многочисленными прослоями (до 2,0м) светло - серых и коричневатых полидетритовых разностей, пористых, кавернозных. Для известняков характерно развитие трещиноватости. К кровле вулканогенно-известняковой пачки приурочен сейсмический отражающий горизонт V_2^{II} [5].

Вулканогенно-аргиллитовая толща представлена неравномерным чередованием туфоаргиллитов, аргиллитов с редкими прослоями туфов и туфопесчаников темно-серой до черной окраски. Толщина пачки изменяется в пределах 70-90 метров [6].

Верхний отдел (T_3)

В пределах Карагиинской седловины верхнетриасовые отложения вскрыты всеми скважинами на четырех месторождениях АО «ММГ».

Верхнетриасовые туфогенно-терригенные отложения залегают с размывом на среднетриасовых породах. Разрез отложений начинается с грубозернистой песчано-алевролитовой пачки, толщиной порядка 20-30 м. Литологически пачка представлена песчаниками, алевролитами, туфопесчаниками и туфоалевролитами грубозернистыми, серыми и темно-серыми. Эта пачка свидетельствует о начале нового цикла в осадконакоплении. К этой пачке приурочены залежи нефти на многих месторождениях Южного Мангышлака. По подошве этой пачки проведена граница между средним и верхним отделами триаса и к ней приурочен сейсмический отражающий горизонт V_2 [7].

В разрезе верхнетриасовых отложений выделены и прослежены две толщи пород, отличающиеся по литологическому составу: вулканогенно-терригенная и терригенная.

Нижняя толща вулканогенно-терригенная представлена неравномерным чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов, туфоалевролитов, туфопесчаников, туфоаргиллитов и туфов. Коллекторы верхнего триаса приурочены к низам разреза нижней пачки и представлены песчаниками неравномерно-зернистыми, крупно- и среднезернистыми,

полимиктовыми. Для пачки характерно незначительное изменение общей толщины от 270 м до 310 м и в среднем составляет 283 м [8].

Верхняя терригенная пачка характеризуется преобладанием в разрезе аргиллитов и алевролитов, черных и темно-серых. В пачке практически исчезают туфогенные породы и лишь в низах разреза встречаются единичные маломощные прослои туфовых пород. В основании пачки залегает пласт грубообломочных пород мощностью порядка 10-30 м, который хорошо прослеживается по площади структур, к нему приурочен сейсмический отражающий горизонт V_1^{III}. Пласт представлен гравелитом, конгломератом, галькой, песчаником плохо отсортированным (скважина 3, Сев. Карагие),

Толщина пачки изменяется от 240 м (скважина 7) до 368 м (скважина 4). Увеличение толщины этой пачки наблюдается с северо-запада, запада на восток и юго-восток. Значительное изменение толщины этой пачки объясняется перерывом в осадконакоплении, имевшим место на границе юры и триаса.

Толщина верхнетриасовых отложений изменяется от 522 м (скважина 1, Ащиагар) до 722 м (скважина 11, Алатюбе).

В отложениях триаса выделено несколько горизонтов, для которых используется номенклатура T_3, T_2-А, T_2-Б, и т.д. Приурочены горизонты к песчаникам верхнего триаса и к карбонатным пластам в терригенно-карбонатной толще среднего триаса, и залегают на глубине от 2800 до 3400м. Разделены продуктивные горизонты вулканогенно-аргиллитовой толщей среднего триаса, играющей в определенной степени роль региональной покрышки.

Наиболее многочисленные и высокодебитные притоки УВ связаны с горизонтом Т2-Б (Алатюбе, Сев.Аккар, Придорожная и др.). Достаточно высокие коллекторские свойства пород (открытая пористость, достигающая порой 25 %, проницаемость - до 600 мдр.) обусловлены развитием каверново-поровых коллекторов [9].

В различных частях верхнего триаса выделяются пачки, сложенные грубозернистыми терригенными породами, но притоки, имеющие промышленное значение, приурочены только к базальному грубообломочному пласту, обладающему удовлетворительными коллекторскими свойствами (горизонт Т3). Все известные промышленные скопления УВ в верхнем триасе обнаружены именно в этой части разреза (Сев.Карагие, Придорожное, Каменистое и др.).

Основная роль в генерации жидких углеводородов большинством исследователей отводится триасовым отложениям. Установлено, что наиболее высокие концентрациии органического вещества характерны для среднего триаса, а в его составе - вулканогенно-аргиллитовой толщи. К нефтематеринским отложениям относят и сероцветные морские отложения верхнеоленекского яруса нижнего триаса, развитые преимущественно в пределах Центрально-Мангышлакского раннекиммерийского прогиба.

Литературы:

1. Оздоев С.М. Перспективы поисков нефти и газа в пермо-триасовых отложениях Устюрта // Известия НАН РК. Серия геологическая 2009 г., № 1–2

2. Табылганов М.Т., Рымбаева А.М. Перспективы поисков нефти и газа в пермо-триасовых отложениях Южного Мангышлака // Молодой ученый, 2017 г., №3, с. 212-215.

3. Ескожа Б.А., Кабышев П.З. Новое в изучении нефтегазоносных горизонтов в отложениях триаса, юры и нижнего мела // Материалы обучающего семинара, Алматы-Актау, 2016 г.

4. Кожахмет К.А. Физические параметры пород-коллекторов доюрского комплекса в пределах Южного Мангышлака // Вестник Российской Академии естественных наук, М. 2012 г.

5. Түзелбаева А.Қ. Табылганов М.Т., Каракушиков М.И., Чалабаев Г. А. Палионология и геохимия Южного Мангышлака и перспективы нефтегазоносности // Высшая школа, 2016г. Казахстана ISSN 1560-1749, с.119-121

6. Крупин А.А., Соловьев В.В., Анисимова Н.А., Джубанышева Ж.Б., Нугиев М.А. и др. Подсчет запасов нефти и растворенного газа по месторождению Северный Аккар (по состоянию на 01.01.2006 г.) // ТОО «НПЦ», г.Актау, 2006 г. в 5 книгах.

7. Халифазаде Ч.М, Гурбанов В.Ш. Литолого-палеогеографическая модель триас палеозойских отложений Южного Мангышлака // Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, Баку. – 2003 г.

8. Түзелбаева А.Қ. Оценка нефтегазового потенциала вулканогенно - терригенной толщи верхного триаса Южного Мангышлака // I Международные Есеновские чтения, г.Актау, 2018г. ISBN 978-601-308-080-2, с.86-89

9. Дорофеева Л.Е., Крупин А.А., Анисимова Н.А. и др. Подсчет запасов нефти и растворенного газа по месторождению Северное Карагие (по состоянию на 01.01.2006 г.) // Отчет по договору № 193/30, г. Актау, ТОО «НПЦ», 2006 г.

А.Қ. Түзелбаева, Г.В. Тарасенко

Қарағия аңғарындағы триас дәуірі шөгінділерінің жалпы сипаттамасы және мұнайгаздылық келешегін бағалау

Аңдатпа. Бұл мақалада Қарақия аңғары аумақтарының геологиялық құрылымы мен мұнай-газдылығы туралы жалпы мәліметтер келтірілген. Геологиялық құрылысы, мұнай-газдылығы және т.б. шоғырларының кеңістіктік орналасу заңдылықтары туралы қазіргі заманғы көзқарастар тұрғысынан, қаралып отырған өңірдің триас шөгінділерінің болжамды және перспективалық ресурстарын бағалау жүзеге асырылды. Жоғарғы триастың вулканогенді-терригендік қалыңдығының мұнай-газ әлеуетіне баға берілді.

Кілт сөздер: Қарағия аңғары, триас шөгіндісі, мұнайгаздылық, кен, қабат, көмірсутек.

A.K. Tozelbayeva, G.V. Tarasenko

General characteristics and assessment of oil and gas potential of the trias sediments of the Karaghiin saddlovina

Abstract. This article provided general information about the geological structure and oil and gas potential of the Karagiinsky saddle. From the standpoint of modern ideas about the geological structure, oil and gas potential, the laws of the spatial distribution of hydrocarbon deposits, etc., the estimated and prospective resources of the Triassic sediments of the region under consideration are assessed. An assessment is made of the oil and gas potential of the volcanogenic-terrigenous strata of the Upper Triassic.

Keywords: Karagiinsky saddle, triassic sediments, petroleum potential, reservoir, horizon, hydrocarbon.

УДК 552.13

M. A. Junussov[1], Z. T. Umarbekova[2]

[1]Scientific supervisor – F. Madai, PhD, associate professor of Miskolc University, Miskolc, Hungary
medet.badlion@mail.ru
[2]Scientific supervisor – K.Sh. Dyussembayeva, candidate of geological-mineralogical sciences, associate professor of Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
zama7777@mail.ru

PETROGRAPHIC STUDY OF POLYSULFIDE ORE MINERALS-CARBONACEOUS ASSOCIATIONS IN THE BAKYRCHIK BLACK SHALE GOLD-SULFIDE DEPOSIT

Abstract. *In the present paper comprises a petrographic observation of paragenetic relationship between carbonaceous materials and polysulfide ore minerals, using two samples and a reflected light microscope. The two samples characterize with arsenic- and antimony-bearing sulfide minerals) and inclusions of carbonaceous matters, which were formed in late Palaeozoic black shale-hosted gold deposit of Bakyrchik. The carbonaceous materials and sulfide ore minerals were analyzed in polished samples under reflected light microscopy in oil immersion (using PPL, XPL and fluorescence light); mineralogical and chemical compositions were measured using XRPD and XRF. Present analytical results indicate that the carbonaceous matter*

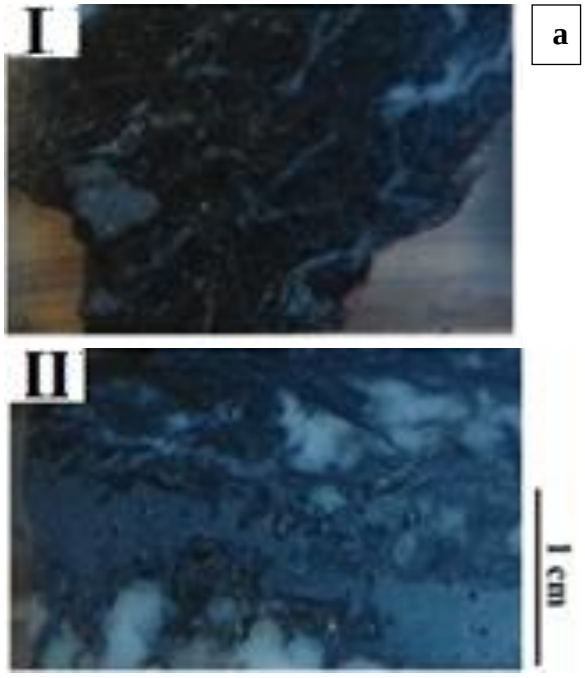
is solid bitumen (weakly soluble into acetone and no fluorescence) and it is closely associated with arsenic- and antimony-bearing sulfide minerals. The solid bitumen might be originated early before ore mineralization, because they impregnated fissure spaces before became cemented and the solid bitumen has fracture- and void-filling textures in the deposit.

Keywords: *Sulfide ore minerals, solid bitumen, bituminite, petrographic method*

The scope of this paper is to determine paragenetic relationship between arsenic- (pyrite and arsenopyrite) and antimony-bearing (valentinite and stibnite) sulfide ore minerals and carbonaceous materials in the Bakyrchik deposit. The deposit has 280 t (since 2014 of ore estimation) of gold reserve with average grade of 7.7 g/t [1] in ore-bearing carbonaceous-terrigenous rocks. The complex rock types are suited in a Bukon suite of Middle Carboniferous [2] with 0.3 - 26.5 % organic matters in terrigenous rocks and 2.5 - 6 % in polysulfide ore zones [2, 3]. The ore formation is a syngeneic-sedimentogenic gold-bearing material in the Qyzyl shear zone, it belongs to a gold-sulfide type of mineralized zone [2]. The gold is a mantle source [2] in ionic and colloidal forms in sulfide minerals (arsenopyrite and pyrite) [3]. The sulfide minerals of the ore vary from 0.5% to 10% in total [4].

Two sulfide-rich rock samples with carbonaceous inclusions were selected for analytical observations which related to the arsenopyrite and pyrite, valentinite and stibnite mineralization stages (shown in Figure-1). They are labeled as sample I concerns to arsenic-bearing sulfide minerals; sample II to antimony-containing sulfide ores. The two samples content different gold grades (sample I - 0.5 ppm; and sample II – 0.4 ppm) as invisible gold in crystalline pyrite and arsenopyrite grains, which the two samples were digested by aqua regia in the previous experiment. Therefore the two samples are potential investigation objects. The pyrite contents arsenic element with average 4.86 % in hexahedral and 3.05 % in pentahedral crystal forms (measured by EMPA).

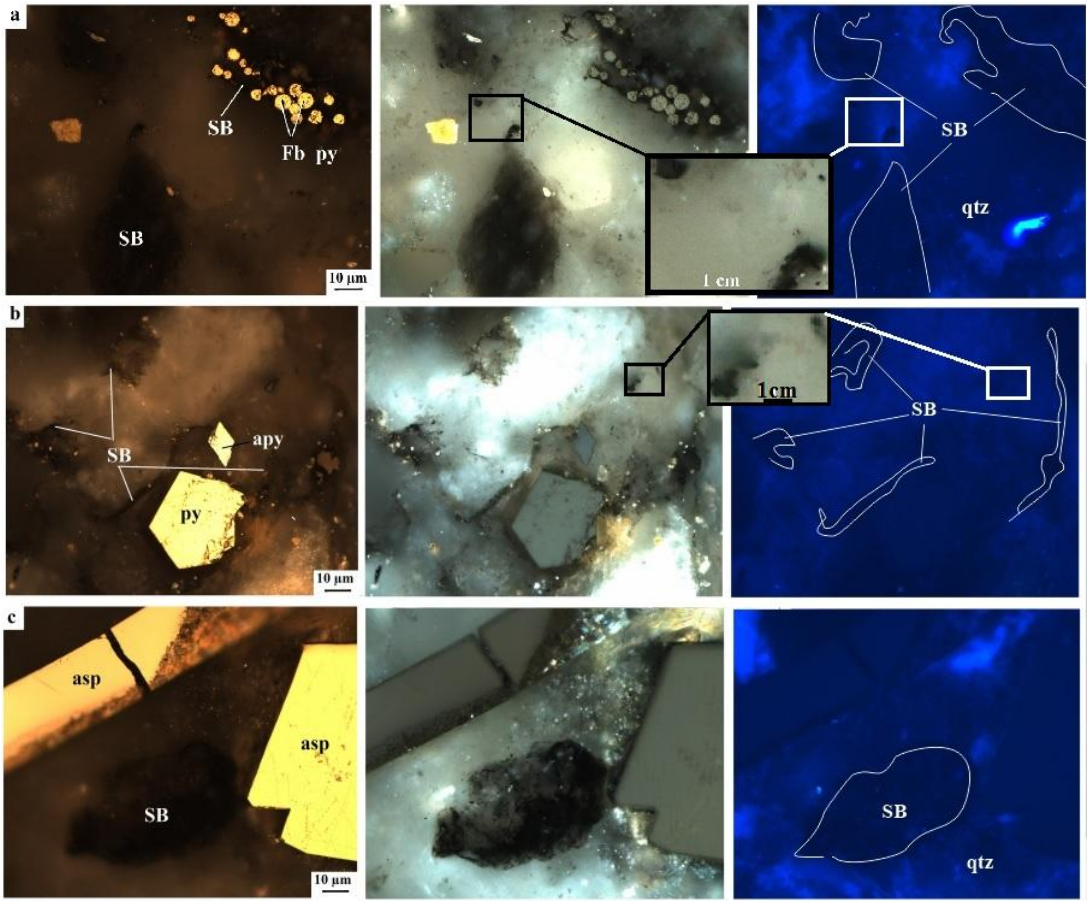
Physical properties of the solid bitumen in the samples show strong metallic luster, brittle, partly flaky structure, black colour. Its hardness is above 3.5 (in Mohs scale) and density – less 2 g/cm^3. The carbonaceous matters have different amounts of organic elements such as hydrogen (average 9 %), carbon (average 7 %), nitrogen (4%) and sulfur (80 %). The amounts of organic elements containing solid bitumen were identified by a chloric acid treatment with 10 % concentrations for removing siderite mineral (listed in Table-1) and the residual materials (carbonate free samples) were measured by organic elemental analyzer equipment.



b Minerals	Samples (Wt%)	
	I	***II***
Muscovite	*20,0*	-
Albite	*2,9*	*0.7*
Quartz	*24,0*	*80.4*
Amorphous	*14,0*	-
Illite	-	*9.8*
Siderite	*38,5*	-
Annite Mica	*0,6*	-
Valentinite	-	*3.9*
Stibnite	-	*5.2*

c Chemical elements			Chemical elements	Samples	
	I	*II*		*I*	*II*
	Unit %			Unit ppm	
SiO_2	*37.1*	*74*	***Cu***	*16*	*23*
Al_2O_3	*11,9*	*6*	**Zn**	*97*	*10*
MgO	*1,92*	*0,2*	**Pb**	*835*	*35*
CaO	*1,01*	*<0.01*	**As**	*956*	*1902*
Na_2O	*0,27*	*0.16*	**Sb**	*755*	*137000*
K_2O	*2,17*	*0.95*	**Rb**	*20*	*18*
Fe_2O_3	*29,8*	*0.25*	**Sr**	*70*	*19*
MnO	*0,733*	*0.005*	**Ba**	*203*	*107*
TiO_2	*0,432*	*0.116*	**Cr**	*64*	*50*
P_2O_5	*0,504*	*0.007*	**Co**	*<10*	*11*
			Ni	*27*	*11*
			Zr	*51*	*33*
			Cl	*171*	*126*
			Ga	*26*	*11*
S	*2,6*	*3.9*	**Ge**	-	-
			Nb	*8*	-
			Se	-	*21*
			In	-	*16000*
			W	-	*295*

Figure 1 - (a) The review photo of two polished samples; Table-1. (b) Mineralogical distribution (by XRPD, BRUKER D8 ADVANCE Cu-Kα 40 kV, 40 mA) and (c) chemical composition (WDX-XRF, RIGAKU Supermini Pd source, 50 kV-4 mA) of samples of "I" and "II"



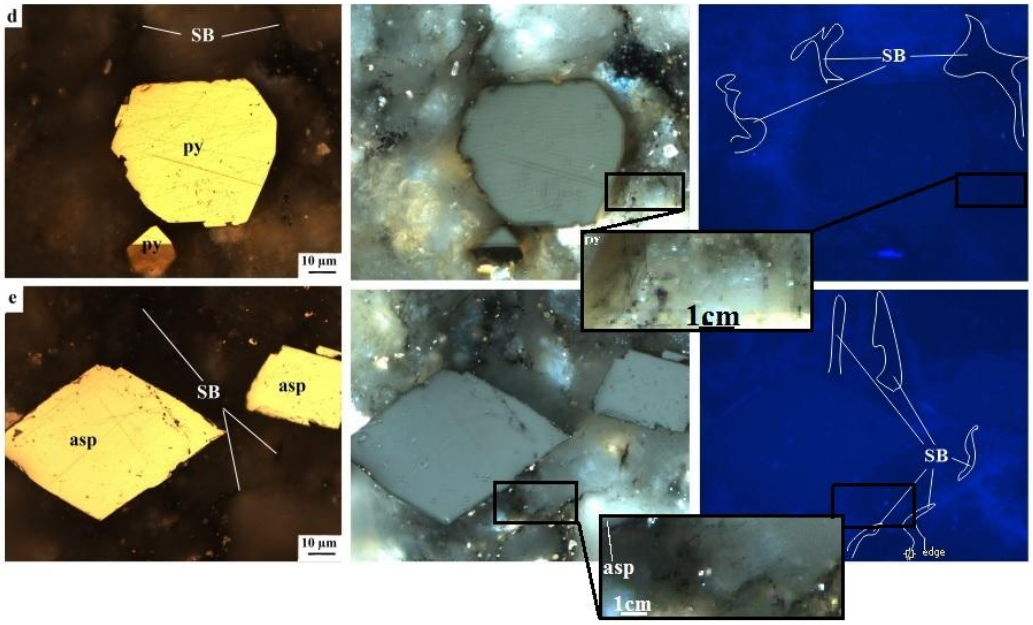


Figure 2 - Reflected light micrograph illustrations of carbonaceous matters and sulfide ore minerals (the left side – plane-polarized light (PPL, white light), middle one – crossed polar light (XPL) and the right fluorescence intensity (blue light)): (a) framboidal pyrite crystal growth in the organic matter and bituminite (indicated in the framework); (b) tabular arsenopyrite and pentahedral pyrite with inclusions of solid bitumen in the micro cracks; (c) acicular and tabular arsenopyrite with bituminite; (d) hexahedral pyrite with fissure-filling solid bitumen; (e) tabular-twin arsenopyrite with solid bitumen

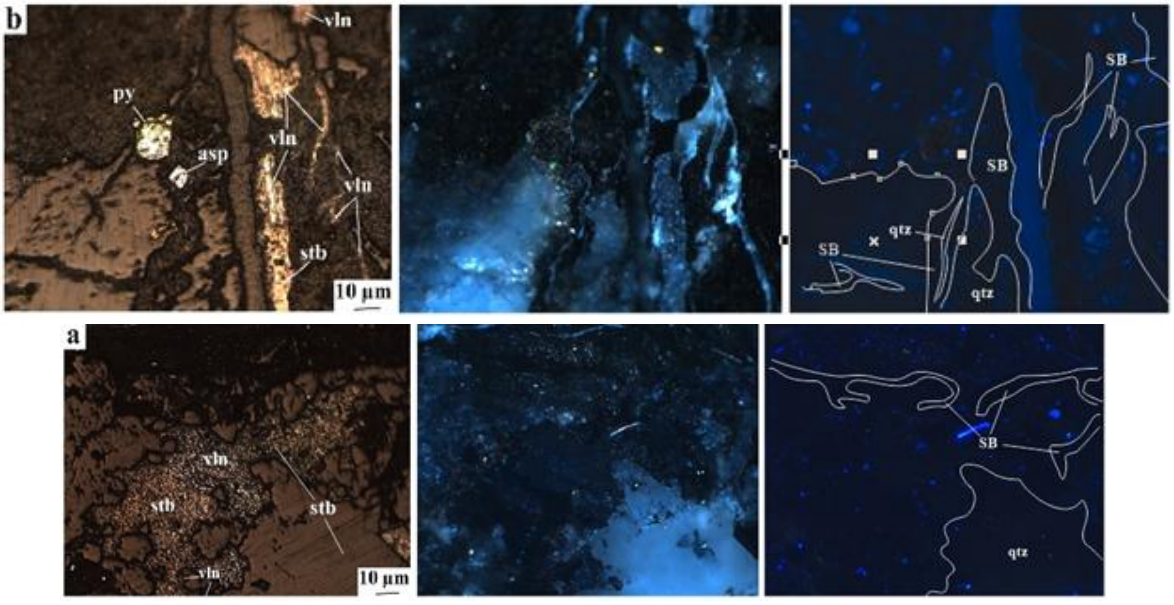


Figure 3 (a,b) - Reflected light micrograph illustrations of antimony sulfide minerals and solid bitumen with fracture-filling texture

Results and Conclusion

The prior scientific results and present analytical results indicate that the solid bitumen was likely transported through open fracture pores in pre-ore mineralization and deposited mostly in syn-ore (in cracks of siderite and quartz) and twice redeposited in post-ore (antimony) mineralization (in the first time into fissures of quartz and in the second, together antimony minerals and quartz as well) as fracture-and void-filling textures.

The solid bitumen with framboidal pyrite crystalline growths (sample I) form void-filling inclusions with presence of sulfate bacterial reduction in fissures of quartz.

The carbonaceous matters coeval with arsenic-bearing and antimony sulfide ores (samples I-II) comprises fracture- and void-filling solid bitumen and disseminated bituminite with all crystalline forms of pyrite and arsenopyrite minerals in quartz cracks and void space of ore mineral crystals edges as well.

The solid bitumen usually (sample II) accompanies in contact with antimony-bearing minerals (stibnite and valentinite) filled in cracks of quartz.

In conclusion, the solid bitumen has a close paragenetic relationship with ore minerals, especially with gold-bearing arsenopyrite and pyrite. It means that the solid bitumen may use as an indicator of ore minerals in gold exploration of the Bakyrchik deposit. Hence, the work will be continued on following future scientific investigations focusing on determinations of types of solid bitumen and its genetic roles (probably metal transportation or deposition, trapping and other concepts) in metallogenesis, based on gold-bearing arsenopyrite and pyrite and PGE as well. The next challenge will be identifications of metalorganic compounds in organic-rich sulfide terrigenous rocks of the deposit, using highly sensitive equipment.

This work was supported by the project of EFOP-3.6.1-16-2016-00011 at University of Miskolc, Hungary.

Literature:

1. Forbes Kazakhstan. 2017. “Why Polymetal took on the most "stubborn" field of Kazakhstan”. Forbes Kazakhstan news. Accessed December 25, 2018. https://forbes.kz/process/resources/pochemu_polymetal_vzyalsya_za_samoe_upornoe_mestorojdenie_rk/.

2. Umarbekova Z.T., Dyusembayeva K.S., Kubashev K.T., 2017. “The Bakyrchik deposit and views on the formation of the mineral deposits in black shale beds”. In Proceedings of the 17th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2017, 1111-7.

3. Rafaylovich S., Myzernaya, M.A., and. D’yachkov B.A. 2011. Giant black shale hosted gold deposits: formation and similarity. Almaty: EKGTU named Serikbaeva D.

4. Seitkan A., Simon A.T.Redfern. 2016. “Processing double refractory gold-arsenic-bearing concentrates by direct reductive melting”. J. Miner. Engine. 98: 286-16. Accessed September 13, 2016. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2016.08.017.

М. А. Джунусов, З. Т. Умарбекова

Бақыршық алтын қара тақтатасты кенорнының полисульфид минералдары мен органикалық заттарың петрографиялық әдісімен зерттеу

Аңдатпа. Атталған жұмыстың мақсаты петрографиялық әдіспен сульфид минералдары мен органикалық заттар арасында парагенетикалық арақатынасын анықтау болып табылады. Ол үшін екі үлгітас пен оптикалық микроскоп қолданылды. Екі үлгітас органикалық заттар мен сульфид кенді минералдарға бай таужыныс болып келеді және олар Бақыршық алтын кенорнына тиесілі.

Аналитикалық зерттеу қорытындысы бойынша қолданылған екі таужыныс қатты битум мен битуминит көміртегі қалдықтар екендігі анықталды және олар сульфид кен минералдарымен тығыз байлансты екендігі белгілі болды. Олар карбонат пен кварцтың микро жарылымдары мен бос кеністіктерің толтырады. Және олар сульфид минералдарының кристалдану процессіне дейін жаралғаны белгілі болды.

Кілт сөздер: Сульфид минералдар, қатты битум, битуминит, петрографиялық әдіс

М. А. Джунусов, З. Т. Умарбекова

Петрографическое изучение полисульфидного минералов и углеродистых материалов Бакырчыкского золоторудного черносланцевого месторождения

Аннотация. В данной работе описывается парагенетические ассоциации между сульфидными минералами и углеродистыми материалами, используя петрографический метод и два рудных образца.

С помощью аналитических методов была определена генетическая взаимосвязь сульфидных минералов с углеродистыми материалами. В основном они распространяются в микротрещинах карбоната и кварца. Полагается, что они были образованы до сульфидной минерализации.

Ключевые слова: Сульфидные минералы, углеродистый материал, битуминит, петрографический метод.

УДК 553.3/.4-23

Ж. А.Абдрахманов
Научный руководитель – Байбатша Ә.Б. доктор геол.-минер. наук, профессор кафедры ГСПиРМПИ
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
Jasik_92_10@mail.ru

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАНЖУГАН И ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВСКРЫТИЯ ПЛАСТОВ

Аннотация. *Рассмотреть геологическое строение месторождения Канжуган, характеристику уранового оруденения и морфологию залежей, минералогические и геотехнологические свойства руд, изучить технологию выщелачивания и вскрытия продуктивного пласта.*

Ключевые слова: *месторождение Канжуган, геотехнологические свойства, урановые руды.*

Характеристика месторождения Канжуган

Месторождение Канжуган расположено в южной части Чу-Сарысуйской депрессии, которая представляет собой крупную эпикаледонскую структурную и морфологическую впадину, обрамленную на юго-западе Каратаускимантиклинорием.В геологическом строении депрессии и её горного Каратауского обрамления участвуют образования трех структурных этажей: нижнего (складчатого каледонского фундамента), среднего (промежуточного) и верхнего (мезозойско-кайнозойского платформенного чехла).

Месторождение Канжуган с его дальними флангами располагается на площади порядка 2000 кв. км., а протяженность рудоконтролирующих линий выклинивания зон пластового окисления по каждому горизонту составляет 100-150 км. Месторождение, в целом, простирается с юга на север на 40-50 км, и расположено в пределах двух крупных тектонических блоков: Итмурунского выступа (поднятый блок) на юге и Сузакской впадины (опущенный блок) – на севере.

Характеристика уранового оруденения месторождения Канжуган

По условиям формирования и локализации рудные залежи месторождения можно разделить на три генотипа:

1) контролируемые региональным фронтом зоны пластового окисления (ЗПО);

2) связанные с останцами сероцветов в пределах региональных ЗПО;

3) связанные с локальными участками окисления («пузырями») среди неокисленныхсероцветов.

1 Урановое оруденение, контролируемое региональными границами ЗПО.

По морфологии в плане выделяются две группы: сложные изометричные и продолговатые и более простые – лентообразные. Размеры залежей варьируют в широких пределах. Наиболее крупные – залежи лентообразной формы протяженностью от 3-4 до 20-30 км при ширине 200-1000 м. Залежи средних размеров имеют протяженность 1-3 км при ширине для продолговатых залежей до 50-200 м; изометричных – до 1450-2500 м. Размеры мелких залежей сотни метров (до километра) при ширине обычно 50-100 м. В каждой залежи выделяются геологические рудные тела, количественно от единиц до десяти, редко более.

2 Урановое оруденение в сероцветных останцах ЗПО.

Встречается в тыловой части ЗПО – на удалении от основного фронта до нескольких, иногда до десятков километров. К этой группе можно отнести рудные залежи полуостанцовой формы, возникшие на клинообразном «отставании» границ ЗПО. Протяженность этих залежей колеблется от сотен метров до нескольких километров. Характерной чертой этих залежей является более высокая контрастность руд, чем на других залежах месторождения ($C_{орг.}$ в рудных песках останцов 0,2-0,6%, в рудах на основном фронте ЗПО не более 0,1%).

В структурно-тектоническом плане почти все рудные залежи останцовой и полуостанцовой форм приурочены к узлам пересечения северо-западных разломов с северо-восточными и субмеридиональными.

3 Урановое оруденение, связанное с изолированными участками окисления.

Морфологический тип залежей, связанный с локальными участками окисления («пузырями») в пределах площадей распространения сероцветных отложений. По условиям формирования выделяются два подтипа рудных залежей.

Минералогический состав руд

Урановые руды от рудовмещающих пород, как правило, не отличаются, за исключением их относительно богатых разновидностей с видимой урановой минерализацией. Пески разнозернистые, с преобладанием песков мелко-среднезернистых являются полевошпат-кварцевыми, иногда слюдисто-кварцевыми. Обломочный материал состоит из кварца (64,9-67,6%), полевых шпатов (14,6-17,9%), обломков кремнистых пород (5,3-7,8%), мусковита и биотита (0,45-0,7%), углистого детрита (0,1-1,7%), стяжений и желваков песчаников с пиритовым цементом. Акцессорные минералы (0,4-1,0%, участками до 8,9 % – залежь 5у): ильменит, лейкоксен, турмалин, ставролит, гранат, андалузит, циркон, в единичных знаках – дистен, апатит, сфен, анатаз. Аутигенные минералы не превышают 1% объема породы и представлены пиритом, марказитом, гетитом, гидрогетитом, кальцитом, коллофаном, ферроселитом, самородным селеном, единичными зернами минерала типа ильземанита. Поровый заполнитель – рыхлый гидрослюдистый каолинит-монтмориллонитовый глинисто-алевритовый материал (6-13,6 %), содержащий кварц, полевые шпаты, слюды (алевритистой размерности).

Урановая минерализация в проницаемых отложениях выделяется сульфидно-настуран-коффинитовым типом руд. Представлена коффинитом, настураном, урановыми чернями, урансодержащими сульфидами, урансодержащей органикой. Основными урановыми минералами являются коффинит (среднее содержание 49,6%, при варьировании от 26 до 78,4%) и настуран (среднее содержание 42%, при варьировании от 17,6 до 58%). По содержанию урана руды бедные и рядовые (в среднем 0,030-0,040%).

Технология подземного скважинного выщелачивания и вскрытие продуктивного пласта

На месторождении Канжуган применяется бесшахтная система отработки способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ).

В соответствии с морфологией и гидрогеологическими условиями рудных залежей применяются различные системы вскрытия технологическими скважинами: линейная, ячеистая, комбинированная.

Система отработки и схемы размещения технологических скважин рекомендовались научными институтами ВНИПИпромтехнологии, ВНИИХТ (г. Москва) и др., на базе математического моделирования и технико-экономического обоснования, а также на основании анализа отработки аналогичных месторождений методом ПВ.

Ячеистые и линейные системы вскрытия продуктивного горизонта на месторождении приняты на основании программы НИР «Создание высокоадаптивной технологии добычи урана на основе разработки системы компьютерного управления технологическими процессами», выполненной сотрудниками НАК «Казатомпром» и Института горного дела (г. Алматы).

Линейная система.

Линейная система расположения скважин состоит из последовательно чередующихся рядов откачных и закачных скважин с продольным или поперечным расположением этих рядов. При этом элементарная ячейка состоит из трех скважин: двух закачных и одной откачной, принадлежащих к трем последовательно расположенным рядам.

Применяются линейные системы вскрытия с однорядными, трехрядными и многорядными схемами отработки. Однорядная схема отработки применяется в случаях узких залежей шириной до 40-50 м с заложением ряда по простиранию рудного тела (продольный вариант системы отработки). Для сравнительно узких залежей, шириной от 50 до 100 м, применяется трехрядная схема преимущественно продольного варианта системы отработки. Для широких, шириной рудной полосы более 100 м и изометрических в плане рудных залежей, применяется многорядная схема отработки с поперечным или продольным расположением рядов.

Ячеистая система расположения скважин состоит из массива примкнутых друг к другу элементарных ячеек скважин, где в центре ячейки откачная, а по периметру ячейки – закачные скважины. При этом по количеству закачных скважин ячейки могут быть три– тетра –пента– гекса– полигональные.

Ячеистыми схемами рекомендовано выполнять вскрытие широких залежей, имеющих площадной характер распространения.

Комбинированная система расположения скважин состоит из комбинации линейных и ячеистых систем вскрытия продуктивных горизонтов. Применяется на рудных телах, имеющих сложную в плане геометрию рудных тел, изменчивую и неравномерную продуктивность и другие осложняющие факторы.

Вскрытие продуктивного горизонта производится бурением и сооружением с поверхности земли технологических скважин (откачных, закачных, наблюдательных, контрольных и др.) Обсадка ствола скважины выполняется поливинилхлоридными трубами с установкой фильтров в задаваемом интервале. После прокачки скважин и достижения ими проектных параметров эксплуатации, скважины обвязываются трубопроводами для подачи в продуктивный пласт выщелачивающих и отбора из пласта продуктивных растворов. По окончанию обвязки, ведется закисление горнорудной массы и массы рудного тела технологического блока. После закисления и установки раствороподъемного оборудования блок готов к эксплуатации.

Бурение (сооружение) скважин, их обвязка, закисление блока и извлечение металла из недр проводится согласно графику ввода технологических блоков в эксплуатацию.

Для наблюдения за движением выщелачивающих растворов, как в процессе закисления, так и в процессе эксплуатации блока, сооружаются «технологические» наблюдательные скважины (внутриконтурные, приконтурные).

Для ведения мониторинга за состоянием подземных вод на месторождении (растеканием продуктивных растворов за контур технологического блока, перетока продуктивных растворов в выше и ниже лежащие горизонты), как в процессе эксплуатации, так и после отработки рудных залежей, планируются к сооружению наблюдательные «мониторинговые» скважины.

Литературы:

1. Бровин К.Г., Грабовников В.А. и др. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана, для подземного выщелачивания. - Алматы. - Гылым. - 1997. - 384 с.

2. Глазунов И.С., Каше М.Н. Особенности гидродинамических условий совместной эксплуатации рудных месторождений способом ПВ и водозаборов. // Вопросы атомной науки и техники. - Серия Геология и горное дело. - 1987. - вып. 2. - С. 31-37.

3. Петров Н.Н, Языков В. Г. и др. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). - Алматы. - Гылым. - 1995. - 269 с.

4. Петров Н.Н. Эпигенетические пластовоинфилырационные урановые месторождения Казахстана // Геология Казахстана. - 1998. - вып. 2. - С. 22 - 39.

5. Справочник по геотехнологии урана / Под ред. Д.И. Скороварова. - М. Энерго-атомиздат. - 1997.- 672 с.

6. Шумилин М. В., Муромцев Н.Н., и др. Разведка месторождений урана для отработки методом подземного выщелачивания. - М. Недра. - 1985. - 207 с.

Ж. А. Абдрахманов

Қанжуған уран кенорнының геологиялық құрылысы және қабаттарды ашудың геотехнологиялық сипатамасы

Аңдатпа. Қанжуған кенорнының геологиялық құрылысын, уран кенденуінің сипаттамасын және шоғырлардың морфологиясын, минералогиялық және кендердің геотехнологиялық қасиеттерін, шаймалау технологиясының зерделенуін және өнімді қабаттардың ашылуы қарастырылған.

Түйін сөздер: Қанжуған кенорны, геотехникалық қасиеттері, уран кендері.

ZH. A. Abdrakhmanov

The geological structure of the Kanzhugan uranium deposit and the geotechnological characteristic of reservoir autopsy

Annotation. Consider the geological structure of the Kanzhuganskoye deposit, the peculiarities of uranium mineralogical and the morphology of the deposits, the mineralogical and geotechnological properties of ores, to study the technology of leaching and opening of the productive formation.

Keywords: Kanzhugan deposit, geotechnological properties, uranium ore.

УДК 553.073.6

Ж.Р. Абдулаева

Научный руководитель - Аршамов Я.К., канд.геол.-мин.наук, ассоц.профессор кафедры ГСПиРМПИ.

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Сәтбаев Университеті), г. Алматы, Казахстан

zanel-96@mail.ru

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ФОРМАЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНЫХ ТЕЛ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЮЖНОЕ ЗАРЕЧНОЕ (СЫРДАРЬИНСКАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Аннотация. *В докладе дается краткая характеристика минералого-геохимических, формационно-генетических свойств рудных тел на месторождении Южное Заречное. Даны общие сведения о морфологии рудных тел, их минералогических, геохимических и формационных особенностях. Дается краткая характеристика минерального состава гидроокислов в зонах пластового окисления.*

Ключевые слова*: Южное Заречное, урановое оруденение, толща, выклинивание, горизонт, сероцветные пески.*

Республика Казахстан занимает второе место в мире по запасам природного урана. В данной статье идет краткое описание одного из урановых месторождений – Южное Заречное.

Месторождение Южное Заречное, как и все ураново-рудные объекты Сырдаринской провинции, относится к пластово-инфильтрационному промышленному генетическому типу, технология отработки которых способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) в настоящее время освоена и широко применяется промышленностью.

Разрез рудовмещающих отложений представляет собой переслаивание проницаемых песчаных пород с разделяющими их водоупорами [1].

Проницаемая толща рудовмещающих отложений, состоящая из чередования различных литолого-фильтрационных сортов песков, линзообразных прослоев алевритов и песчаников в соотношениях анизотропна. Максимальная анизотропия фильтрационных свойств существует вкрест напластования и минимальная – по напластованию, что и обусловило избирательное развитие ЗПО и рудообразования по наиболее проницаемым слоям песков [2].

В разрезе зона окисления чётко реагирует на проницаемость пород как в отдельных прослоях, так и в группе прослоев, распространяясь по пескам, имеющим относительно более высокую проницаемость. Урановое оруденение, как генетический продукт зоны окисления, располагается на границе её выклинивания и в плане представляет собой узкие извилистые ленты шириной 20-300 м и длиной до 3 км в существующей сети изученности (400-200×100-50 м). Оно практически непрерывно вдоль границы выклинивания зоны пластового окисления, но отмечаются участки с непромышленными параметрами.

В разрезе урановое оруденение локализуется на границе зоны пластового окисления в сероцветных породах и форма рудных тел в большой степени зависит от изменчивости рудовмещающих отложений по проницаемости.

Рудные тела представляют собой непрерывные в плане скопления руды, оконтуренные по кондиционному метропроценту (0,040 % и более) в пределах единого водоносного горизонта (подгоризонта). Они классифицируются по своему положению относительно рудоформирующей и рудоконтролирующей зоны пластового окисления и представлены пластообразными объёмами скоплений руды, расположенными во фронтальной части выклинивания зоны пластового окисления (мешковые части), ниже зоны окисления (нижнее крыло), выше зоны окисления (верхнее крыло) и являются составляющими элементами простого ролла.

На месторождении в пределах изученной площади, на границах выклинивания зоны пластового окисления и в связи с ней, на разных уровнях (в четырех уровнях) выявлены 4 залежи урановых руд, имеющие рудные пересечения, отвечающие временным технико-экономическим требованиям (кондициям) [1].

Минералого-геохимические особенности продуктивных горизонтов.

Геохимическая зональность рудоформирующих процессов типична для подобных объектов и представлена в разрезе рудовмещающих отложений по потоку кислородосодержащих вод:

- Собственно зоной пластового окисления;
- Рудной зоной с подзонами ореолов рассеяния эпигенетических образований;
- Зоной безрудных сероцветных неизмененных пород.

Минералого-геохимическая характеристика этой зональности приводится с описания неизменных сероцветных пород, на фоне которых протекают процессы эпигенетического гипергенного рудообразования.

Зона неизменных сероцветных пород кампанского и сантонского ярусов сложена, в основном, песками с прослоями песчаников, алевритов, глин. Пески и песчаники серые, светлосерые и зеленовато-серые. Для алевритов и глин характерны зеленовато-серые и тёмно-серые до чёрных окраски, иногда отмечаются пестроцветные и красноцветные тона.

В целом минералогический состав песков всех рудовмещающих ритмов подуровней весьма близок. В песках установлены кварц (преобладает), полевые шпаты, обломки пород (кремнистые, хлористые и глинистые сланцы, кремни). Глинистые минералы представлены смесью монтмориллонита (явно преобладает), каолинита и гидрослюды. В подчинённых количествах в песках отмечаются глауконит, слюды (хлорит, мусковит), карбонаты (кальцит, доломит), растительный детрит, фосфориты, пирит, акцессорные минералы: (турмалин, ильменит, ставролит и др.).

Зона пластового окисления чётко фиксируется по окраске пород. Пески в зоне окисления светло-желтые, розово-желтые и редко розовые. Наиболее интенсивно в красно-бурые тона окрашены участки с повышенным содержанием дисульфидов железа и растительного детрита и кайма на окатышах глин и алевролитов. Зона пластового окисления развивается в

более проницаемых породах. Сумма обломочного материала увеличивается здесь до 92 % против сероцветных безрудных пород (80-85 %) при понижении содержания глинистого материала до 6 % [1].

Типоморфными по железу минералами в зоне пластового окисления являются окислы, гидроокислы и коллоиды трёхвалентного железа. Окислы представлены гидрогематитом красного, коричнево-красного и бурокрасного цвета и характерны для красноцветно-окрашеных пород. Гидроокислы железа представлены гетитом и гидрогетитом охристого, бурого и жёлто-бурого цветов. Они образуют примазки, плёнки, корочки, налёты и порошковые скопления на обломочных зёрнах, встречаются в виде мелких оолитов и псевдоморфоз по пириту. Обрывки и окатыши алевролитов и глин в песчаных породах сохраняют серую окраску и лишь приобретают бурую кайму гётит- гедрогёта. Биотит и хлорит в зоне окисления развиваются лишь по краям. Зеленоцветные обломки кремнистых пород и зерна глауконита приобретают грязно-зелёную окраску [4].

По трещинам, как в осветлённых участках, так и в красноцветных, фиксируются черные выделения гидроокислов марганца в виде оолитов и дендритов, состоящих из тонкозернистых порошковых масс в ассоциации с плёнками гидроксилов железа. В гнёздах белого кальцита гидроксилы марганца не отмечаются. Также не устанавливаются они в сероцветных породах рудовмещающих отложений.

Гидроокислы марганца представлены псиломеланом с повышенными содержаниями бария, кобальта и др. элементов. Образование гидроокислов марганца и красных гидроокислов железа, осветление пород, преобразование карбонатного материала происходит, возможно, в условиях щелочного эпигенеза на фоне процессов формирования желтоцветной зоны окисления. Рудная минерализация распределена в породах достаточно равномерно и представлена преимущественно коффинитом и настураном, спорадически отмечается карнотит, самородный селен, ферроселенит. По взаимоотношению окислов урана и коффинита устанавливается более позднее образование последнего, т.е. он нарастает на выделениях настурана. Урановые минералы, как правило, тонкодисперсные, от десятитысячных до тысячных, редко – до первых сотых долей мм и с трудом устанавливаются даже в пробах с ураганными содержаниями урана [3].

Скопления минералов встречаются в виде черной каймы на окатышах алевролитов и глин, в участках обогащенных углефицированным детритом. Диагностируются урановые минералы рентгеноструктурным анализом, а формы их выделения устанавливаются при электронномикроскопических исследованиях при увеличении до 15.000 раз.

На месторождении имеют место урановые, селеновые и смешанные уран- селеновые руды. Последний тип не имеет широкого распространения и существенной роли в запасах каждого элемента не играет.

Литературы:

1. Вершков А.Ф., Черняков В.М., Белозеров А.В. Отчет о результатах геологоразведочных работ на месторождении Южное Заречное за 2010-2011 гг. – 2012.

2. Дара А.Д., Попов Ю.В. О кристаллохимических и типоморфных особенностях оксидов урана пластово-инфильтрационных месторождений Казахстана. – 1997г. – С. 82-87.

3. Марков В.К. Уран. Методы его определения. – 1960.

4. Петров Н.Н., Берикболов Б.Р. и др. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). – А. – 2008.

Ж.Р. Абдулаева

Южное Заречное (Сырдария провинциясы) кен орнындағы кен денелерінің минералогиялық – геохимиялық және формациялық – генетикалық ерекшеліктері

Түйіндеме. Баяндамада Оңтүстік Заречное кенорнындағы кен денелерінің минералогиялық-геохимиялық, формациялық-генетикалық қасиеттеріне қысқаша сипаттама берілген. Кен денелерінің морфологиясы, олардың минералогиялық, геохимиялық және формациялық ерекшеліктері туралы жалпы мәліметтер берілген. Қабаттық тотығу аймақтарындағы гидрооқышқылдардың минералдық құрамы қысқаша сипатталған.

Түйін сөздер: Оңтүстік Заречное, уран кенденуі, қалыңдық, сыну, горизонт, сұр түсті құм.

Z.R. Abdulayeva

Mineralogical-geochemical and formation-genetic features of ore bodies at the Southern Zarechnoye Deposit (Syrdarya province)

Summary. The report gives a brief description of the mineral-geochemical, formation-genetic properties of ore bodies at the southern Zarechnoye Deposit. General information about the morphology of ore bodies, their mineralogical, geochemical and formation features is given. A brief description of the mineral composition of hydroxides in the zones of formation oxidation is given.

Keywords: South Zarechnoye uranium mineralization, thickness, thinning, horizon, gray-colored strata of Sands.

УДК 553.073.6

У.Ш.Абенов[1], В.Ю. Селезнева[2], С.А. Седышев[3]

Научный руководитель - В.Ю. Селезнева, ведущий геолог компании «Два Кей», канд.геол.-минерал.наук

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет, Казахстан, г. Алматы

[2] Товарищество с ограниченной ответственностью «Два Кей», Казахстан, г. Алматы

[3] Акционерное общество «Казахстанско-Российско-Кыргызское совместное предприятие с иностранными инвестициями «Заречное», Казахстан, г.Шымкент

ulanteh@mail.ru

РОЛЬ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ РАЗВЕДКЕ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГИДРОГЕННОГО ТИПА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ОБОСНОВАНИЯ ПРИЧИН ИХ ВЛИЯНИЯ НА ДОБЫЧУ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАРЕЧНОЕ СЫРДАРЬИНСКОЙ ПРОВИНЦИИ)

***Аннотация**. В статье рассматривается значимая роль геолого-геофизических, минералого-геохимических и технологических исследований, результаты которых играют ключевую роль при разведке и разработке урановых месторождений гидрогенного типа Шу-Сарысуйской и Сыр-Дарьинской провинций Южного Казахстана.*

***Ключевые слова**: урановые месторождения, гидрогенный тип, метод подземного скважинного выщелачивания урана.*

Геологическая характеристика месторождения

Месторождение Заречное, расположенное в Отрарском районе ЮКО, является типичным представителем месторождений гидрогенного типа, входит в группу месторождений Каракатауского урановорудного района Сырдарьинской урановорудной провинции, основной структурной единицей которой является Сырдарьинская депрессия. Основная характеристика месторождения: пластово – инфильтрационный тип, пространственно и генетически связано с зоной пластового окисления, развивающейся в проницаемых отложениях верхнего мела (сантонский, кампанский и маастрихтский ярусы) в условиях напорных подземных вод, на глубинах от 350 до 750 метров. Суммарная протяженность рудоконтролирующей ЗПО около 95 км. Руды неконтрастные, бедные и рядовые по содержанию урана. Относительный возраст оруденения плиоцен-четвертичный [1].

Урановое оруденение локализовано в проницаемых отложениях сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов верхнего мела, выходящих на дневную поверхность в сводовой части Каракатауского поднятия и представляющих собой пологую моноклиналь, погружающуюся в С–З направлении под углом 2–5 градусов. В этом же направлении

возрастает глубина залегания рудовмещающих отложений от 350 м на восточном фланге месторождения – до 700 и более метров – на западном и северо – западном флангах.

Урановое оруденение пространственно контролируется границей выклинивания зоны пластового окисления (ЗПО), развивающейся в песчаных сероцветных отложениях верхней части сантона, двух ритмах кампана и нижней части маастрихта суммарной мощностью около 120 м. Подрудная и надрудная части разреза представлены преимущественно водонепроницаемыми породами – глинами, алевролитами с прослоями песчаников. Морфологические особенности уранового оруденения: рудные тела, сформированные на границе выклинивания ЗПО со стороны серых, неокисленных пород, имеют преимущественно форму простых и сложных роллов, реже пласто- и линзообразную форму. Мощность руд варьирует от нескольких долей метра – до 16 и более метров, в среднем 4,5 м.

Как правило, рудоносные горизонты хорошо выдержаны по мощности и по простиранию, сложены мелко- среднезернистыми песками относительно хорошей сортировки кварца (59,50 – 65,25 %)- полевошпатового (6,59 – 11,33 %) состава с обломков различных пород (14,48 – 17,51 %).

Рудная минерализация распределена в породах достаточно равномерно и представлена преимущественно тонкодисперсным коффинитом (80-90%) и настураном (до 20%). Скопления минералов встречаются в участках? обогащенных углефицированным детритом, в виде черной каймы на окатышах алевролитов и глин.

Региональный масштаб месторождения, многоэтапность осадконакопления и формирование руд на определенных литолого-стратиграфических уровнях, приуроченных к региональным зонам пластового окисления, нашли свое отражение в неоднородности вскрываемых руд и безрудных интервалов в пределах самих месторождений. Руды различаются по минеральному и химическому составу, текстурам и структурам, физико-механическим и технологическим свойствам, гидрогеологическим особенностям рудовмещающих и безрудных горизонтов, параметры и свойства которых легли в основу прогрессивного и эффективного метода подземного многоуровневого выщелачивания урана.

Геолого-геофизические исследования

Выявление рудных интервалов и подсчет в них содержания урана, литологическое расчленение разреза, определение гидрогеологических, инженерно-геологических свойств, корреляция пластов и рудных интервалов в плане ведется по результатам комплекса геофизических исследований в скважинах (ГИС): гамма-каротажа, электрокаротажа КС+ПС, кавернометрии, инклинометрии. Только с помощью стандартного комплекса ГИС возможно получить информацию по участкам месторождения, слабо или неохарактеризованным керновым материалом, а также вовлекаемым в отработку на новых участках, дать послойную характеристику разреза в каждой скважине, в технологической ячейке и блоке, оценить состояние скважины на предмет ее устойчивости и извлечения урана. Комплекс ГИС вместе с изучением кернового материала служит основой для оценки извлечения урана непосредственно из скважины методом подземного выщелачивания через систему скважин, что обусловило технологические требования к рудовмещающим породам и рудам в их естественном залегании:

– характеристика фильтрационных свойств выщелачиваемых пород, которые определяются содержанием глинистой фракции и карбонатов в породе, сортом песков, т.е. технологическим типом руд;

– характеристика водоупоров (мощность, наличие в них гидравлических окон, выдержанности в плане);

– наличие возможных каналов утечки промышленных растворов и др.

В связи с нарастанием темпов добычи урана и расширения территории рудника Заречное за счет вовлечения в отработку руд с флангов месторождения, предприятие планомерно с 2008 года по настоящее время проводит научно-исследовательские работы по тем участкам, где отсутствует или недостаточен объем информации о вещественном составе руд, а главное, о тех участках, где наблюдается вялая работы технологических блоков и низкий уровень

добычи урана. Программой НИР предусмотрено изучение вещественного состава руд и продуктов технологического передела, а также проведение анализа работы участков переработки продуктивных растворов (ПР) и выпуска готовой продукции (химический концентрат природного урана, ХКПУ) путем отбора проб с их точной привязкой и замерами радиоактивности:

1. Из свежего керна контрольных и разведочных скважин «проблемных» технологических блоков;
2. Из керна контрольных скважин технологических блоков (пробы урановых руд и вмещающих пород), подвергшихся сернокислотному подземному выщелачиванию урана (ПСВ урана);
3. Из продуктов производственно-технологического цикла (продуктивные растворы, продукты незавершенного производства, маточники сорбции).

Работа с пробами ведется по стандартной схеме:

- составление ведомости и макроскопическое (визуальное) описание геологических, минералогических и технологических проб с привязкой к геологической карте, к карте блокировки геологических запасов и месте отбора в пределах технологических блоков, участок технологического передела. Отмечается наличие следов от воздействия серной кислотой;

– Лабораторные исследования в специализированной и аккредитованной лаборатории ЦОМЭ АО «Волковгеология» на изучение грансостава, карбонатности, С орг., U и Ra;

– Проведение химического анализа проб ($S_{общ.}$; $S_{сульфатная}$; CO_2; $C_{орг.}$; $Fe_{общ}$, $Fe_{закис}$ и $Fe_{окис}$);

– Проведение минералогического анализа проб;

– Проведение необходимого комплекса анализов минералогических проб (рентгенодифрактометрического на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3 с Cu_{ka} - излучением, β-фильтр, рентгенофазового на полуколичественной основе и рентгеноспектрального флуоресцентного анализе с определением урана) для определения полного перечня породообразующих, рудных (уран) и попутных полезных компонентов и их минерального состава [2].

Заключение. Анализ совокупности полученных данных геологов, технологов, минералогов, лабораторных исследований и их интерпретация с привязкой к местам отбора проб, позволяет судить о первоначальном геологическом состоянии недр и природных факторах, наличие которых подтверждается данными аналитических исследований, на подтвержденных специалистами результатах которых геотехнологическая группа предприятия может оценить возможности добычи на малоизученных геологических участках, провести корректировку работы «проблемных» блоков, а худшем случае поменять форму ячейки или технологического блока для максимального извлечения урана.

Принимая во внимание особенности формирования руд и длительность проведение всего комплекса указанных работ, при переходе на стадию разработки месторождения, для планомерной и эффективной добычи урана будет более практично, до ввода технологических блоков с эксплуатацию, проводить опережающий геологический контроль с составлением паспорта технологического блока, предусматривающий описание морфологических и радиологических особенностей по скважинам, находящимся внутри и за контуром технологического блока.

Общеизвестно, что морфологически руды не могут быть сплошными или массивными, а получение информации об их «равности», например, будет служить предупреждением для геотехнологов о необходимости заложения технологических скважин, минуя «дыры». Это даст положительные результаты, если геологический контроль будет проводиться на всех стадиях опытных, горноподготовительных и добычных работ, включая анализ отработанного технологического блока на предмет полноты извлечения урана.

Литературы:

1. Отчет о «Результатах геологоразведочных работ на месторождении Заречное за период 1977 – 1991 годы с подсчетом запасов урана по состоянию на 01 января 2002 г.». - С.4-5.

2. Отчет ТОО «2 Кей» по «Договору 241/Зар-17 от 27.06.2017 года на выполнение Работ: «Научно-исследовательские работы по установлению причин, затрудняющих прохождение сернокислотного ПВ в недрах, изучению возможности техногенного образования уран-ванадиевых руд и их отработки на месторождении «Заречное». - С.15-17.

У.Ш.Абенов, В.Ю. Селезневf, С.А. Седышев

Уран кендерінің геотехнологиялық ерекшеліктерін анықтау үшін гидрогендік типтегі уран кенорындарын игерудегі күрделі геологиялық-геофизикалық зерттеулердің рөлі және оларды кен өндіруге әсер ету себептерін негіздеу (Заречное Сырдария провинциялық кенорны мысалында)

Аннотация. Мақалада геологиялық, геофизикалық және технологиялық зерттеулердің маңызды рөлі талқыланып, оның нәтижелері Түркістан облысының Шу-Сарысу және Сырдария гидрогендік типті уран кенорындарын барлау және игерудегі басты рөлі қаралады.

Түйінді сөздер: гидрогендік типті уран кенорындары, уранға арналған жерасты шаймалау әдісі.

Abenov U.Sh, Selezneva V.J, Sedyshev S.A.

The role of complex geological and geophysical of research exploring uranium deposits hydrogenous types for identifying geotechnical features uranic ore and their accommodate species and ratiocinate the reasons of influance for irregular output (on the example of deposit Zarechnoe Syr-Darya province)

Annotation. The article discusses the significant role of geological, geophysical, mineralogical, geochemical and technological research which the results play a key role in the exploration and development of uranium deposits of the hydrogenic type Shu-Sarysui and Syr-Darya provinces of southern Kazakhstan.

Key words: uranium deposits, hydrogenic type, method of underground borehole leaching of uranium.

УДК 004.9:553.3(574)

А.А Ажихан[1], Н.Г. Каменский[2]

Научные руководители – Асубаева С.К[1]., канд.геол.-мин.наук, лектор кафедры ГСПиРМПИ, Каменский Н.Г., генеральный директор ТОО «Два Кей», действительный член академии минеральных ресурсов, действительный член ПОНЭН

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Сәтбаев Университеті), г. Алматы, Казахстан

[2]ТОО «Два Кей», г. Алматы, Казахстан

azhihan_aidos@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ТЕЛ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНЫЙ ХАРАСАН

Аннотация. *В статье рассматривается работа по трехмерному моделированию рудоносных горизонтов урана на основе геологоразведочного и технологического бурения, месторождения Северный Харасан, участка Харасан – 1. В результате моделирования были получены каркасные и блочные модели по типу проницаемости пород, по геохимическому типу и по литологическим разностям проницаемых пород, также было уточнено строение месторождения. Данная работа позволит в процессе эксплуатации месторождения выделить застойные слабо прорабатываемые выщелачивающими растворами зоны и выявить участки с высокой проницаемостью, могущие привести к образованию каналов преимущественной фильтрации, что ведет к недоизвлечению урана из недр. Результаты данной работы позволят выработать методику проработки застойных зон в период выщелачивания технологического блока, что в свою очередь позволит более эффективно отрабатывать запасы, повышая процент извлечения из недр и выявляет ошибки в посадке фильтров.*

Ключевые слова: *зона пластового окисления (ЗПО), уран, технологические скважины, разведочные скважины, проницаемые породы, непроницаемые породы.*

Месторождение Северный Харасан входит в Харасанское рудное поле, Карамурунского урановорудного района Сырдарьинской урановорудной провинции. Оно расположено на левобережье реки Сырдарья и является самым крупным месторождением рудного района. В соответствии с генеральным планом развития урановой промышленности Республики Казахстан месторождение разделено на два участка: Харасан-1 и Харасан-2.

Участок Харасан-1 месторождения Северный Харасан на севере граничит с месторождением Южный Карамурун, а на юге примыкает к участку Харасан-2 месторождения Северный Харасан. В административном отношении участок работ входит в состав Жанакорганского района Кызылординской области.

Месторождение Северный Харасан относится к пластово-инфильтрационному геолого-промышленному типу месторождений урана с оруденением, приуроченным к проницаемым водоносным горизонтам, в которых развивается окислительная рудоконтролирующая эпигенетическая зональность.

На участке Харасан-1 уранового месторождения Северный Харасан рудовмещающими являются горизонты верхнесантонского, кампанского, нижнемаастрихтского и верхнемаастрихтского возрастов. Их суммарная мощность варьируется от 50 м до 70 м. Урановое оруденение приурочено к границам ЗПО и локализуется в сероцветных породах. Морфология границ выклинивания ЗПО в отложениях всех рудовмещающих горизонтов подчинена направлению регионального потока кислородсодержащих вод и имеет четко выраженную северо-западную ориентировку. *Рудные пески* участка характеризуются хорошей проницаемостью, обусловленной относительно низким содержанием глинистых минералов и преобладанием крупно-среднезернистой фракции.

Извлечение урана на руднике осуществляется по технологии подземного скважинного выщелачивания руд (ПСВ) с использованием серной кислоты в качестве выщелачивающего реагента.

В ходе эксплуатации технологических блоков способом ПСВ, в подавляющем большинстве случаев, по причине выделения застойных слабопроницаемых выщелачиваемыми растворами зон и участки с высокой проницаемостью, могущие привезти к образованию каналов преимущественной фильтрации, и в результате наблюдается снижение содержаний в продуктивных растворах что приводит к недоизвлечению урана из блоков.

Для решения данной проблемы была разработана трехмерная модель проницаемости рудоносных горизонтов по данным технологического и геологоразведочного бурения (координаты устьев, инклинометрия, параметры уранового оруденения, литология). Данные были обработаны с помощью программного комплекса Leapfrog Geo 4.1.

Каркасное моделирование литологической модели основывалось на данных литологии по скважинам с использованием математических инструментов для построения модели на основе базы данных. Моделирование выполнялось в несколько этапов: 1) Выделение рудоносных горизонтов; 2) Моделирование контактов между проницаемыми и непроницаемыми породами; 3) Выделение литологических разностей в проницаемых породах; 4) Выделение геохимического типа пород в проницаемых отложениях; 5) выделение рудных тел.

Интерпретация основывались на базе данных рудоносных горизонтов:
Кровля Маастрихта; Кровля Кампана (подошва Маастрихта); Кровля Сантона (подошва Кампана); Подошва Сантона. Были использованы следующие параметры интерпретации и коэффициенты анизотропии: Азимут простирания-40.34; Угол падения- 0,44; Угол залегания-0. На основе этих данных, была смоделирована цифровая поверхность контактов между проницаемыми и непроницаемыми отложениями. Границы между горизонтами были откорректированы и кодированы. После корректировки границ горизонтов (Маастрихт,

Кампан, Сантон), были построены контакты между горизонтами в виде цифровых поверхностей. Цифровые поверхности были проверены на наличие пересечений между горизонтами от разреза к разрезу. Каждый контакт выделенного горизонта построен на основе базы данных, т.е. линия горизонта привязана к интервалу по скважине согласно кодировке горизонтов (рисунок 1).

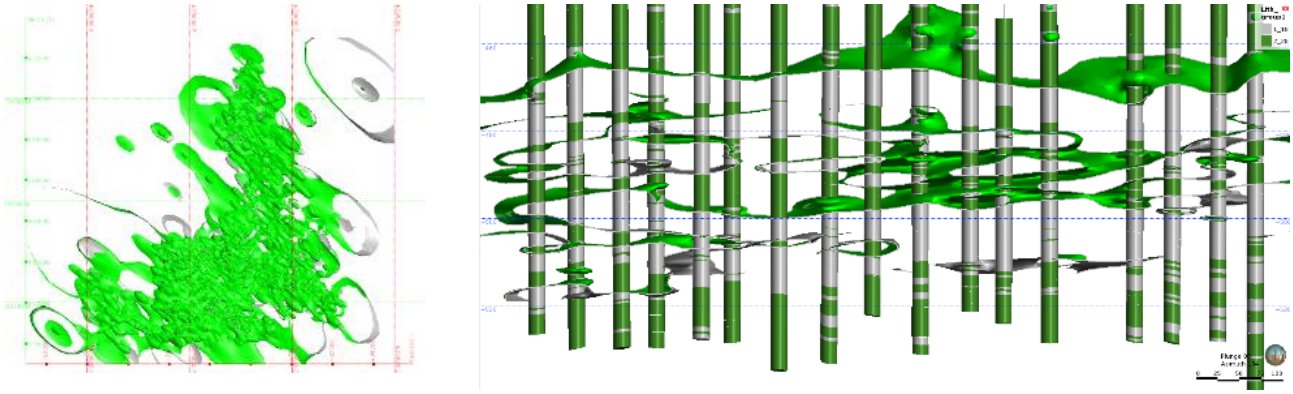


Рисунок 1 – Цифровая поверхность контактов проницаемых и непроницаемых отложений (в плане и разрезе)

Следующий этап работы - Моделирование геохимического типа пород, который выполнялся на основе полученной модели по проницаемости пород. Внутри проницаемой и непроницаемой каркасной модели были созданы цифровые поверхности контактов по геохимическому типу пород (серые/желтые) (рисунок 2).

Каркасная модель литологических разностей проницаемых отложений строится на основе геологоразведочной базы данных. Литологические коды пород были сгруппированы по трем типам: крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые. На рисунке 3 приведена геологоразведочная база данных с градацией по литологическим разностям проницаемых отложений. Принципы и методика моделирования литологической модели по технологическим данным полностью идентична с моделированием по геологоразведочным данным. Важным различием является база данных, параметры интерпретации и коэффициенты анизотропии.

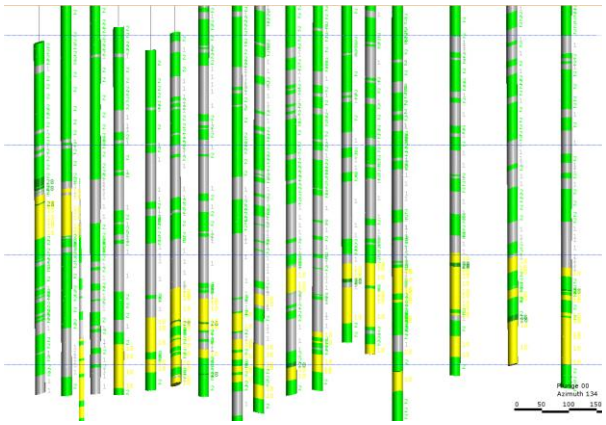


Рисунок 2- Разрез через геологоразведочную базу данных с геохимическими типами пород

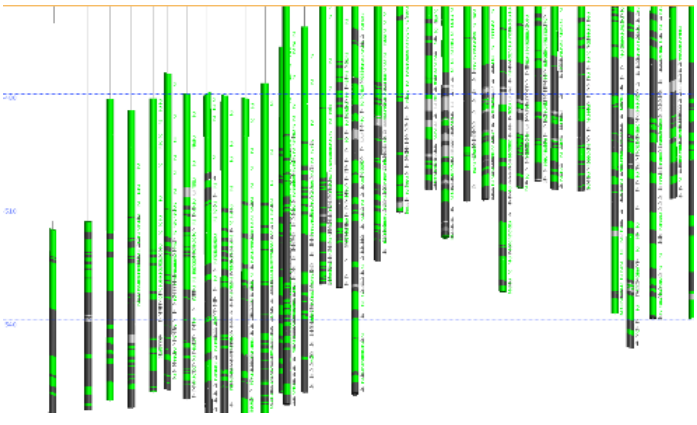


Рисунок 3 – Разрез через геологоразведочную базу данных с градацией по литологическим разностям проницаемых отложений

Полученные каркасные модели были использованы для кодировки блочной модели.

Для определения предполагаемых зон слабой проницаемости и потенциальных зон формирования каналов преимущественного течения растворов на участке Харасан-1, был

использован технологический блок 5-1 кампанского рудоносного горизонта (рисунок 5). В анализе участвовали 43 технологические скважины, из них откачных -14, закачных – 29.

Для определения предполагаемых зон формирования каналов преимущественного течения растворов, были использованы радиусы влияний откачных и закачных скважин по направлению движения растворов от закачных к откачным (рисунок 5).

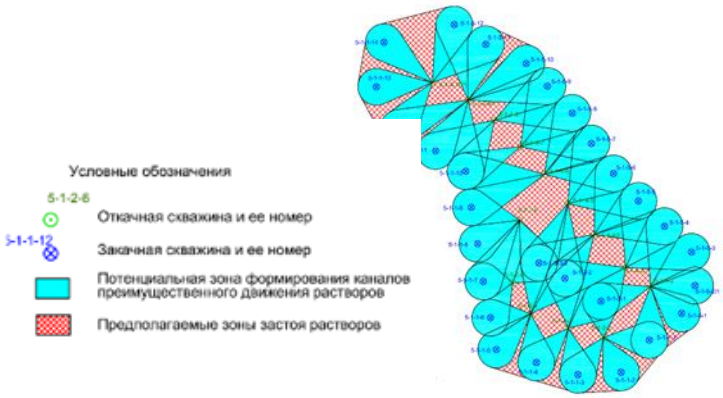


Рисунок 5 – План расположения технологических скважин блока 5-1 (синие скважины – закачные; зеленые - откачные) и предполагаемые зоны формирования каналов преимущественного течения растворов

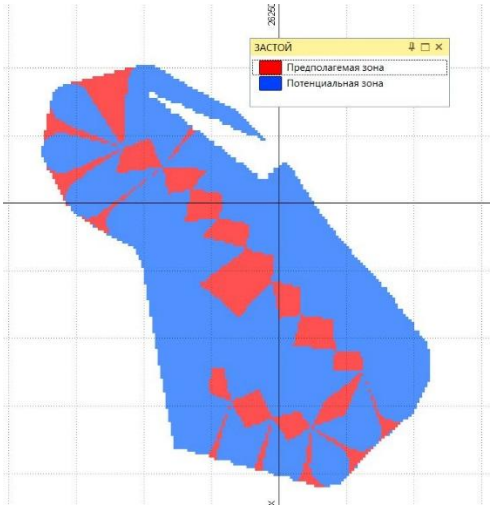


Рисунок 6 – Ресурсная блочная модель с предполагаемыми застойными зонами и преимущественного движения растворов

Из рисунка 6, видно, что предполагаемые зоны формирования каналов преимущественного течения растворов не заполняют всю площадь технологического блока. На плане видно, что появляются зоны, не подвергающиеся влиянию откачных и закачных скважин, данные площади можно назвать – предполагаемыми зонами застоя, эти зоны сформировались из-за нарушения сети бурения.

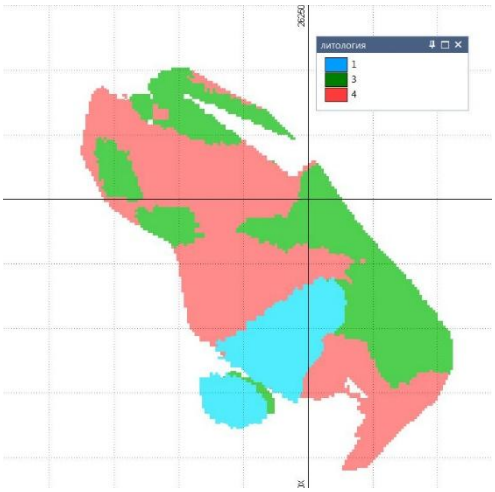


Рисунок 7 – Ресурсная блочная модель в контуре технологического блока 5-1, с цветовой градацией по литологическим разностям проницаемых пород (голубой – крупнозернистый, зеленый – среднезернистый, красный – елкозернистый)

Движение растворов по направлению к откачной скважине, будут идти по пути наименьшего сопротивления. т.е. крупнозернистые пески будут обладать более быстрой пропускной способностью, чем мелкозернистые.

Полученная трехмерная блочная модель проницаемости пород позволила уточнить строение месторождения и выделить локализацию проницаемых и не проницаемых отложений.

Исследовательская работа по определению застойных зон предполагает проведение опыта, в результате которого возможно выработать методику проработки застойных зон в период выщелачивания технологического блока, что в свою очередь позволит оптимально вскрыть рудные тела и более эффективно отрабатывать запасы, повышая процент извлечения из недр.

Литературы:

1. Вершков А.Ф., Дробов С.Р., Арустамов А.А. и др., 2015 г. (Волковгеология, 2015 г.). Отчет о результатах разведки центрального участка Харасан-1 уранового месторождения Северный Харасан с подсчетом запасов и ресурсов урана по состоянию на 01.01.2015 г. (на русском языке). Алматы, 2015 г.

2. «Отчет по разработке трехмерной модели проницаемости рудоносных горизонтов с обеспечением многофункциональной горно-геологической системой MICROMINE для обработки и интерпретации геологических и геотехнологических данных при работе 3D модулем участка Харасан-1 месторождения Северный Харасан в Кызылординской области» выполнен ТОО «Два Кей» по Договору №71ПТ/125/17/ИКГр от 29 августа 2017 года.

3. Пантелеев В.А., Демехов Ю.В., Гольдштайн Е.Р. и др., 1992 (Краснохолмскгеология, 1992 г.) Отчет о результатах предварительной разведки центрального участка уранового месторождения Северный Харасан и его оценки его флангов с подсчетом запасов и ресурсов урана и попутных компонентов по состоянию на 01.01.1991. Ташкент, 1992 г.

4. Технический отчет по стандарту NI43-101 «Оценка минеральных ресурсов участка Харасан-1 месторождения Северный Харасан в Кызылординской области Республики Казахстан» Алматы-Перт-Лондон, 2016г.

А.А Ажихан[1], Н.Г. Каменский[1]

Солтүстік Харасан кенорнын тиімді өндіру үшін кен денелерін 3D моделдеуді пайдалану

Аннотация. Мақалада Солтүстік Харасан кенорны, Харасан–1 бөлікшесінің геологиялық барлау және технологиялық бұрғылау негізінде уранның кенді қабаттарын үш өлшемді моделдеу бойынша жұмыстар қарастырылады. Моделдеу нәтижесінде таужыныстардың өткізгіштігі, геохимиялық типі және өткізілетін таужыныстардың литологиялық айырмашылықтары бойынша қаңқалы және блокты моделдері алынды, сондай-ақ кенорнының құрылысы нақтыланды.

Бұл жұмыс кенорнынды пайдалану процесінде шаймалау ерітінділерімен әлсіз өңделетін жерлерді бөлуге және уранның жер қойнауынан бөлінбеуіне әкеп соқтыратын басым сүзу каналдарының пайда болуына әкелуі мүмкін жоғары өткізгіштігі бар бөлікшелерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұл жұмыстың нәтижелері технологиялық блокты шаймалау кезеңінде іркіліс аймақтарын өңдеу әдістемесін әзірлеуге және сүзгілерді отырғызудағы қателерді анықтауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде жер қойнауынан кен шығару пайызын арттыра отырып, қорды тиімді өндіруге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: қабаттық тотығу аймағы (ҚТА), уран, технологиялық ұңғымалар, барлау ұңғымалары, өткізгіш таужыныстар, өткізгіш емес таужыныстар.

A.A Azhikhan[1], N.G. Kamenski[2]

Using 3D modeling of ore bodies for efficient development of northern Kharasan deposit

Annotation. The article discusses the work on the three-dimensional modeling of the ore-bearing horizons of uranium on the basis of exploration and technological drilling at the Northern Kharasan deposit, Kharasan-1 mine. As a result of modeling, frame and block models were obtained by rock permeability, geochemical type, and lithological differences of permeable rocks; the structure of the deposit was also refined.

This work will let to isolate stagnant zones that are poorly developed by leaching solutions during operation and to identify areas with high permeability that can lead to the formation of channels of preferential filtration, which leads to under-recovery of uranium from the subsoil riches. The results of this work will allow us to develop a methodology for working out stagnant zones during the leaching of the process unit and identify errors in settlement of filters, which

in turn will allow for more efficient development of reserves, increasing the percentage of extraction from subsoil riches.

Keywords: rock acidification zone (RAZ), uranium, process wells, exploration wells, permeable rock, impermeable rock.

УДК 622.7:55(574)

А.С. Алкенова[1]
Научный руководитель - А.Б. Байбатша[1] - проф., д-р геол.-минер. наук, акад. КазНАЕН
[1] Казахский Национальный технический исследовательский университет имени К.И. Сатпаева - Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы
aida.alken@mail.ru

О МИНЕРАЛЬНОМ СОСТАВЕ ХВОСТОВ БАЛХАШСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Аннотация. *Изучен минеральный состав хвостов обогащения медных руд Балхашской обогатительной фабрики. Пробы отобраны из керна картировочных скважин, пробуренных по всему объему хвостохранилища. Выполненные лабораторные исследования проб показали, что среди сульфидов меди преобладает халькопирит, менее распространен ковеллин, редко встречаются халькозин, борнит, сфалерит, пирит, блеклая руда. Сульфиды очень мелкие и находятся в кварце или срастаются с ним. Хвосты оцениваются как техногенное минеральное сырье.*

Ключевые слова: *минералогия, хвостохранилище, техногенное месторождение, Балхашская обогатительная фабрика.*

Введение. Ныне эксплуатируемые месторождения полезных ископаемых находятся на завершающей стадии освоения. Однако богатство недр Казахстана не исчерпано, есть перспективные районы еще недостаточно изученные, особенно на глубину. В связи с этим перед отечественной геологией стоит острая задача увеличения минерально-сыревой базы действующих предприятий. Хвосты обогатительных фабрик, перерабатывающих руды цветных металлов, являются техногенным рудным сырьем и представляют собой надежным источником пополнения ресурсов перерабатывающих предприятий [1-5].

Методы исследований. Пробы, описываемые в данной работе, были отобраны из хвостохранилища Балхашской обогатительной фабрики и доставлены в лабораторию университета для проведения пробоподготовки и изготовления нужных препаратов. Выполнен ситовый анализ проб для изучения гранулометрического состава хвостов и определения распределения фракций по глубине и по весу выхода каждого класса. Для определения минерального состава образцов были проведены микроминералогические исследования с целью определения рудных минералов, количества их зерен и размеры выделений визуально по расположению на полированной поверхности шлифа, а также размещение их по отношению к обломкам рудовмещающих пород.

Результаты. Ниже приведены результаты микроминералогических исследований отдельных проб в Инновационной геолого-минералогической лаборатории университета.

Аншлиф № 1-5 БОФ (рис. 1-4). В основном халькопирит, пирит – вкрапленность в основном по краю зерен кварца и срастании с кварцем и реже в свободном виде. Можно отметить, что на краю зерна кварца очень редко встречается халькопирит срастающиеся с пиритом, при этом он замещается ковеллином (размеры 0,12х0,12 мм). Помимо вышеуказанных сростков, в кварце также присутствует сросток ковеллина и халькозина (размеры 0,06х0,096 мм).

В цементированном аншлифе выделяется пирротин в зерне кварце совместно с халькопиритом.

Халькопирит – 1) по краю зерен кварца – 35 зерен (0,012х0,012; 0,036х0,048; 0,072х0,084 мм); 2) в сростках с кварцем – 33 зерен (0,024х0,024; 0,036х0,06; 0,06х0,096 мм); 3) в свободном виде – 22 зерен (0,012х0,012; 0,096х0,12; 0,24х0,24 мм); 4) замещение ковеллином – 2 зерен (0,024х0,036 мм); 5) замещение халькозином – 1 зерно (0,12х0,12 мм).

Блеклая руда наблюдается на краю зерна кварца, где она срастается с пиритом (размеры 0,048х0,06 мм).

Халькозин окисленный в свободном виде размером 0,1х0,15 мм.

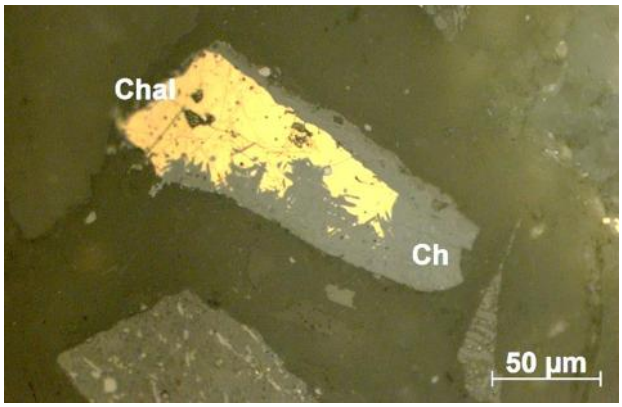


Рисунок 1 – По халькопириту развивается халькозин.

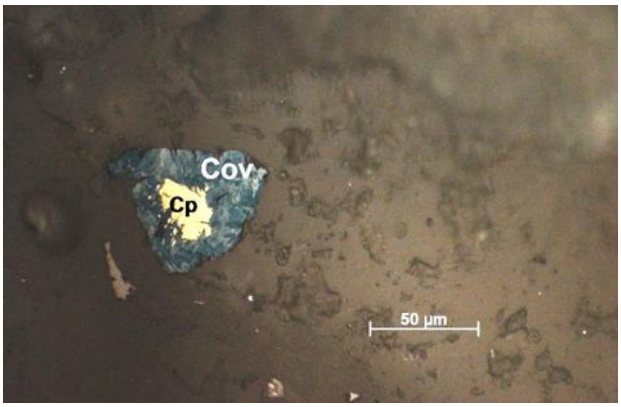


Рисунок 2 – По халькопириту развивается ковеллин.

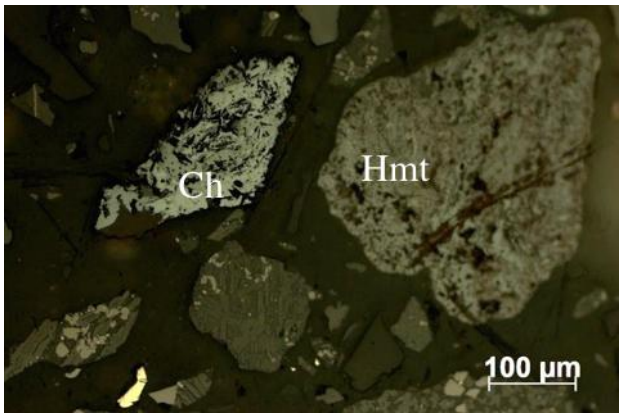


Рисунок 3 – Гематит (Hmt) и халькозин (Ch) в одном николе.

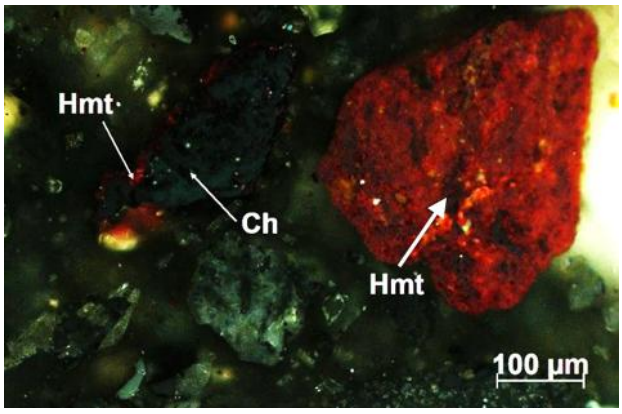


Рисунок 4 – Гематит (Hmt) и халькозин (Ch) в скрещенных николях.

Аншлиф № 1-8 БОФ (рис. 5-8). В основном халькопирит, пирит в виде вкрапленности в основном по краю зерен кварца и немного меньше в свободном виде. В сростках с кварцем халькопирит встречается примерно 2 раза меньше, чем предыдущих двух видах. Присутствуют выделения гидроксидов железа.

Халькопирит – 1) по краю зерен кварца – 51 зерно (0,012х0,024; 0,072х0,084 мм); 2) в сростках с кварцем – 21 зерно (0,012х0,024; 0,024х0,036; 0,024х0,048 мм); 3) в свободном виде – 48 зерен (0,012х0,012; 0,024х0,048; 0,0х0,0 мм); 4) сросток с пиритом – 5 зерен (0,036х0,06; 0,096х0,144; 0,096х0,18 мм);

Халькозин – в свободном виде 3 зерен размером 0,036х0,048; 0,06х0,072 и 0,05х0,1 мм.

Ковеллин – на краю зерна кварца 1 зерно размером 0,012х0,012 мм; в свободном виде – 3 зерена размером 0,012х0,024 и 0,024х0,048 мм.

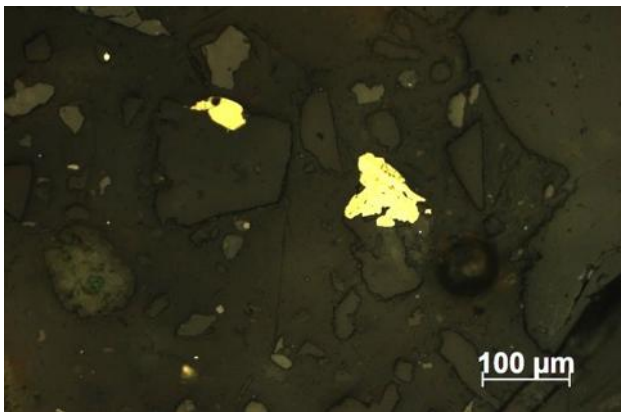


Рисунок 5 – Халькопирит по краям зерен кварца.

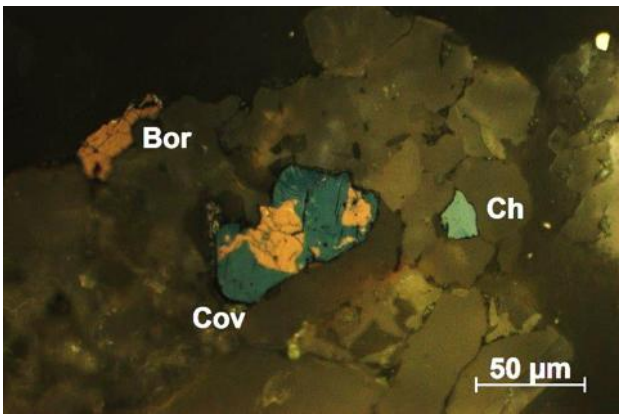


Рисунок 6 – В зерне кварца борнит, халькозин и ковеллин замещает борнит.

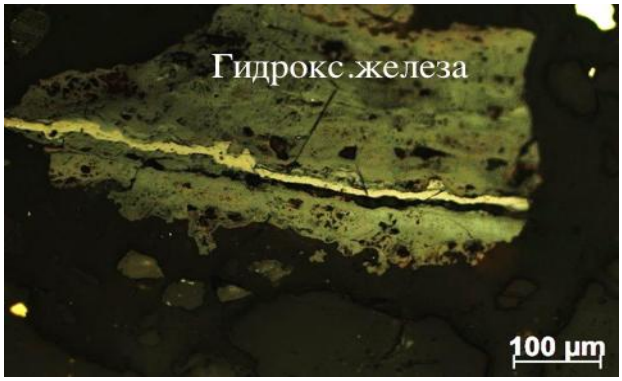


Рисунок 7 – Гидроксид железа в одном николе.

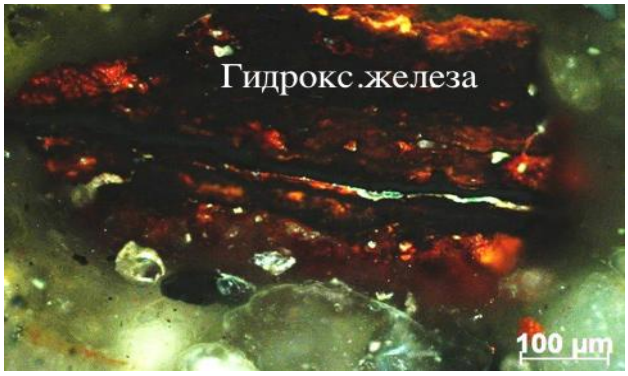


Рисунок 8 – Гидроксид железа в скрещенных николях.

Выводы. Выполненные лабораторные исследования проб, отобранных их хвостохранилища обогатительной фабрики, показали, что среди медных минералов преобладает халькопирит, на втором месте по распространенности стоит ковеллин, редко встречаются халькозин, борнит, сфалерит, пирит, блеклая руда, самородная медь. В основном сульфиды находятся в кварце или срастаются с ним. Полученные результаты микроминералогических исследований могут служить надежным исходным материалом для проведения технологических исследований по обогащению хвостов и извлечению них металлов.

Работа выполнена в рамках государственного заказа по программно-целевому финансированию темы № 2018/BR05233713 «Комплексное геологическое изучение недр для развития ресурсной базы и разработки новых источников рудного сырья Казахстана».

Литературы:

1. Горы отходов – в статью доходов //Аргументы и факты. 2011. №1606/958. - С.6.

2. Руднев Б.П. Обзор мирового опыта переработки хвостов обогащения и отвалов металлургического производства обогатительными методами // Цветная металлургия, 2009,

3. Baibatsha A., Dyussembayeva K., Bekbotayeva A., Abdullayeva T. Tails of Zhezkazgan copper sandstone deposit is the source for replenishment of the raw material base // II International conference on Applied Mineralogy & Advanced materials & XIII International conference on Applied Mineralogy. Scientific research abstracts. V. 6. Italy, 2017.

4. Baibatsha A.B., Dyussembayeva K.Sh., Bekbotayeva A.A., SGEM 2016. Study of tails enrichment factory Zhezkazgan as a technogenic ore deposits// 16th international multidisciplinary scientific geoconference SGEM2016, 30 June - 6 July, 2016, Albena, Bulgaria. 2016. ISBN 978-

619-7105-55-1. - PP. 579-586.

5. Байбатша А.Б. Минералогия хвостов Жезказганской обогатительной фабрики. Алматы, Асыл кітап, 2018. – 160 с.

А.С. Алкенова

Балхаш байыту фабрикасы қалдықтарының минералдық құрамы туралы

Түйіндеме. Мыс рудасы Балқаш байыту фабрикасының қалдықтары зерделенген. Сынамалар қалдыққойманың барлық көлемі бойынша бұрғыланған карталау ұңғымаларының кернінен алынған. Орындалаған лабораториялық зерттеулер көрсеткендей, мыс сульфидтерінің ішінде басым таралғаны халькопирит, шамалы таралғаны ковеллин, сирек кездесетіндер халькозин, борнит, сфалерит, пирит, солғын кен. Сульфидтер өте майда және кварцтың ішінде орналасқан немесе онымен кірігіп кеткен. Қалдықтар техногендік минерал шикізат ретінде бағаланады.

Түйін сөздер: минералогия, қалдыққойма, техногендік кенорын, Балқаш байыту фабрикасы.

А.С. Алкенова

The mineral composition of the Balkhash enrichment factory tailings

Abstract. The mineral composition of copper ore dressing tailings has been studied. Samples taken from cores of mapping wells drilled through the entire volume of the tailing storage. Laboratory tests showed that chalcopyrite prevailed among copper sulphides, covellin was less common, chalcocite, bornite, sphalerite, pyrite, and faded ore were rarely found. Sulfides are very small and are found in quartz or fused with it. Tailings estimated as technogenic mineral raw materials.

Key words: mineralogy, tailings, technogenic mineral deposit, Balkhash enrichment factory.

УДК: 622.2

Р.Р. Алмасов

Научный руководитель - Н.К. Джексенбаев к.т.н., ассистент-профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

ralmasov@gmail.com

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА (МГ) ТОО «АЗИАТСКИЙ ГАЗОПРОВОД» НИТКИ «С» НА УЧАСТКЕ 309-448 КМ

Аннотация. *Основной задачей данной научной статьи является модернизация электрохимической защиты газопровода «Казахстан–Китай» нити «С» на участке 309-448 км., путем ремонта станции катодной защиты вдоль магистрального газопровода, а также обеспечение ее надежной и безопасной работы. В настоящее время защита металлов от коррозии является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем. Стало очевидным, что дальнейший технический прогресс во многих отраслях промышленности практически немыслим без новых достижений в области противокоррозионной защиты и поэтому этот вопрос очень актуален в нефтегазовой сфере. В данной статье рассмотрен обзор технологии защиты, а также выполнения расчета параметров катодной противокоррозионной защиты. Представлены основные технические характеристики вводимой станции катодной защиты и устранения ее не однородности.*

Ключевые слова: *электрохимическая защита, катодная станция, магистральный газопровод, анод, блуждающие токи, медно-сульфатный электрод, электрод сравнения.*

Трубопроводы и оборудование в процессе эксплуатации подвергаются процессу коррозии. Коррозия металла труб происходит как снаружи под воздействием почвенного электролита (в почве всегда находится влага и растворённые в ней соли), так и внутри, вследствие примесей влаги, сероводорода и солей, содержащихся в транспортируемом

углеводородном сырье. Коррозия металлических сооружений наносит большой материальный и экономический ущерб. Она приводит к преждевременному износу агрегатов, установок, линейной части трубопроводов, сокращает межремонтные сроки оборудования, вызывает дополнительные потери транспортируемого продукта.

При подземной прокладке стальные трубопроводы подвергаются почвенной коррозии. В грунтах почти всегда содержатся соли, кислоты, щелочи и органические вещества, которые вредно действуют на стенки стальных труб. В некоторых случаях такая коррозия может вызвать очень быстрое появление сквозных свищей в металле трубы и этим вывести трубопровод из строя, такие разрушения происходят особенно часто в трубопроводах, уложенных без достаточной зашиты от коррозии.

Трубопроводы, по которым транспортируются газ и нефть, имеют в нашей стране большую протяженность. Защита магистральных газопроводов от коррозионного разрушения представляет собой очень важную задачу. Около 45 % всех аварий на трубопроводах происходит по причине коррозии. Даже небольшое коррозионное поражение трубопровода, по которому под высоким давлением транспортируется газ, может привести к техногенной катастрофе (взрыву и пожару). Поэтому эффективность противокоррозионной защиты в значительной степени определяет надежность трубопровода

Коррозия подразделяется на равномерную, неравномерную и избирательную.

- При коррозии пятнами диаметр коррозионных поражений больше их глубины.
- При язвенной коррозии характерно глубокое поражение участка поверхности ограниченной площади. Как правило, язвы находятся под слоем продуктов коррозии.
- При точечной (питтинговой) коррозии наблюдаются отдельные точечные поражения поверхности металла, которые имеют малые поперечные размеры при значительной глубине.
- При сквозной коррозии происходит разрушение металлического изделия насквозь, в виде свищей.
- Нитевидная коррозия проявляется под неметаллическими покрытиями в виде нитей.
- Подповерхностная коррозия начинается с поверхности, но распространяется преимущественно под поверхностью металла, вызывая его вспучивание и растрескивание.
- При межкристаллической коррозии разрушение сосредоточено по границам зёрен металла и сплава. Этот вид коррозии опасен тем, что происходит потеря прочности и пластичности металла.
- Ножевая коррозия имеет вид надреза ножом вдоль сварного соединения в сильно агрессивных средах.

Катодная защита — это электрохимическая защита от коррозии, основанная на наложении отрицательного потенциала на защищаемую деталь. Катодную защиту, как правило, совмещают с нанесением защитных покрытий.

Сдвиг потенциала защищаемого металлического объекта осуществляется с помощью внешнего источника постоянного тока(станции катодной защиты) или же соединением с протекторным анодом, изготовленным из металла, более электроотрицательного относительно объекта. При этом поверхность защищаемого образца (детали конструкции) становится эквипотенциальной и на всех её участках протекает только катодный процесс. Обусловливающий коррозию анодный процесс перенесён на вспомогательные электроды. Отсюда названия — *жертвенный анод, жертвенный электрод*. Если, однако, сдвиг потенциала в отрицательную сторону превысит определённое значение, возможна так называемая *перезащита*, связанная с выделением водорода, изменением состава при электродного слоя и другими явлениями, что может привести к деградации защитного (изоляционного) покрытия и протеканию процесса стресс-коррозии катодно защищаемого объекта.

Места проведения измерений и отбора проб

Вдоль трассы трубопровода с интервалом 500-1000 м производились измерения параметров около трубного грунта и отбирались пробы грунта. Предварительно определяли

общий уровень коррозионной агрессивности грунта по величине его электросопротивления (ρ). На коррозионно-агрессивных участках (ρ<20 Ом м) согласно [1] измерения проводились через 500 м. на остальных участках (ρ>20 Ом м) – через 1000 м.

В каждой точке измерений производили бурение шпура диаметром 100 мм и глубиной 1.5-2 м. с помощью мотобура. Из соображений безопасности шпур смещали в сторону относительно оси трубопровода на 2 м в соответствии с рис. 2.4.2. Из шпура проводили отбор пробы для лабораторных исследований в количестве до 500 г в герметичный контейнер. В ряде случаев когда наличие крупных камней в грунте не позволяло проводить бурение пробу отбирали с поверхности.

Местоположение точки бурение производили непосредственно возле КИК.

Работы по обследованию грунтов производили в оборудованной лаборатории. Производили выдержку электродов в грунте в течении 3-5 мин. При помощи иономера «Экотест-120» измеряли разность потенциалов между измерительным электродом и МСЭ, при этом клемма МСЭ подключается к клемме «СОМ» потенциометра. В ряде случаев в качестве измерительных электродов также использовали ионоселективные электроды для измерения pH и концентрации хлорид ионов. После измерения ионоселективный электрод очищали от остатков грунта и промывали водой. Между измерениями электрод хранили в дистиллированной воде.

Сопротивление растеканию протектора

$$\text{Rp} = \frac{\rho г}{2\pi \times La}\left(Ln\frac{2La}{da} + 0{,}5Ln\frac{4h+La}{4h-La} + \frac{\rho a}{\rho г}Ln\frac{da}{dn}\right) \text{ (Ом)}$$

Сопротивление провода, соединяющего протектор с трубопроводом

$$\text{Rпр} = \rho м\frac{Lc}{S} \text{ (Ом)}$$

Максимальная сила тока в цепи протектор – трубопровод

$$\text{Iп} = \frac{Un - Um - k \times Utzm - c \times Sn}{Rnt} \text{ (А)}$$

1. Расчет катодной защиты

$$\text{Rt} = \frac{pt}{(Д - б) \times б \times \pi} \text{ (Ом/м), где } pt = 0{,}245 \text{ Ом.м- для стали}$$

Наличие блуждающих токов определяют путем измерения разности потенциалов между двумя точками на поверхности земли по двум взаимно перпендикулярным направлениям при разносе измерительных электродов на 100 м (рис.13).

Разность потенциалов на трассе проектируемого сооружения измеряют между двумя точками земли через каждые 100 м по двум взаимно перпендикулярным направлениям при разносе медно-сульфатных электродов или измерительных электродов на 100 м для обнаружения блуждающих токов.

Показания вольтметра снимают через каждые 10 с в течение 10 мин в каждой точке.

Если измеряемое значение превышает (по абсолютной величине) 0,50 В или наибольший размах колебаний измеряемой величины (разность наибольшего и наименьшего значений) во времени превышает 0,50 В (в обоих случаях с учетом различия потенциалов между применяемыми электродами сравнения), то в данном пункте измерения регистрируют наличие блуждающих токов.

Критерии определения блуждающих токов по амплитуде изменения потенциала следующие:

<0.04В - блуждающие токи отсутствуют

>0.04В - наличие блуждающих токов

>0.1В - влияние блуждающих токов

Опасное влияние блуждающих токов определяется по ГОСТ 9.602-2005 (п.4.7):

Опасным действием постоянного блуждающего тока на подземные металлические сооружения считается наличие изменяющегося по знаку и значению смещения потенциала сооружения по отношению к его стационарному потенциалу (знакопеременная зона) или наличие только положительного смещения потенциала. как правило. изменяющегося по значению (анодная зона). суммарной продолжительностью не более 4 мин/сут.

Итак в данной статье рассмотрен обзор технологии защиты от различных типов коррозии, факторы вызывающие разрушение газопроводов, а также выполнения расчета параметров катодной противокоррозионной защиты. Представлены основные технические характеристики вводимой станции катодной защиты и устранения ее неоднородности.

Литературы:

1. Мустафин Ф.М., Кузнецов М.в., Быков Л.И. Защита от коррозии. Т. 1,- Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2004. - 806 с.

2. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. - М., 2006. - 306 с.

3. Рудой В.М., Останин Н.И., Зайков Ю.П. Проектирование катодной защиты подземных трубопроводов - Е., 2005.

4. У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов. Гидрогеологические условия Казахстана. «Наука», Алма-Ата, КазССР, 250 с

5. Останина Т.Н., Рудой В.М., Панов А.С., Останин Н.И. Моделирование процессов электрохимической защиты трубопроводов. - Екатеринбург.: Уральский институт ГПС МЧС России, 2010.

6. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов. М.:Инфра -Инженерия, 2006. - 928 с.

7. Станция катодной защиты СКЗ-ИП. Руководство по эксплуатации ИЖСК.435211.013 РЭ. - ОАО «Ставропольский радиозавод «СИГНАЛ», 2009.

Алмасов Р.Р., Джексенбаев Н.К.

309-448 км бөлікшесіндегі «С» газ құбырының «Азия газ құбыры» ЖШС магистрал газ құбырының (МҚ) коррозиядан қорғау жүйесін жаңғырту

Андатпа. Бұл ғылыми жобаның негізгі мақсаты «Қазақстан - Қытай» газ құбыры «С» тармағының 309-448 км бөлікшесінде катодты қорғау станцияларын жөндеу арқылы электрхимиялық қорғауды жаңғырту болып табылады. Қазіргі кезде металдарды коррозиядан қорғау маңызды ғылыми, техникалық және экономикалық мәселелердің бірі. Антикоррозиялық қорғау көптеген өнеркәсіп салаларында, келешектегі техникалық өрлеуі жаңа жекіліксіз мағынасы анық көріне бастады. Бұл жұмыста техникалық шолу берілген және антикоррозиялық қорғау катодтың параметрлік есеп айырысуы жасалған. Катодті қорғау станциясы енгізетін ең маңызды техникалық сипаттамалары ұсынылған.

Түйінді сөздер: электрхимиялық қорғаныш, катодты станция, газ құбыры, анод, айналмалы ток, мыс сульфат электроды, анықтамалық электрод.

Almassov R.R., Djeksenbaiev N.K.

Modernization of the corrosion protection system of the Main Gas Pipeline (MG) LLP "Asia Gas Pipeline" threads "C" on the section of 309-448 km

Abstract. The main objective of this scientific article is to upgrade the electrochemical protection of the Kazakhstan-China gas pipeline of the C line in the area of 309-448 km, by repairing the cathodic protection station along the main gas pipeline, and ensuring its reliable and safe operation. Currently, the protection of metals from corrosion is one of the most important scientific, technical and economic problems. It became obvious that further technical progress in many industries is almost unthinkable without new advances in the field of anti-corrosion protection and therefore this issue is very relevant in the oil and gas sector. This article describes the review of protection technology, as well as the calculation of the parameters of cathodic corrosion protection. Presents the main technical characteristics of the input station of cathodic protection and eliminate its non-uniformity.

Keywords: electrochemical protection, cathode station, gas pipeline, anode, circulating currents, copper sulphate electrode, reference electrode.

УДК 553.3/.4-23

М.И. Алтыбаев
Научный руководитель – А.М.Асанов, канд.геол.-минерал.наук, ассоцированный профессор кафедры «ГСПиРМПИ»
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
magzhan_altybaev@mail.ru

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИНКАЙ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Аннотация. *Участок №3 месторождения Инкай является типичным представителем пластово-инфильтрационных месторождений урана с оруденением, приуроченным к проницаемым водоносным горизонтам, в которых развивается окислительная рудоконтролирующая эпигенетическая зональность.*

Ключевые слова: *пластово-инфильтрационное месторождение, месторождение Инкай, урановое оруденение*

Общие сведения

Месторождение Инкай открыто экспедицией № 27 Волковского ПГО в 1978 году и уже в 1979 году в составе ГРЭ-27 для производства поисково-разведочных работ была образована "Западная" партия (с 1985г. ГРЭ-7) с базовым поселком Тайконур, расположенном в 80 км на юго-запад от базового поселка Аппак (ГРЭ-27). В этот же год открывается многолетнее задание 27-12 (1979-1984 гг.) на предварительную разведку Инкайского месторождения с выявлением запасов урана по категории C_2 и поиски на его флангах, которые позволили оценить масштабы месторождения как одного из крупнейших в мире урановых объектов.

Характеристика участка №3 месторождения Инкай

Согласно "Инструкции по применению классификации запасов к гидрогенным месторождениям урана" (2008 г.) по геолого-промышленному типу месторождение Инкай относится к гидрогенным месторождениям в проницаемых породах в связи с зонами пластового окисления в областях молодых орогенов.

Участок №3, как и район месторождения Инкай, характеризуется трехъярусным строением. В его вертикальном разрезе выделяются: 1) складчатый фундамент, сложенный дислоцированными протерозойскими и раннепалеозойскими геосинклинальными образованиями; 2) промежуточный структурный этаж (ПСЭ) или литифицированный осадочный слой, образованный средне-позднепалеозойскими формациями и 3) платформенный чехол, представленный нелитифицированными мезозойско-кайнозойскими отложениями, вмещающими промышленное урановое оруденение гидрогенного типа.

Рудоносная полоса месторождения ориентирована в субмеридиональном направлении, и протяженность её составляет 55 км при ширине от 7 км до 17 км, глубина залегания рудных тел от 260 м до 525 м. Учитывая очень крупные запасы объекта, геотехнологические условия различных частей, морфологические особенности развития ЗПО и их продуктивность, гидрогеологические свойства водоносных комплексов, разведку и промышленное освоение месторождения решено было проводить поэтапно – участками. Поэтому при составлении отчета к ТЭО за 1979-1988 гг. был предложен и принят следующий раскрой месторождения (Рисунок 1).

Северный фланг месторождения Инкай (участок 3) на юге примыкает к участку №2, а на северо-востоке по профилю 2000 граничит с Мынкудукским месторождением. Протяженность участка составляет 25 км при ширине – от 10 км до 17 км. Оруденение локализовано, в основном, в трех подгоризонтах верхнего мела: нижнемынкудукском –

глубины залегания от 400 м до 480 м, нижнеинкудукском – от 320 м до 390 м, среднеинкудукском – от 290 м до 350 м. Рудоносность оценена по результатам поисковых и оценочных работ масштабов 1:50000, 1:25000 (сеть 3200-1600×800-50 м).

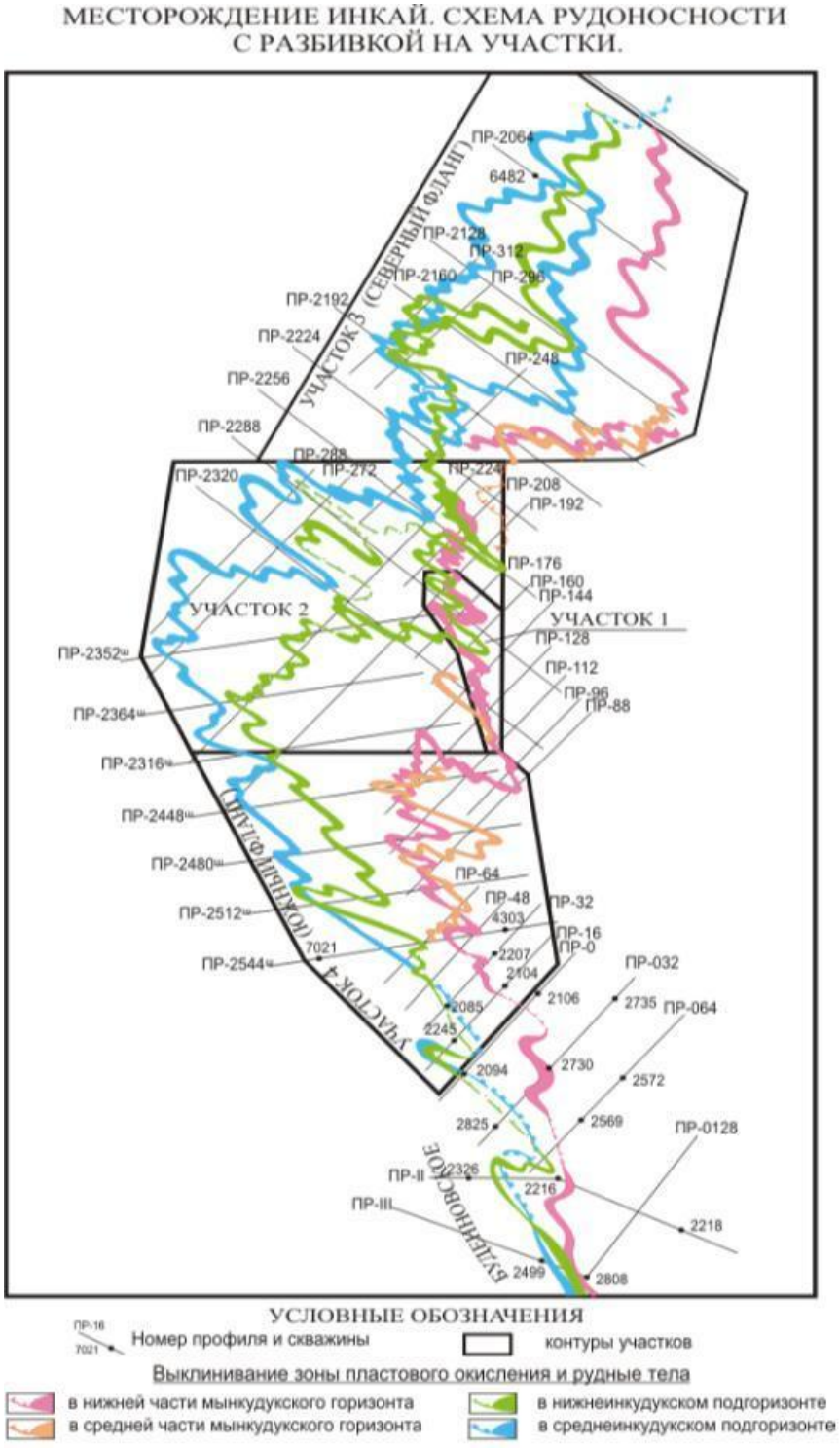


Рисунок 1 – Схема рудоносности месторождения Инкай

На участке №3, как и на всем месторождении Инкай, рудовмещающими являются мынкудукский и инкудукский горизонты, соответственно, нижнетуронского и верхнетуронского-коньяк-сантонского возраста.

Отложения мынкудукского горизонта представляют собой в вертикальном разрезе аллювиальный микроцикл первого порядка, в котором выделяются несколько (до 8-10) элементарных циклов (ритмов) мощностью от одного до нескольких метров. Каждый из них

начинается относительно грубозернистыми, плохо сортированными отложениями с гравием и примесью гальки, и заканчивается мелко- или тонкообломочными породами, реже маломощными (до 10-20 см) прослоями плотных песчаников с карбонатным цементом. Большинство элементарных циклов не завершено или размыто в ходе последующего осадконакопления.

Особенности методов разведки

Урановая минерализация на участке №3 и на всем месторождении Инкай представлена настураном и коффинитом. Соотношение окисла и силиката урана составляет 75:25. Колебания в значениях объясняются дисперсностью руд (для рентгенфазового анализа), недостаточной статистикой по отдельным элементам ролла.

Основными особенностями подобных месторождений и участков, определяющими метод разведки, являются:

- субгоризонтальное и субсогласное с напластованием пород положение урановорудных залежей в пределах продуктивных горизонтов;
- крупные размеры и лентообразная форма рудных залежей в плане с выдержанным на значительное расстояние простиранием;
- изменчивость мощности рудных тел и роллообразная форма залежей в разрезах;
- изменчивость содержания урана как по простиранию, так и падению;
- залегание руд в сложных горно-геологических условиях (напорные воды);
- контроль оруденения выклиниванием зоны пластового окисления;
- безальтернативный способ отработки - подземное выщелачивание.

Согласно "Инструкции по применению классификации запасов…" (2008) месторождения такого типа по сложности геологического строения относятся к группе 2 подгруппе "а", и разведываются только вертикальными буровыми скважинами.

Участок №3 и месторождение в целом оцениваются как монометальные урановые; минерализация представлена, в основном, оксидом урана с примесью силиката (коффинита), в соотношении близком к 3:1. Сопутствующие элементы: рений, скандий, иттрий и редкие земли присутствуют в урановых рудах и в выщелачиваемых растворах в околофоновых концентрациях.

В процессе разведочных работ изучены геолого-структурные, радиологические, гидрогеологические, экологические, инженерно-геологические условия участка в объемах, достаточных для проектирования и работы уранодобывающего предприятия.

Литературы:

1. Ахмедсафин У. М., Джабасов М. Х., Сыдыков Ж. С. и др. Территориальное распределение ресурсов подземных вод Казахстана. - Алма-Ата, "Наука", 1979.

2. Железнов Е.П. Инженерно-геологическая классификация горных пород Южного Казахстана. - А., 1977.

3. Вершков А.Ф. и др. Отчет о результатах разведки участка 2 Инкайского уранового месторождения за период 1991-2006 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.200 г. - А., 2007.

4. Вершков А.Ф., Кондрашов В.П., Черняков В.М. и др. Отчет о результатах разведки участка 3 уранового месторождения Инкай за период 2008-2009 гг. с подсчетом запасов урана категории C_2 по состоянию на 01.01.2010 г.". - А., 2010.

5. Третьякова Н.Я., Фрейберг А.Б., Бураков М.М., Рошаль А.А. и др. Отчет Казахского агентства прикладной экологии («КАПЭ») по оценке современного состояния окружающей среды территории уранового месторождения Инкай. - Алматы, 2002.

М.И. Алтыбаев

Инкай»уран кенорнының №3 бөлікшесінің геологиялық құрылысы және барлау жүргізу әдістері

Түйіндеме. Геологиялық барлау процесінде юөлікшенің геологиялық, құрылымдық, радиологиялық, гидрогеологиялық, экологиялық, инженерлік-геологиялық жағдайлары уран өндіретін кәсіпорынды жобалау мен пайдалану үшін жеткілікті көлемде зерттелді.

Түйін сөздер: қабат-инфильтрациялық кенорны, Инкай кенорны, уран минералдануы

M.I. Altybaev

The geological structure of section №3 of the Uranium «Inkai» deposit and methods of exploration

Annotation. In the process of exploration, the geological, structural, radiological, hydrogeological, ecological, engineering and geological conditions of the site have been studied in volumes sufficient for the design and operation of the uranium mining enterprise.

Keywords: reservoir-infiltration deposit, Inkai deposit, uranium mineralization

УДК 553.3/.4-23

Ш.С. Ашыков

Научный руководитель – А.А.Бекботаева, заведующий кафедрой ГСПиРМПИ, ассоциированный профессор, доктор PhD

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

shapotex@mail.ru

ВЫЯВЛЕНИЕ И ОТРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ И ОСТАНЦОВЫХ РУД УЧАСТКА «БЛИЖНИЙ» МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКДАЛА

Аннотация. *Статья содержит проблемы прогноза и оценки остаточных рудных интервалов участка Ближний месторождения Акдала. Предпосылкой на наличие остаточных руд, даже несмотря на более чем успешную отработку блоков участка (10,9 % суммарного извлечения от вскрытых запасов), были, в первую очередь, аномально большая длина фильтров технологических скважин (15-20 м) при сопоставимых рудных мощностях. Предполагалось, что при такой длине, для нижней половины фильтра интенсивность потоков будет значительно ниже, чем в верхней, что будет способствовать сохранности части рудных интервалов от растворения.*

Ключевые слова: *урановые руды**,** техногенные и останцовые руды, месторождение Акдала.*

Введение. Работа посвящена процессам эксплуатационно-разведочного (заверочного) бурения, сопровождавшегося комплексом ГИС (КС, ИК, ГК, КНДм). В ней изложены основные представления о перераспределении концентраций урана в процессе добычи, законтурного оттеснения растворами закачных скважин с новосадкой урана или без таковой, показана возможность накопления техногенных концентраций, в целом, не характерных для окисленного разреза участка Ближний. Предложена методика прогноза и оценки остаточных и / или техногенных рудных образований, применимая для разрушающихся месторождений типа Акдалы, но на других объектах она должна уточняться согласно местным условиям.

Опытные работы

Для представления результатов всего объема заверочного (экскразведочного) бурения, принята следующая схема:

1 Результаты определения остаточных / техногенных РИ приурочены к определенным частям технологических блоков по площади и в разрезе. Блоки рассматриваются группами, в которых критерии приуроченности обнаружены РИ близки.

2 Классификация выявленных при ГИС скважин РИ по местоположению относительно полноты технологического вскрытия промышленных руд. Имеется в виду, что рудные тела, выявленные при заверочном бурении, могут быть:

2.1 Не вскрыты по площади при сооружении технологических блоков, т.е. краевые закачные скважины вскрыли руды промышленной продуктивности, но блоки не были расширены в дальнейшем. В настоящее время представлены интервалами как испытавшими

влияние кислых растворов, так и без такового. В первом случае наблюдаются остаточные и переотложенные руды, во втором останцы невскрытых руд;

2.2 Собственно остаточными, когда блоки полностью вскрыты по площади отработаны с требуемым извлечением, остановлены полностью ил частично;

2.3 Рудами в блоках, которые не доработаны до проектного извлечения. Обычны остаточные рудные интервалы, которые могут незначительно увеличить перспективы соответствующего блока, так как были бы отработаны и при существующей схеме, без дополнительных скважин, сооруженных из экскразведочных. Сооруженные дополнительные скважины повышают только интенсивность отработки, без прироста МСБ, или с минимальным таковым;

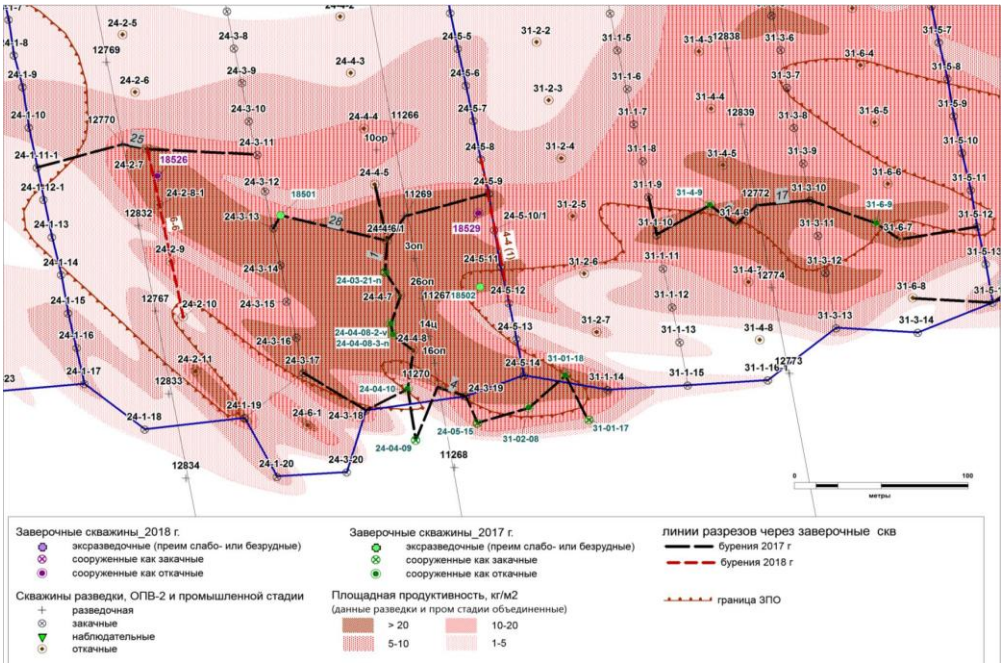


Рисунок 1 - Схема расположения заверочных скважин бурения, линий разрезов на фоне исходной рудоносности района южных и центральных частей блоков 24 и 31

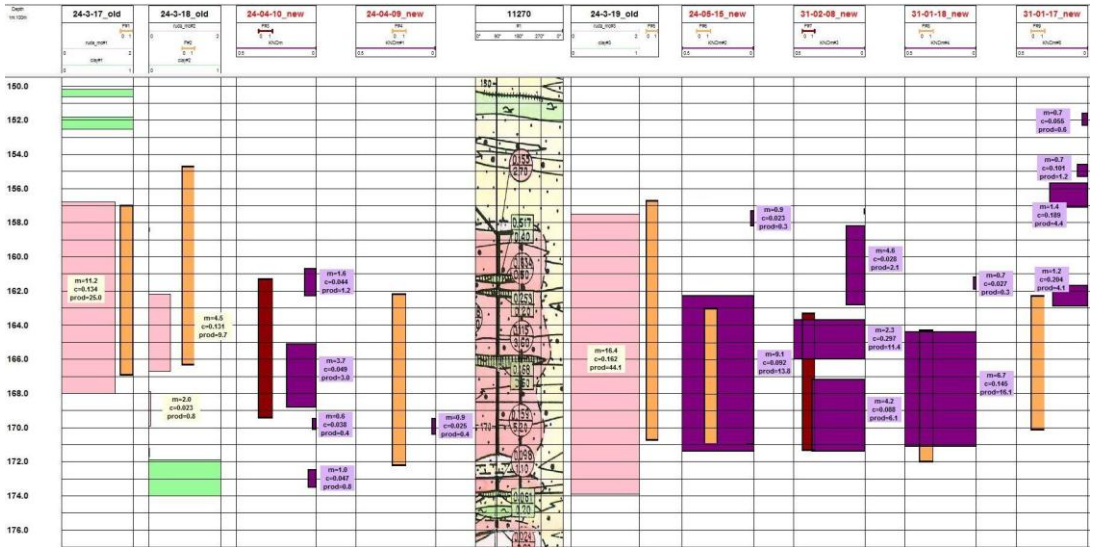


Рисунок 2 - Разрез через технологические, разведочные и заверочные скважины южной части блоков 24 и 31

3 Оценка перераспределения урана при отработке, по результатам ГК и КНД, согласно методике, изложенной выше.

4 Выводы о перспективности группы блоков на остаточное техногенное оруденение.

В целом, обобщая данные по диаграммам баланса урана, а также разрезов, можно отметить:

- в группе блоков 24-31 присутствуют все три разновидности руд выделенных нами: невскрытые при сооружении блоков, собственно остаточные и новообразованные (новосадка);

- отсутствует переотложение урана в скважинах, расположенных вблизи закачных линий внутренних частей блоков. Судя по диаграммам, имеет место только уменьшение выноса в низах зон влияния закачных фильтров, из-за чего определяются убогие остаточные интервалы, при мощности до 0,5 м). В иных промежутках.

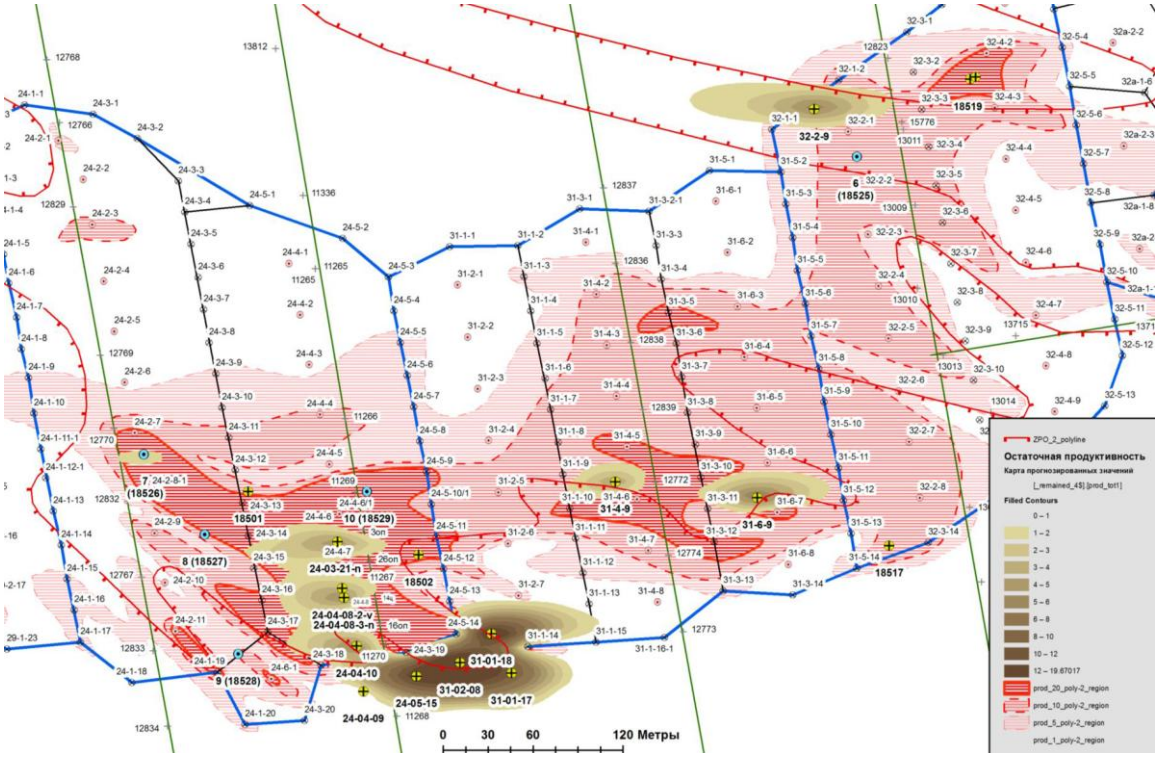


Рисунок 3 - Исходная и остаточная продуктивность блоков 24, 31, 32

Выводы

– о формировании техногенных интервалов (урановой новосадки) за контурами технологических блоков в восстановленных или окисленных толщах (формируются преимущественно выше- и ниже фильтров, чаще всего на границах глинистых разностей и проницаемых песков, причем источником должен служить исходно богатый рудный интервал, окисленность толщи ожидаемо негативно влияет на техногенез),

– о роли в сохранности руд такого фактора, как контрастность литологического состава в активной мощности фильтрации (вероятно, наиболее важная роль из всех остальных факторов, влияющих на сохранность),

– о негативной роли сверхдлинных фильтров (выше 13-15 м) как не отрабатывающих руды в своей нижней части (в целом, подтвердилось для откачных и не подтвердилось для закачных скважин, но большое влияние имеет литологический состав рудоносной толщи по длине фильтра и длительность работы скважин),

– о существовании и значительной роли застойных зон на серединах ребер гексагонов (в целом, существование таковых имеет место, но только до определенного времени

отработки блока – до Ж/Т 1,5-2,0, в дальнейшем такие зоны деградируют и перестают играть роль в сохранности руд; впрочем, здесь большую роль играют интенсивность фильтрации и дебалансы по растворам на уровне ячейки),

– об определяющей роли геометрии рядных сетей вскрытия, в особенности их торцовых частей, с увеличенным расстоянием между последней закачной скважиной закачного ряда и замыкающей закачной скважиной откачного ряда (в большинстве случаев остаточные интервалы имеют место быть).

Литературы:

1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. - Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». - Алматы, 2006.

2. В.П. Новик-Качан, Н.В. Губкин, Д.Т. Десятников, Н.И. Чесноков. Добыча металлов способом выщелачивания. - Министерство цветной металлургии СССР.

3. А.И. Калабин. Добыча полезных ископаемых подземным выщелачиванием. - Атомиздат, Москва, 1969.

4. А.Менлибаев, А.М. Интыкбаев, Б.О. Дуйсебаев. Основное оборудование для производства урана. - Издательство «Бастау». - Алматы, 2004.

Ш.С. Ашықов

Ақдала кенорны «Ближний» бөлікшесіндегі техногендік және қалдық рудаларды анықтау және өндіру

Түйіндеме. Бұл мақалада Ақдала кенорнының орташа кенорнының қалдық қалдықтарының аралықтарын болжау және бағалау мәселелері қарастырылған. Мұндай бөлікшелердің табысты дамуына (табылған қордың жалпы шығарылуының 10,9 %-ті) сәтті дамуына қарамастан, ең алдымен, салыстырмалы рудалық қуаттарға ие технологиялық ұңғымалардың (15-20 м) үлкен сүзгі ұзындығы болды. Фильтрдің төменгі жартысы үшін осындай ұзындықта ағынның қарқындылығы рудан аралықтардың бір бөлігін ерігенге дейін сақтауға мүмкіндік беретін жоғарыдан жоғары болады.

Түйін сөздер: уран кендері, өнеркәсіптік және қалдық кендер, Ақдала кенорны

Sh.S.Ashykov

Detection and mining of man-made and residual ores at the Akdal deposit, the «Blizhny» site

Summary. The article contains problems of forecasting and estimating the residual ore intervals of the Blizhniy part of the Akdala deposit. Previously, the blocks of the site were successfully developed, that is, 109% of the total extraction from uncovered reserves. However, the prerequisite for the presence of residual ores was an abnormally long filter length of process wells (15–20 m) with comparable ore capacities. It was assumed that at such a length, for the lower half of the filter, the intensity of the flux will be significantly lower than at the top, which will contribute to the preservation of part of the ore intervals from dissolution.

Keywords: uranium ores, industrial and residual ores, Akdala deposit.

УДК 552.333

К.О. Ахметова

Научный руководитель: Гребенюкова Лариса Николаевна

КГКП «Геологоразведочный колледж» УО ВКО, г.Семей

kamillaakhm@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ СЕМЕЙТАУСКОГО КОМПЛЕКСА ВИТРОФИРОВ

Аннотация: *Доклад посвящен изучению строения палеовулкана, его возраста, горных пород слагающих палеовулкан, текстурных и структурных особенностей данных горных пород, а также применения этих горных пород в отраслях промышленности. К докладу прикреплены обзорная карта, геологический разрез и космические снимки исследуемого участка работ.*

Ключевые слова: *палеовулкан, витрофир, кальдера, некк, порфириты, витрозин, монцонит, обсидиан, герцинская эпоха тектогенеза, полевой шпат.*

Основной текст: Данная тема была выбрана не случайно, летом 2018 года группа проходила геологическую практику, ездили на различные месторождения: известняка, песчаника, гранита. Но наибольший интерес вызвал палеовулкан, который находится близ поселка «Кыземшек» (в прошлом с.Щербаковка). В пределах изучаемой, на практике территории, были обнаружены отдельные обломки витрофиров, что явно заинтересовало: необычность строения данных пород, похожи на обсидиан, но наблюдаются включения светлоокрашенных минералов. На геологической практике ознакомились со строением палеовулкана, с его возрастом и тектоникой и также отобрали образцы витрофиров и монцонитов. Витрофиры представили огромный интерес, т.к. информация в литературе и интернете минимальная. Так, в основном пишется, что витрофир - это вулканическая горная порода, сформировавшаяся в результате эндогенных процессов (т.е процессов внутри земной коры). Но этой информации было недостаточно, хотелось узнать подробнее, что же представляет собой витрофир. А также главной целью было ознакомление с месторождением витрофиров «Семейтау», возрастом данного месторождения, породах слагающих его. Не менее важным вопросом было практическое использование, применение витрофира в промышленности.Так целью данного доклада является: изучение палеовулканаи продуктов его извержения в пермское время в частности витрофиров. Начнем с местоположения палеовулкана: находится примерно в самом центре горной группы Семейтау, расположенной в 35 км юго-западнее г.Семей, в Жарминском районе Восточно-Казахстанской области (рисунок 1).

Обзорная карта района
Масштаб 1:1 000 000

■ - исследуемый участок работ

Рисунок 1 - Обзорная карта района

Исходя из материалов ранее проводимых исследовательских работ, участок изучения приурочен к герцинской эпохе тектогенеза, то есть соответствует возрасту: с каменноугольного до пермского периода, что приблизительно составляет около 300 млн. лет. На этот же возраст указывает и находка хорошо сохранившихся Pleuromeia и других. Эта флора была обнаружена в туфопесчаниках, переслаивающихся с алевролитами, вскрытыми канавой на участке витрофиров Восточный Суукбулак. Общая площадь всех пород семейтауского комплекса 80 км^2.

Полукольцо Семейтауского комплекса слагает цепочка линзообразных выходов, диаметром3-7 км, длиной по периметру около 20 км.Примерно в центре полукольца Семейтауского комплекса, сложенного образованиями эффузивного характера среднего и основного состава, расположен экструзивный лакколит Кызымшек, являющийся палеовулканом. Палеовулкан представлен возвышенной частью в виде локального участка, в нижней части в диаметре около 100 м., верхней части диаметр равен около 20 м., высотой около 120 м. Некковая часть данного палеовулкана сложена монцонитами, которые можно

считать самыми последними продуктами вулканической деятельности в этом районе. Монцонит [по горе Монцони, Тироль]- яснокристаллическая глубинная магматическая порода, содержащая приблизительно одинаковые количества кали-натриевого шпата (преимущественно ортоклаза) и плагиоклаза и цветные минералы (до 35%)- авгит, амфибол, биотит. На расстоянии 50 м располагается такой же палеовулкан, но меньших размеров, который в большей степени подвержен был экзогенным процессам, что четко прослеживается по данным космическим снимкам (приложение №2).

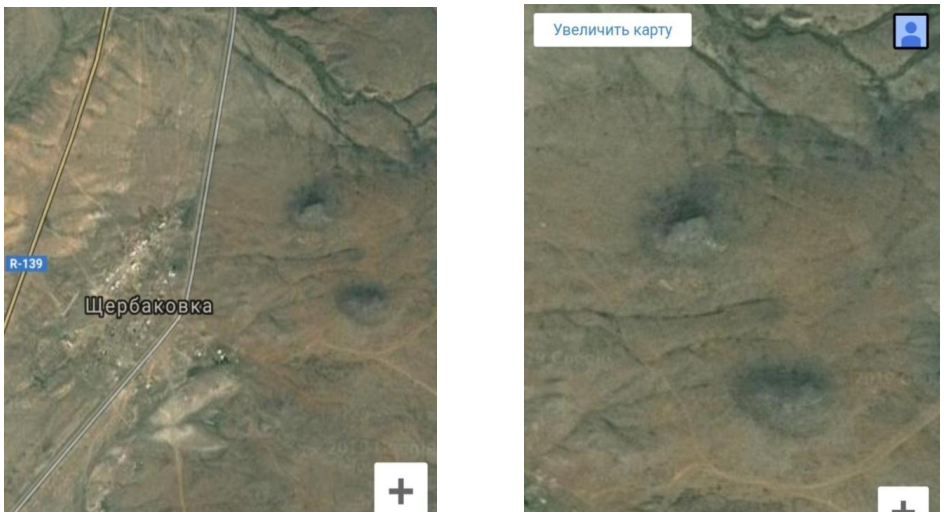


Рисунок 2 - Космические снимки исследуемого участка Кызымшек. Масштаб 1: 1 000 000

Соотношение центрального вулкана и кольцевого окружения позволяет считать всю вулканическую систему двойным вулканом. И если центральный вулкан (жерловинный некк Кыземшек) можно отнести к новообразованию, то полукольцевое его обрамление липаритами-витрофирами нужно считать реликтовой структурой. По существующим представлениям, образованию двойных вулканов способствовало развитие крупного первичного вулкана; временный перерыв в вулканической деятельности; новый взрыв в жерле старого вулкана с разрушением верхних частей сомы и разрушением ее вследствие экзогенных процессов: оседаний и прочих сопутствующих явлений в кальдеру; образование в центре кальдеры нововулкана (жерловина Кыземшек).

Общий сводный разрез пород семейтауского комплекса следующий (рисунок 3):

Нижняя часть, мощность первые 100 м, сложена:

1. Базальты, трахиобазальты.
2. Трахиты.
3. Трахилипариты и липариты с тонкой флюидальностью.

Средняя часть, мощность 110 м, сложена:

1. Туфопесчаники с прослоями алевролитов и остатками флоры.
2. Туфобрекчии эффузивов кислого состава.
3. Горизонт переотложенных туфобрекчий.
4. Туффиты.

Верхняя часть, сложена:

1. Продуктивная витрофировая толща в составе витрокристаллических туфов, перемещающихся с горизонтами вулканического стекла - одним или несколькими. Мощность- 50-70 м.

2. Анортоклазовые и ортоклазовые липариты (игнимбриты). Мощность - первые сотни метров.

3. Анортоклазовые латитовые порфиры и монцонит-порфиры. Мощность - первые сотни метров.

4. Липаритовые порфиры и кварцевые ортофиры. Мощность - более 500 м.

Была использована геологическая карта Семипалатинского региона М 1: 1 000 000

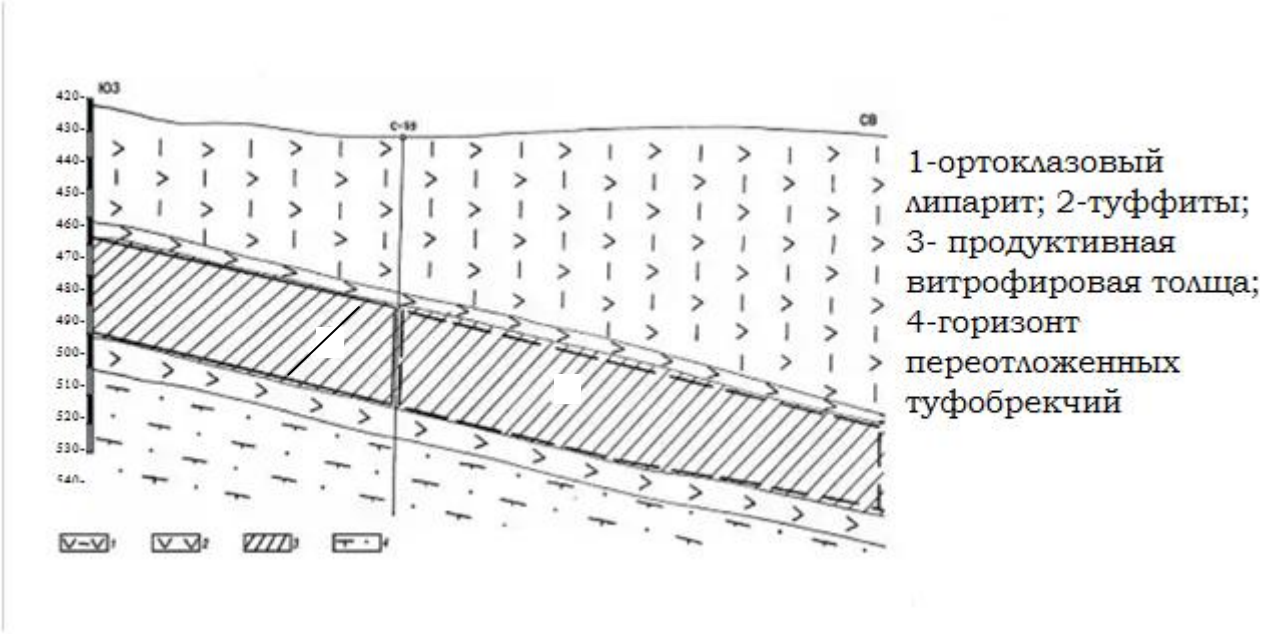


Рисунок 3 - Геологический разрез участка исследования

Витрофир (от лат.Vitrum- стекло) - общее название для излившихся горных пород, состоящих почти целиком из вулканического стекла с небольшим количеством включений полевого шпата и кварца. Данные включения имеют явно зернистый характер, а это означает, что включения начали кристаллизоваться еще на глубине в кислой магме, в то время как основная масса породы не успела раскристализоваться и излилась на дневную поверхность. Структура породы-витрофировая, то есть соответствует названию данной горной породы. Также следует отметить, что витрофир обладает стеклянным блеском и раковистым изломом, почти как у обсидиана.

Ранее витрофир применялся в народном хозяйстве в качестве добавки при производстве цемента. И в прошлом году опять началась разработка небольшого месторождения витрофиров находящихся у села Щербаковка. Были произведены вскрышные работы. Продуктивная толща приблизительно находится на глубине 500 метров. Мощность продуктивной толщи примерно составляет 60-70 м. Геологоразведочный колледж участвовал в подтверждении строения витрофира и его принадлежности к кислым породам эффузивного характера.

Химические анализы показывают, что витрофир является действительно кислой субщелочной породой типа липарита с несколько пониженным содержанием щелочей (5 против обычных 7,5) и резко повышенным содержанием высокотемпературной воды (4,3 против обычных 1,5).

По качеству сырья, удобству расположения и близости к потребителям месторождение Семейтау выгодно отличается от всех остальных. Вероятно, поэтому витрофиры данного участка эксплуатируются в настоящее время. Семейтауские месторождения витрофиров ценны тем что служат прекрасным сырьем для производства минеральной ваты. Также витрофир применяется как гидравлическая добавка к цементу, используется в производстве витрозита благодаря своей высокой вспучиваемости. Витрозит - пористый легковесный стройматериал- представляющий собой первоклассное сырье в производстве легких тепло и звука- изоляционных бетонов, где они являются наполнителями.

Вывод. Витрофиры в данный момент используется цементным заводом г. Семея, для производства одного из ингредиентов при изготовлении цемента. Данная горная порода, несомненно, имеет промышленную значимость и ценность. Следует более детально изучить

предложенный в докладе район расположения витрофиров на возможное выявление будущего месторождение витрофиров и других значимых горных пород. С этой целью необходимо произвести разведку данной территории и в последующем возможно более глубокое бурение.

Литературы:

1.Бок И.И. Вулканические стекловатые породы Казахстана, 1947
2.Оразымбетов Н.О. Декоративные камни Казахстана. Изд. «Казахстан»,1983
3. Геологический словарь. Изд. «Недра» М.,1978
4. [www.mining-enc.ru]

Ахметова Камилла Ондасыновна

Семейтаулық витрофирлер кешенін зерттеу

Аннотация. Баяндама өткен дәуірлердегі жанартаулардың әсері кезінде пайда болған палеовулканды және тау жыныстарын зерттеуге арналған. Баяндама палеовулканның құрылысын, оның жасын палеовулканды құрайтын таужыныстарын, осы тау жыныстарын өнеркәсіп салаларында қолдануды зерттеуге арналған. Баяндамаға шолу картасы, геологиялық қимасы және ғарыштық суреттері қоса берілген.

Түйін сөздер: палеожанартау, эндогенді процесстер, эффузивті жыныстар.

Akhmetova Kamilla Ondasynovna

The study of Semeytau vitrofir comlex.

Annotation. The report is devoted to the study of the structure of paleovolcano, its age, endogenous processes and rocks, which formed this paleovolcano, textural and structural features of these rock, besides the application of rocks in industrial enterprises. Survey map, geological section and space images of the studied area are attached to the report.

Keywords: obsidian, extrusive rocks, endogenous processes, paleovolcano, vitrophyre, feldspar, porphyrite.

УДК 566:622.276

А.Байгереева

Научный руководитель - Омарова Г.М., доктор PhD

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

КОНОДОНТЫ ПОЗДНЕГО КЕМБРИЯ И РАННЕГО ОРДОВИКА КАЗАХСТАНА

Аннотация. *Проведен анализ зональной стратиграфии верхнего кембрия и нижнего ордовика Казахстана по конодонтам на базе сбора и изучения конодонтовой фауны в интервале 102-200м. по разрезу Батырбай и выявлении остатков конодонтов в этом интервале, расчленение этих отложений и восстановление палеогеографических условий на границе верхнего кембрия и нижнего ордовика.*

Ключевые слова: *конодонты, зональная стратиграфия, палеогеография*

Конодонты – морские подобные зубу микроостатки, которые могут иметь форму конуса, стержня, листа, сложенных концентрическими прослойками или продольными угловатыми волокнами метафосфата кальция. Жили они от верхнего кембрия до верхнего триаса и стали главными микроостатками для датирования морских карбонатов.

Чаще всего именно микроскопические (порядка 0,1-1 мм) окаменелости зубовидных скелетных остатков свидетельствуют о том, что Землю заселяли конодонты. Фосфат кальция - крепкий материал, поэтому их зубы и дошли до нас. Конечно, по зубам полноценную реконструкцию сделать нельзя, но науке известны ископаемые отпечатки мертвых тел конодонтов. Их немного, но вполне достаточно, чтобы получить представление об этих существах (рисунок 1).

Рисунок 1 – Реконструкция остатков конодонтов

Конодонты играют роль ортостратиграфической группы фауны для палеозоя; на них основан ряд глобальных и региональных зональных стандартов, установлены точки глобальных стратотипов границ систем, отделов и ярусов.

Вторая половина позднего кембрия и начало раннего ордовика - единственный период в эволюции конодонтов, сочетающий существование одновременно прото-, пара- и эуконодонтов.

Современный уровень изученности конодонтов позволяет рассматривать эту группу фауны как одну из ортостратиграфических для палеозоя. Быстрые темпы эволюции конодонтов обеспечивают детальное стратиграфическое расчленение древних толщ и очень широкие, вплоть до межконтинентальных, корреляции. Однако одни и те же виды в породах одного возраста часто встречаются в различных пропорциях, а некоторые виды ограничены в своем распространении. Это не может быть объяснено ни характером захоронения, ни посмертной сортировкой, а связано с определенными особенностями экологии группы.

Совокупный анализ распространения конодонтов, встречающихся в различных типах пород, и интерпретация среды осадконакопления по особенностям литологии позволяют не только детально фиксировать биофации в разрезе и по площади их изменения, но и решать обратную задачу: на основе установленных биофаций конодонтов восстанавливать с большой детальностью условия и обстановки осадконакопления в палеобассейнах и историю их развития. В настоящее время биофациальный и палеоэкологический анализ конодонтовых комплексов играет большую роль при палеогеографических и палеотектонических реконструкциях.

Конодонтоносители на протяжении 250 миллионов лет относительно быстро эволюционировали и имели глобальное распространение, что даёт возможность использовать их в биостратиграфии — для установления очень дробных стратиграфических подразделений и для корреляции отложений из разных районов. Особенно важное значение конодонты приобретают при определении границ ярусов и систем, где требуется повышенная точность расчленения. Это относится и к границе кембрийской и ордовикской систем.

Именно в связи с проблемой границы кембрийской и ордовикской систем возникла необходимость детального стратиграфического расчленения отложений верхнего кембрия и нижнего ордовика Казахстана [1]. В этом смысле исключительный интерес представлял и представляет сейчас опорный разрез Батырбай Малого Каратау, характеризующийся непрерывным переходом от кембрия к ордовику, включающий разнообразную фауну трилобитов и конодонтов и являющийся одним из претендентов на роль стратотипа границы.

При разработке зонального деления разреза Батырбай (Южный Казахстан) главное внимание уделялось детальному изучению комплексов конодонтов, последовательности их смены, сравнению результатов с данными, полученными по другим разрезам Казахстана.

Несмотря на то, что пограничные отложения кембрия и ордовика широко представлены в пределах Казахстана, только три разреза представляют интерес для корреляции с опорным разрезом Батырбай: разрез Кыршабакты (Малый Каратау), разрез Сарыкум (Северо-Западное Прибалхашье) и разрез Бурулбайтал (Юго-Западное Прибалхашье). На этом возможности корреляции по конодонтам опорного разреза Батырбай в региональном плане ограничиваются. Причина – в недостаточной изученности этой группы фауны в пределах Казахстана.

Для корреляции с батырбайским разрезом интересен разрез по р. Кыршабакты, предложенный в качестве стратотипического для ярусного деления верхнего кембрия [2]. Он расположен в 15 км восточнее батырбайского. Мощные карбонатные образования среднего и верхнего кембрия разреза формировались на краю подводной горы Малого Каратау. Зональное деление кыршабактинского разреза основано на изучении комплексов трилобитов [2]. Конодонты изучались Г.П. Абаимовой и Байториной [3].

Между тем вопрос корреляции обоих разрезов долгое время оставался дискуссионным. Однозначное решение этого вопроса стало возможным с помощью конодонтов. Использована коллекция конодонтов кыршабактинского разреза Т.Б. Байториной. Таким образом, на основании данных по конодонтам подтверждается положение [4] о том, что разрез Батырбай наращивает последовательность отложений верхнего кембрия разреза по р. Кыршабакты, а основание зоны Trisulcagnostus trisulcus (ранее предложенные Г.Х. Ергалиевым [2] в качестве границы кембрия и ордовика) соответствует самым верхам франконского яруса верхнего кембрия Северной Америки.

Методы децементации пород с последующим извлечением конодонтов

Конодонты являются микрофауной и поэтому следует на всех стадиях работы очень аккуратно маркировать пробы и изолировать их друг от друга при дроблении. Опробование известняков производится «вслепую». Отбирать пробы можно лишь из коренных выходов и скважин, после отбора пробу следует вымыть.

Кислотная децементация карбонатных проб. Это наиболее известный и применяемый метод. Известняк раздробленный на куски объемом 1-2 $см^2$, засыпается в полиэтиленовое ведро или 3-5 л стеклянную банку, куда заливается и 10% раствор технической уксусной кислоты. Превышать эту концентрацию нельзя. Желательно, чтобы объем раствора превышал в 6-10 раз объем пробы, а его температура составляла 30-400С (при температуре менее 12-140С реакция проходит слишком медленно). Через 1-2 дня, а иногда и быстрее пузырьки CO_2 постепенно прекращают выделяться, поскольку вся кислота отреагирует с образованием уксуснокислого кальция. Этот раствор осторожно сливают и заливают в пробу новую порцию 10% кислоты. После растворения пробы остаток тщательно промывают от глин и осторожно при этом расситовывают. Конодонты содержатся почти исключительно во фракции 0,2 – 1,2 мм, от которой затем в тяжелых жидкостях отделяют легкую фракцию не содержащую конодонтов. Тяжелая фракция тщательно просматривается под бинокуляром, обнаруженные конодонты осторожно переносятся смоченной тонкой кисточкой в камерку Франке, где их можно прикрепить с помощью капельки воды с сахаром. Кембрийско-ордовикские конодонты вследствие образования пузырьков воздуха в их широких внутренних полостях могут иногда содержаться и в легкой фракции, что следует учитывать при работе с осадками этого возраста.

Как показала практика, для получения комплекса конодонтов, достаточного для определения возраста, вес пробы из известняков, переслаивающихся с кремнями должен как правило по ориентировочной оценке составлять 1-2 кг, из массивных рифогенных известняков и известняков из терригенных разрезов – 2-4 кг, из известняков, связанных с вулканитами - 4-8 кг. Перспективны для растворения органогенно-обломочные, детритовые известняки, в то время как мраморизованные и доломитизированные разности, обычно конодонтов не содержат. Как правило, чем более мелкозернистый известняк, тем больше в нем конодонтов. Наибольшее их количество выявляется в «петельчатых», неравнослоистых известняках из маломощных «конденсированных» разрезов. Конодонтов обычно довольно много в известняках из разрезов, сложенных часто переслаивающимися осадочными породами, а в монотонных карбонатных толщах (рифовых) они встречаются довольно редко. В целом, как правило, конодонтов больше в приграничных частях слоев, поскольку при смене накапливавшихся литологических разностей и образовании границ слоев происходит резкое замедление или даже временная остановка осадконакопления, а чем ниже скорость осадконакопления, тем выше концентрация конодонтов в породе. Поэтому, в частности, конодонтов обычно содержится больше в тонкоплитчатых разностях известняков. Отмечается, что перспективнее на конодонты известняки с глауконитом, в то время как разности, содержащие примесь пирита, кварца и слюды, бедны конодонтами. Наибольшее количество конодонтов встречается, как правило, в известняках с цефалоподами, тентакулитами и другой пелагической фауной, присутствуют они в ассоциации с трилобитами, а в известняках с колониальными кораллами, строматопорами, водорослями, криноидеями конодонты, наоборот, весьма редки.

Сравнение установленной в разрезе Батырбай последовательности конодонтовых комплексов с последовательностью, полученной по другим разрезам Казахстана (Сарыкум), позволяет выявить некоторые особенности развития этой группы фауны в разнофациальных отложениях позднего кембрия и раннего ордовика и, в свою очередь, использовать их для обобщения данных о закономерностях пространственного размещения конодонтов.

Конодонты - очень важная группа, благодаря которой мы имеем прямой выход на стратиграфию (раздел геологии об определении относительного геологического возраста осадочных горных пород) и, соответственно, на поиски полезных, прежде всего горючих, ископаемых, так как конодонтовые элементы (зубы) используют как палеотермометры, позволяющие выявлять температурные колебания, происходившие с породой, в которой они содержатся [5]. Дело в том, что под влиянием повышенной температуры в фосфатах происходят предсказуемые и постоянные изменения окраски, которые можно измерить. Это позволяет использовать их также и в нефтеразведке.

Литературы:

1. Дубинина С.В. Конодонты и зональная стратиграфия пограничных отложений кембрия и ордовика. – М.:Наука, 2000. – 239с.

2. Ергалиев Г.Х. Стратиграфия кембрия шабактинской серии Малого Каратау (Южный Казахстан) // Изв. АН КазССР. Сер. геол. №6.- 1989. С.23-27

3. Байторина Т.Б. Некоторые конодонты верхнего кембрия и нижнего ордовика из стратотипического разреза по р. Кыршабакты в Малом Каратау // Стратиграфия и палеонтология палеозоя Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1983- С. 104-110;

4. Чугаева М.Н. Дубинина С.В., Аполлонов М.К., Жемчужников В.Г. Батырбайский разрез Южного Казахстана – возможный стратотип границы кембрия и ордовика // Проблемы стратиграфии верхнего протерозоя и фанерозоя. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 431). М.: Наука, 1989. -С. 84-106.

5. Symons, D.T.A. & Cioppa, M.T. 2002: Conodont CAI and magnetic mineral unblocking temperatures: implications for the Western Canada Sedimentary Basin. Physics and chemistry of the Earth 27, 1189–1193.

Байгереева Асия

Қазақстан жоғарғы кембрий мен төменгі ордовик конодонттары

Аңдатпа. Конодонт фаунасын жинау және зерттеу арқылы Қазақстан жоғарғы кембрий мен төменгі ордовик аймақтық стратиграфиясына қиманың 102-200 м аралығында талдау жүргізілді. Батырбай қимасы арқылы осы аралықта конодонттардың қалдықтары, бұл шөгінділердің бөлшектелуі және жоғарғы кембрий мен төменгі ордовик шекараларында палеогеографиялық жағдайлары анықталды.

Түйінді сөздер : Конодонттар , зоналық стратиграфия , палеогеография.

Baigereeva Asiya

Late Cambrian and Early Ordovician conodonts of Kazakhstan

Annotation. The analysis of zonal stratigraphy of the Upper Cambrian and Lower Ordovician of Kazakhstan by conodonts based on the collection and study of conodonta fauna in the interval of 102-200m along the Batyrbay section and identification of conodont fossils in this interval, the separation of these sediments and restoration of paleogeographic conditions at the upper Cambrian and lower Ordovician.

Keywords: conodonts, zonal stratigraphy, paleogeography

УДК: 622.276.66

Г.А. Баймаханов[1], А Барашева[2]

Научный руководитель – Г.А. Баймаханов, доцент кафедры «Химия, химическая технология и экология»

[1]Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби,

[2]Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан

УВЕЛИЧЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Аннотация: *В настоящей статье собрана информация о последних достижениях в области увелечение нефтеотдачи микроорганозмами (MEOR), объясняется принцип действия микроорганизмов. В статье также представлена информация о конкретном использовании микроорганизмов на месторождениях в виде графиков и цифр.*

Ключевые слова: *увеличение нефтеотдачи микроорганозмами, микроорганизмы, бактерии, нефтеотдача, технология AERO.*

За 25 лет добыча нефти в Казахстане выросла более чем втрое, в том числе за последние 10 лет - почти в 2,3 раза. Красноречивая иллюстрация достижений страны, вставшей в 1991 году на путь независимого развития. Нефтегазовая отрасль Казахстана обеспечивает порядка четверти ВВП страны и около двух третей государственного бюджета [1].

Хоть мы и гордимся богатыми запасами углеводородов, существует ряд проблем по ее извлечению. Именно поэтому из 200 известных месторождении добычу осуществляют только в 80. Остальные месторождения характеризуются низкой проницаемостью, повышенной вязкостью нефти и сложным геологическим строением, то есть их запасы относятся к категории трудно извлекаемых. Большая часть казахстанских нефтяных месторождений, за исключением крупных проектов, уже прошли пик добычи, являются зрелыми с низким уровнем добычи. Так же стоит отметить, что коэффициент излечения нефти в Казахстане достаточно мал и колеблется в пределах 30-35 процентов. То есть проблемой Казахстана, да и всех нефтедобывающих стран, является не отсутствие запасов, а трудность их извлечения на поверхность. Поэтому необходимо уделить внимание на третичные способы разработки месторождении. Одним из таких способов является использование микроорганизмов, который обладает огромным потенциалом (повышение нефтеотдачи до 15%). Несмотря на то, что нефтяная микробиология как область науки образовалась 80 лет назад, сведения о микрофлоре нефтяного пласта до сих пор остаются фрагментарными. Общеизвестно, что нефтяные месторождения населяют ферментативные сульфат-, серо- и железовосстанавливающие бактерии, а также ацетат- и

метанпродуцирующие бактерии [2]. Так же по прогнозом ученых на сегодняшний день из всех микроорганизмов открыто только 1 %.

Микробиологические методы увеличения нефтеотдачи используют такие компании, как Titan Oil Recovery Inc., Glori Energy совместно с Statoil, Total, Du Pont совместно с BP, Chevron. Из российских компаний наиболее активно применяет микробиологические методы ОАО «Татнефть». При этом география применения данных методов увеличения нефтеотдачи обширна: США, Канада, Бразилия, Болгария, Азербайджан, Румыния, Германия, Россия и др. Также в Восточной Азии были зарегистрированы опытно-промышленные испытания в Китае, Малайзии, Индии и Индонезии по рисунку 1.

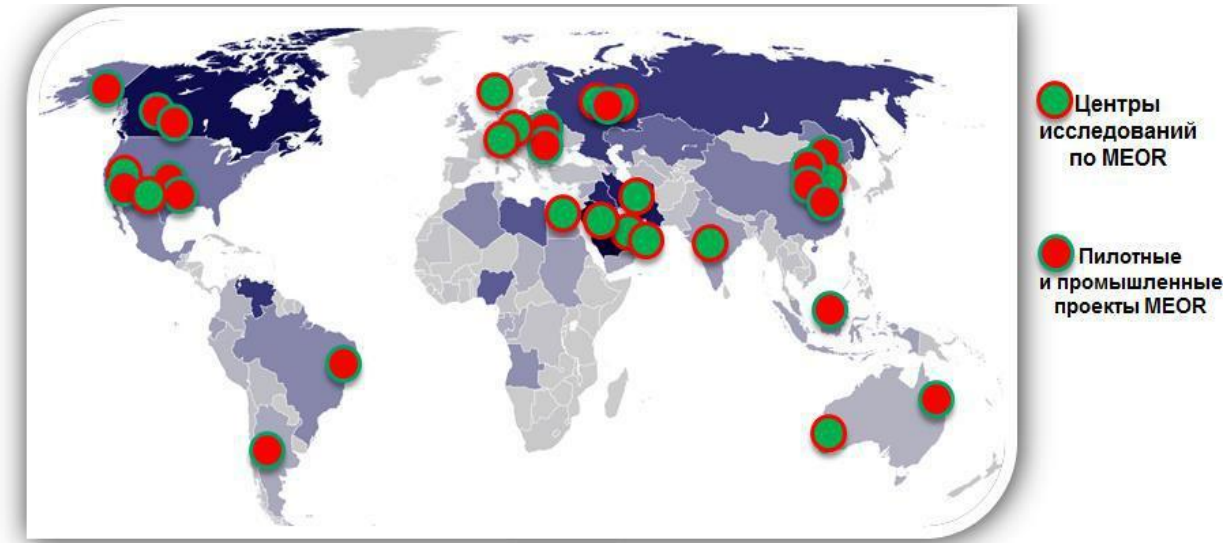


Рисунок 1 - География применения микробиологических методов

Бактерии работают следующим образом: попадая в пласт они переносятся с водой и группируются в пористых зонах, на границе сред нефть/порода и нефть/вода; бактерии перерабатывают очень незначительное количество нефти и вырабатывают органические биохимикаты, такие как растворители, биоПАВ, слабые кислоты, спирты, углекислый газ. Благодаря этому понижается вязкость нефти, уменьшается сила поверхностного натяжения в средах нефть/порода и нефть/вода, а также восстанавливается проницаемость вследствие удаления парафина и закупоривающих масс у входа в пористые зоны. Бактерии размножаясь, увеличивают эффект, что в конечном итоге приводит к тому, что ранее неподвижная и неизвлекаемая нефть становится подвижной, она выносится к продуктивным скважинам, что приводит к увеличению добычи.

Технология активации пластовых микроорганизмов заключается в периодичной закачке неорганической питательной среды и культуры микрофлоры в нефтяные коллекторы, что стимулирует увеличение количества некоторых видов микробов в пласте, главным образом нефтеокисляющих бактерий. В качестве примера можно рассмотреть проект Glori Energy по технологии AERO в Канаде [3]. В марте 2013 г. была произведена закачка по технологии микробиологического воздействия AERO в Канаде на месторождении в южной Альберте. Продуктивная зона относится к меловым отложениям маннвильского комплекса и залегает на глубине 232-246 м ниже уровня моря. Средняя толщина продуктивного пласта составляет 3,88 м. Согласно данным исследований кернов этого месторождения пористость в среднем составляет 23 %, а проницаемость – 1,382 мД. Залежь вскрыта тремя действующими нагнетательными скважинами и шестью добывающими. В начале проекта дебит нефти снижался на 34 % в год. По прошествии 31 недели, несмотря на то, что одна из добывающих скважин была закрыта по технологическим причинам, начался рост дебита нефти приведены на рисунке 2 и на рисунке 3 технологии внедрения микроорганизмов [4].

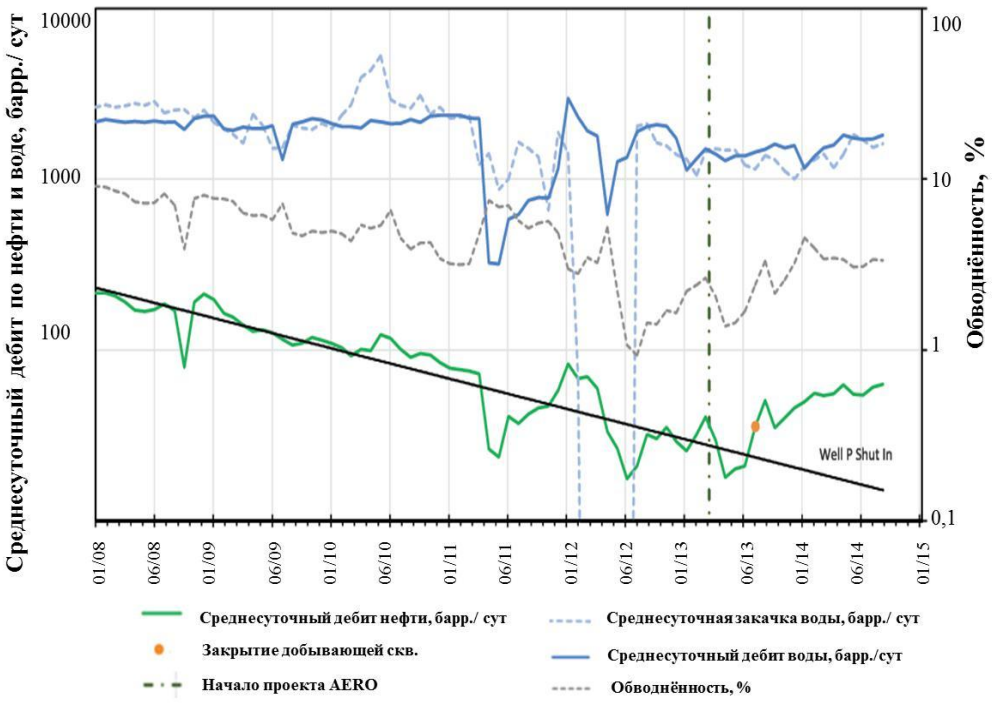


Рисунок 2 - Результаты применения технологии AERO на месторождении провинции Альберта, Канада

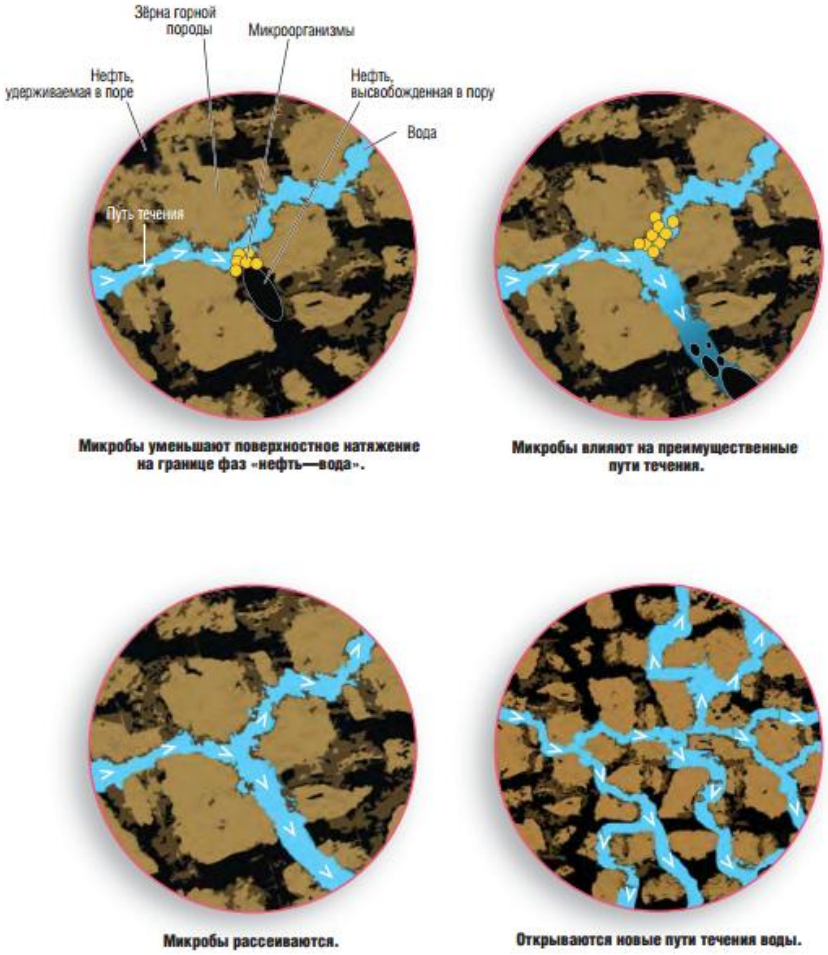


Рисунок 3 - Четыре шага технологии AERO

Развитие пластового биоценоза во многом зависит от активности углеводородокисляющей группы микроорганизмов, которые первыми окисляют углеводороды нефти при участии ферментов. Численность углеводородокисляющей группы бактерий в составе сформировавшегося пластового биоценоза достигает до 10^4-10^6 клет/мл воды, сопутствующей нефтям. Микроорганизмы влияют на вытеснение нефти посредством ряда механизмов: 1 – образование кислот, растворяющих вмещающие породы и увеличивающих пористость и проницаемость; 2 – образование газа, ведущее к снижению вязкости нефти и увеличению пластового давления; 3 – образование растворителей, непосредственно участвующих в экстракции нефти или в качестве сурфактантов, снижающих межфазное натяжение и увеличивающих подвижность нефти; 4 – образование биоПАВ, биополимеров и других соединений, эмульгирующихнефть, снижающих ее вязкость и межфазное натяжение на границе нефть-вода; 5 – образование микробной биомассы, вызывающей эмульгирование нефти, изменяющей смачиваемость пород.

Преимущества микробиологического метода повышения нефтеотдачи: повышение производительности нефтяных месторождений; увеличение суммарной добычи нефти и срока эффективной эксплуатации скважин и месторождений; уменьшение содержания воды в пластовой жидкости; повышение вязкости пластовой воды за счет биомассы и растворимых биополимеров, продуктов жизнедеятельности микроорганизмов; уменьшение содержания сероводорода в нефтяных и газовых скважинах и месторождениях, снижается его отрицательное воздействие на оборудование; уменьшение времени простоя оборудования [5]. При реализации микробиологического метода повышения нефтеотдачи закачанные в пласт микроорганизмы метаболизируют углеводороды нефти и выделяют полезные продукты жизнедеятельности: спирты, растворители и слабые кислоты, которые приводят к уменьшению вязкости, понижению температуры текучести нефти, а также удаляют парафины и включения тяжелой нефти из пористых пород, увеличивая проницаемость последних; биологические поверхностно-активные вещества, которые способствуют десорбции нефти с пористой поверхности пласта; газы, которые увеличивают давление внутри пласта, что способствует вытеснению нефти. Кроме того, происходит повышение качества добываемой нефти: увеличение легких алканов $<C_{20}$; уменьшение средних алканов C_{20}-C_{40}; разрушение высокомолекулярных тяжелых углеводородов; расщепление структурных ароматических колец; расщепление структурных фенольных колец; преобразование серосодержащих органических соединений; уменьшение концентрации металлических микроэлементов; эмульгирование сырой нефти. Метод добычи тяжелых нефтей микробиологическими методами путем циклического питательного заводнения с применением бактерий рода *Bacillus* разработан американскими исследователями. Эти бактерии сбраживают сахара с выходом CO_2, образуемого при участии *Clostridium.* Развиваясь за счет сахаров в анаэробных условиях, бациллы образуют биоПАВ. Известно, что биоПАВ, синтезируемые *Bacillus subtilis*, являются наиболее активными детергентами. Таким образом, мониторинг физико-химических, микробиологических и геохимических характеристик нефтяной залежи, подверженной техногенному воздействию показал, что нефтяной пласт представляет собой целостную экосистему, в которой микробные популяции взаимодействуют между собой и с окружающей средой. Энергетические потоки основаны на биотрансформации нефти или экзогенных органических субстратов и четко определенной трофической цепи, и они могут подвергаться целенаправленному воздействию.

В течение ряда лет в лаборатории коллоидной химии нефти ИХН СО РАН разрабатываются комплексные микробиологические и физико-химические методы увеличения нефтеотдачи пластов, основанные на активности аборигенной пластовой микрофлоры и применении нефтевытесняющих композиций, компонентами которых являются азотистые субстраты. Способность к окислению углеводородов обнаружена у представителей родов *Brevibacterium, Arthrobacter, Bacillus, Micrococcus, Pseudomonas, Actinomices* и др., выделенных из пластовых вод месторождений Западной Сибири.

Объединенные в ассоциации, перечисленные микроорганизмы окисляют н-алканы с длиной цепи C_{12}-C_{30} до 80 % при условии их активного размножения в культуральной среде. Как показал хроматографический анализ, биоокисление тяжелых алканов нефти и нефтяных фракций сопровождается увеличением до 30 % концентрации алканов с меньшим удельным весом. Высоким стимулирующим эффектом, повышающим на 3-5 порядков численность бактериальных клеток, обладают растворы нефтевытесняющих композиций ИХН-КА® и НИНКА®, добавленные в пластовую воду. Питательная ценность композиций определяется содержанием в ней солей азота и карбамида. Бактериальные культуры при стимуляции скорости роста питательными добавками увеличивают степень деградации углеводородов нефти в 10-30 раз. Окисляющая активность этих же бактериальных культур не проявляется, если их рост и размножение отсутствуют. Полученные данные позволили разработать научную основу микробиологического метода повышения нефтеотдачи и методадепарафинизации топлив и масел. В настоящее время методы увеличения нефтеотдачи с участием микроорганизмов имеют широкие перспективы применения, так как ежегодно ухудшается структура нефтяных запасов в России и во всем мире, растет доля обводненных месторождений и месторождений вязкой нефти. Многие микробиологические методы увеличения нефтеотдачи уже прошли промысловые испытания и показали свою эффективность.

Резюмируя вышесказанное, хочу сказать, что использования микроорганизмов является очень эффективным мероприятием, при своей малой энергозатратности. Несмотря на то, что во всем за последние годы возрос интерес к данной теме, в настоящее время в нашей стране методы увеличения нефтеотдачи с участием микроорганизмов не имеют случаев применения, хотя ежегодно ухудшается структура нефтяных запасов в Казахстане, растет доля обводненных месторождений и месторождений вязкой нефти. Если наши компании начнут промысловые испытания, думаю этот метод зарекомендует себя положительно. Закончить доклад мы хотели бы словами Луи Пастера «Последнее слово за бактериями».

Литературы:

1. Аналитическая служба «Нефтегазовой Вертикали». Нефтяная отрасль республики Казахстан // Нефтегазовая Вертикаль - 2011. - №18 - С.28-33.

2. Назина Т.Н., Григорян А.А., Шестакова Н.М. Микробиологический метод повышения нефтеотдачи. // Нефтегазовые технологии. - 2008. - № 10. - С. 10-16.

3. Havemann G.D., Clement B.G. New Microbial Method Shows Promise in EOR // JPT - 2015. - March. - P. 32-35.

4. Юлбарисов Э. М. Биогеотехнология увеличения нефтеотдачи / Э. М. Юлбарисов // Интервал. Октябрь-ноябрь - 1999. - № 9, 10. - С. 4-9

5. Котенев Ю. А., Загидуллина Л. Н., Микробиологический метод увеличения нефтеотдачи пластов на основе активного ила биологических очистных сооружений. // Нефтяное хозяйство. –2004. – №4. – С. 48-50.

Баймаханов Г.А., Барашева А.

Микробиологиялық әдістерімен мұнайдың өндірілуін арттыру

Түйіндеме: Жұмыста мұнайбергіштікті микроағзалар арқылы арттыру саласындағы соңғы жетістіктер жайында мағұлымат қарастырылған, микроағзалар әсерінің қағидалары түсіндіріледі. Осы мағлұматтар кенорындағы қолданысқа баланысты графиктермен, сандармен бекітілген.

Кілт сөздер: мұнайбергіштікті микроағзалармен көбейту, микроағзалар, бактерия, мұнайбергіштік, AERO технологиясы.

Baimakhanov G.A., Barasheva A.*

Increase in oil recovery by microbiological methods

Annotation. This article contains information about the latest developments in the field of microbial enhanced oil recovery (MEOR), explains the principle of the action of microorganisms. The article also provides information about the specific use of microorganisms in the fields in the form of graphs and figures.

Keywords: microbial enhanced oil recovery, microorganisms, bacteria, oil recovery, AERO technology.

УДК 552.12

Бакытжан Нурай
Научный руководитель - Омарова Г.М, доктор PhD
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
E-mail_ nuraika9898@mail.ru

ЦИРКОН – КАК ГЕОХРОНОМЕТР

Аннотация. *Циркон - самый универсальный хронометр, доступный современному геологу. Уровни содержания циркония во многих элементах чрезвычайно низки, поэтому этот минерал обычно сохраняет информацию о возрасте и другую изотопную информацию даже при воздействии магматической температуры. Циркон используется для решения ряда проблем, таких как доказательства соотношения Lu / Hf, которые имеют решающее значение для моделей формирования и роста континентальной коры.*

Ключевые слова: *циркон, изотопный состав, абсолютный возраст.*

Циркон в настоящее время широко используется для определения возраста древнейших образований на Земле. Что делает циркон уникальным среди геохронометров, так это его прочность: это твердый, тугоплавкий минерал, который может оставаться нетронутым, даже если его вмещающая порода метаморфизуется, расплавляется или механически выветривается. Он может пережить много геологических событий, которые могут быть записаны в кольцах из дополнительного циркона, которые растут вокруг исходного кристалла, как кольца деревьев. Как крошечная капсула времени, циркон регистрирует эти события, каждое из которых может длиться сотни миллионов лет. Между тем, ядро самого циркона остается неизменным и сохраняет химические характеристики породы, в которой он первоначально кристаллизовался, что мы можем наблюдать на примере кристалла циркона с зональным строением из пегматитовых тел месторождения Верхнее Эспе (Восточный Казахстан) (рисунок 1) [1].

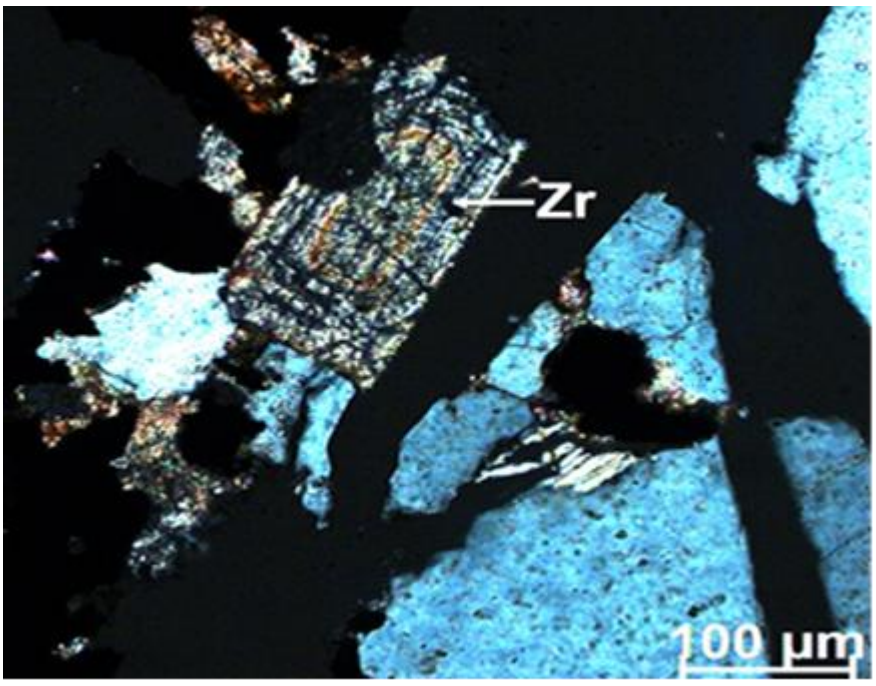


Рисунок 1 – Сильно деформированный призматический кристалл циркона с зональным строением из пегматитовых тел из месторождения Верхнее Эспе.

Циркон содержит радиоактивный элемент уран, который преобразуется в элемент свинец с определенной скоростью в течение длительного периода времени, что делает цирконы самым надежным естественным хронометром, который у нас есть, когда мы хотим взглянуть на самую раннюю часть истории Земли. В геологии есть два способа определения времени. Первый - относительное время, когда вокруг одного минерала растет другой минерал, то мы знаем, что внутренний минерал образовался первым, но мы не знаем, сколько времени прошло между образованием первого и второго минералов. По типам минералов и их распределению в породах можно восстановить относительную последовательность событий, которая отражает изменение во времени таких параметров, как давление, температура и деформация. Второй способ определения времени образования пород – абсолютный, для определения которого необходимо тщательное изучение химического состава породы, включая ее изотопы [2]. Определение абсолютного возраста пород является наиболее точным. Но насколько точны эти реальные цифры? В зависимости от истории породы, в настоящее время есть возможность датировать породы чем-то порядка нескольких сотых процента его возраста. Это означает, например, плюс или минус миллион лет из трех миллиардов. Датирование углеродом-14 не может определить возраст более 70 000 лет, потому что период полураспада углерода-14 составляет всего 5730 лет. (Период полураспада - это время, необходимое для того, чтобы половина исходного радиоактивного изотопа превратилась в другой элемент). Для сравнения, период полураспада радиоактивного изотопа урана-238 составляет 4,5 миллиарда лет, что делает его полезным для датирования чрезвычайно древних материалов и здесь цирконы выходят на первую позицию [3].

Цирконы не редкость, они встречаются в виде редко вкрапленных кристалликов в магматических интрузивных породах: нефелиновых сиенитах, гранитах, диоритах, гнейсах, а чаще и в более крупных кристаллах — в пегматитах сиенитового и гранитного состава.

В метаморфизованных осадочных породах (кристаллических сланцах и парагнейсах) встречается в виде реликтовых окатанных зерен. На основании идиоморфизма кристаллов циркона по отношению ко всем сопровождающим его минералам считают, что из магмы он выделяется одним из первых. Однако ряд наблюдаемых в природе фактов не увязывается с таким представлением. По всей вероятности, идиоморфизм циркона во многих случаях обусловлен тем, что он подобно метакристаллам (пирит, магнетит, апатит и др.), несмотря на относительно поздний момент возникновения, способен образовывать совершенные кристаллы. В рудных телах, как в редкометальнозамещенных пегматитах, так и в метасоматитах, содержание циркона обычно не менее 1,5-2,0%, достигая кое-где 5-10% [4].

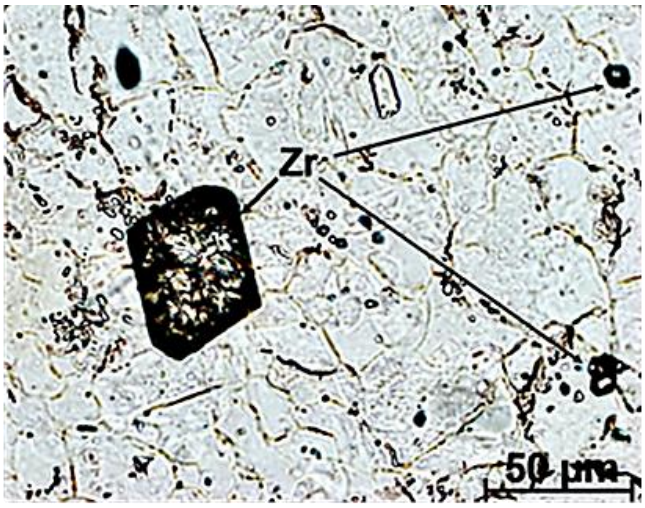


Рисунок 2– Бипирамидальные кристаллы циркона во вмещающих породах (Верхнее Эспе)

Кристаллы циркона в большинстве представлены квадратной бипирамидой (111) с очень слабо развитыми гранями призмы (110). Такая форма кристаллов характерна цирконам из альбититов и метасоматических пород экзоконтакта (рисунок 2). Длиннопризматические кристаллы встречаются реже только в неизмененном бититовом граните.

Как химически устойчивый минерал, циркон при выветривании горных пород легко освобождается от своих спутников и механически переходит в россыпи, а отсюда в виде окатанных зерен — в осадочные породы.

Но они представляют собой крошечные зерна, которые составляют лишь небольшую долю любого данного образца, обычно менее одной десятой одного процента, и они разбросаны по всей породе. Чтобы изучить внутреннюю структуру циркона его нужно отделить от других минералов. Отделение цирконов является кропотливым процессом. Порода дробится, чтобы разбить его на отдельные минеральные зерна. Затем, поскольку циркон более плотный, чем почти любой другой минерал, измельченная порода помещается в жидкость с очень высокой плотностью, чтобы только самые плотные минералы падали на дно. Также используются магнитные качества цирконов, чтобы отделить самые древние минералы от остальных.

Для того, чтобы понять относительную геологическую историю породы и выяснить взаимоотношения между всеми слагающими ее минералами используются различные методы – отраженный свет, проходящий свет, катодолюминесцентный свет, возникающий в результате удара по циркону электронным пучком. Количественный микроанализ элементов в цирконе проводится с помощью электронного микрозонда. Электроны облучают образец, заставляя атомы в самом образце испускать рентгеновские лучи. Каждый из атомов различных элементов в образце испускает рентгеновские лучи с характерными длинами волн. Затем можно сравнить их со стандартом с известной концентрацией элемента и составить точный состав этого небольшого пятна. Отдельное зерно циркона может состоять из множества зон разного состава и возраста. Изотопные составы могут быть определены с помощью ионного зонда. Крошечный пучок ионов кислорода диаметром 300 микрометров направляется на части зерна циркона для анализа на изотопы U (урана) и Pb (свинца), чтобы мы могли датировать выявлять и анализировать индивидуальную историю циркона. Кроме того, уран и свинец могут быть химически разделены, когда отдельное зерно циркона растворяется в плавиковой кислоте. Затем их анализируют на масс-спектрометре, который дает соотношение отдельных изотопов урана и свинца, что позволяет рассчитать время образования пород.

Комбинация высокоточных возрастов и данных изотопов Hf и O из циркона отличает магматические события, которые представляют периоды роста новой коры и те, которые в основном включали переработку уже существующей коры. Это также позволяет исследовать эволюцию магматической части континентальной коры, отдельной от эрозии и осадконакопления. Следует отметить, что циркон, уже не просто геохронометр, он теперь представляет собой подробный архив истории роста и переработки земной коры и дает нам надежное представление о процессах происходивших в далеком прошлом. Наши знания о ранней истории земной коры значительно расширились в свете данных и информации, полученных из устойчивой фазы циркона.

Литературы:

1. Особенности альбититов и метасоматитов Верхнеэспинского месторождения. «Вестник КазНИТУ», Алматы, № 6 Ноябрь 124 (2017),С. 3-7

2. Пыстина Ю. И., Пыстин А. М. Цирконовая летопись уральского докембрия. Изд-во УрО РАН, Екатеринбург, 2002. С. – 168

3. Макеев А.Ф. Радиационно-химические превращения цирконов и их применение в геохронологии // 1981. С. 6-7, 44-53

4. Краснобаев А. А. Циркон как индикатор геологических процессов. М. // Наука, 1986. С. – 152

Бакытжан Нурай

Циркон – геохронометр ретінде

Андатпа. Циркон заманауи геологияда қол жетімді әрі әмбебап хронометр. Көптеген элементтерде цирконий мөлшерінің деңгейі өте төмен, сондықтан бұл минерал, әдетте, магмалық температураға ұшыраған кезде тіпті жас және басқа да изотоптық ақпаратты сақтайды. Циркон континенттік қыртыстың қалыптасу және өсу моделдері үшін өте маңызды болып табылатын Lu/Hf коэффициенті сияқты бірқатар мәселелерді шешу үшін пайдаланылады.

Түйін сөздер: циркон, изотоптар, абсолют жас.

Bakytzhan Nuray

Zircon - as a geochronometer

Abstract. Zircon is the most versatile chronometer available to the modern geologist. The levels of zirconium in many elements are extremely low, so this mineral usually stores information about age and other isotopic information even when exposed to magmatic temperature. Zircon is used to solve a number of problems, such as evidence of the Lu / Hf ratio, which are crucial for models of the formation and growth of the continental crust.

Keywords: zircon, isotopes, absolute age.

УДК 552.312

Бақытбекұлы Мержан

Ғылыми жетекшісі: Матаева Гүлнұр Ғабдұлғұмарқызы

ШҚО Ә ББ "Геологиялықбарлауколледжі"КМҚК, Семей қаласы, Қазахстан

ДЕЛЬБЕГЕТЕЙ МАССИВІ

Аннотация *Бұл ғылыми жұмысстуденттердің ғылыми-зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру мәселелеріне арналады. Мақалада студенттердің ғылыми-зерттеу жұмыстарының мәні, мазмұны, формасы көрсетілген. Дельбегетей массивіндегі "1:25000 масштабта геолоиялық түсіру" тәжірибе барысында студенттердің зерттеу жұмыстар. Дельбегетей массивінің табиғаты, геолоиялық құрылысы сипатталған.*

Түйінді сөздер: *ғылыми-зерттеу жұмысы, Дельбегетей массиві, Дельбегетей массивіндегі "1:25000 масштабта геолоиялық түсіру" тәжірибесі.*

Студенттердің ғылыми-зерттеу жұмысы оқу үдерісінің маңызды нысандарының бірі болып табылады. Ғылыми зертханалар мен үйірмелер, студенттік ғылыми қоғамдар мен конференциялар-осының барлығы студентке толыққанды ғылыми жұмысты бастауға, оның пікірлестерін табуға мүмкіндік береді. Студенттер үшін Дельбегетей массиві ерекше орын алады. Себебі, осында олар ең алғашқы тәжірбиелеріне қол жеткізеді (сурет 1).

Сурет 1 - Ғылыми-тәжірибелік экспедициядағы студенттер

Делбегетей ғажайып ескерткіштер мен тарихи қызықты және геологиялық құрылысымен де бірегей ескерткіштердің бірі болып табылады. Болашақта оны туристікорталығыретіндеқарастыруғаболады, өйткені осы учаскенің аумағындаәртүрлі геоморфологиялық формаларды және әртүрлі қымбат бағалы минералдар - топаз кристалдары, кварц друзасы, раух-топазбайқауғаболады (сурет 2,3).

Сурет 2 - Топаз іздеу үдісі

Сурет 3 – Топаз

Делбегетейежелгі гранит алабы. Кен орындарына бай асыл және жартылай асыл тастар, тарихи орындар "Қорған", жартасқа салынған суреттер, дәстүрлі тарихшы-ғалымдар, археологтар мен геологтарды қызықтырады (сурет 4,5).

Сурет 4 - Жартасқа салынған сурет

Сурет 5 - Тарихиорындар "Қорған"

БұлтауалқабыҚазақстанРеспубликасында, ШығысҚазақстаноблысындаорналасқан. Шар ауданы Семей қаласынан 90 км.Дельбегетей массивінен 30 км жерде Шар қаласы, ал Дельбегетейден 70 км жерде "Дельбегетей" станциясыорналасқан. Қорғауаймағының ауданы-28 км.кв.

Бұл таудың атауында да құпиялық сақталады. Ежелгі моңғолтілінен екі мағынада аударылады. Бірнші аударманың мағынасы, бұл тауларды "айдаһар" сөзінен "айдаһар таулар" деп атайды, өйткені бұрын мұнда шын мәнінде үлкен тіршілік – динозаврлар (әрине, миллион жыл бұрын емес, тек бірнеше мың жыл) өмір сүрді. Зайсан қазан шұңқырының кварц құмында біздің ғалымдарымыз динозаврлардың сүйектері мен жұмыртқаларының қабығын тауып алғаны белгілі. Бұл жаңалық 1959 жылы Кеңес Одағының ғалымдары үшін сенсация болды,мұндай Олжа біздің сол кезде үлкен елде алғаш рет табылды.

Ал екінші аударма бұл тауларды осы жердің үлкен табиғи байлықтарының құрметіне "благодатный, кең" деп атайды. Заманауи зерттеулер дәл осы жерде ежелгі рудокоптар қалайы, изумруд, жартылай бағалы аквамарин және мөлдір бериллді өндіргенін көрсетті. Бұл тау алқабы бір жағынан мүмкін мүлдем қызықтыемес көрінгенмен. Бірақ, оның ішіне кіргенде, қызықты рух: тау шатқалы, кең алқап ашылады. Жартастан ағып жатқан бұлақтар және ежелгі тау жыныстарының біртүрлі ірге тауларының көрінісі байқалады (сурет 6).

Сурет 6 - Дельбегетей алқабы

Біздің заманымызға дейін екінші мыңжылдықтағы археологиялық және геологиялық деректер бойынша әлемде Изумруд табылған үш орталық белгілі болды: Қызыл теңіз бен Нил өзені арасындағы нубий шөліндегі Мысырдың Клеопатраның атақты кеншілері; екінші орталық Перу мен Колумбияда орналасқан, мұнда изумрудтар испандық конкистадорлардың жаулап алу жорықтарына дейін көп уақыт бұрын табылған; және үшінші Шығыс Қазақстанда, Дельбегетей тауларында орналасқан. Таудағы "Изумруд" кен орнын барлау аяқталған жоқ[сурет 7]. Археологтар Дельбегетейдегі олжаларға риза екендігінің таңқаларлық емес. Себебі, орталық Еуропада ежелгі тау қазбалары бұрыннан зерттелген немесе зерттеу қазбаның әлі де қолданылуына байланысты қиын. Оларды зерттеу өте қиын. Егер рудокоптардың бір-екі қаруы табылған болса, бұл үлкен жетістік болып саналады. Ал Қазақстанда археологтар ғылыми қызметке арналмаған алаңды анықтады. Дельбегетейде жүздеген тас балғаларды тапты, онда көне шеберлердің жұмысы аяқталды. Бірнеше үлгі колледждің Геологиялық мұражайында. Осылайша, жоғарыда келтірілген барлық мәліметтер өлкеміздің табиғи ескерткішінің құндылығын көрсетеді және мемлекеттің қорғауында болады.

Дельбегетей-бұл терең зерттеуді талап ететін көптеген шешілмеген құпиялардың орны.Делбегетей алабы пермь – ерте триас дәуірлеріндеқалыптасқан(жасы 244-248 млн. жыл).

Кен орны 1974 ж.А. Г. Алексеевпен анықталды. кенорын ауданы Дельбейгетей мульдасының (Жарма мегасинклинорийі) орталық аймағында орналасқан, онда ол тектоникалық бұзылыстардың даму аймағында Дельбегетей интрузивінің гранотоидтары пайда болады. Изумруд кен орны Дельбегетей массивінің оңтүстік-шығыс экзоконтактасына, ірі тереңдік сынуға жақын төменгі-орта Таскөмірлі жастағы Буконь тастопшасының шөгінді жыныстарына тікелей ұштастырылған. Метаморфизм серицитизация, грейзенизация, шөгінді жыныстардың сыйысымды кен орнын березиттер, мусковитизирленген жыныстардың пайда болуынан көрінеді. Кенге жататын жыныстарда жиі турмалинизация, флюоритті ұялардың пайда болуы байқалады. Бериллий минерализациясы субшироттық ұсақтау аймақтарында жатқан кварц желілі, аймақтардың қышқыл құрамды дайкалармен қиылысу учаскелерінде ұяшықтар мен қалталарда кездеседі. 150 м кесіндіде аквамарин (аквамарин аймағы), бериллдің алуан түрлігі кездеседі. Бериллий минерализациясының шегіндегі изумрудтар оның жекелеген бөліктерінде оқшауланады. Аймақта изумрудтардың орналасуын анықтайтын факторлар әзірге анықталған жоқ. Кен аймағы берилл-турмалин-флюорит минерализациясының үш түрі кездеседі. Берилл көлемі 0,5-тен 15 мм-ге дейін гексагональды призманың кристалдары түрінде кездеседі және бозғылт-жасыл аквамарин және көгілдір-жасыл Изумруд түрінде ұсынылады. Бериллден басқа кварц, флюорит, турмалин, мусковит, кальцит бар.

Барлық зерттеулердің нәтижелері бойынша Делбегетей гранит массивінің оңтүстік-шығыс бөлігінде жобаланатын жұмыстар алаңында минералдандырылған жыныстардың әр түрлі шамасына қарай алты аймақ орнатылды, онда Изумруд минералдануын анықтау немесе анықталуы мүмкін:

1. Солтүстік I Аймағы;
2. Болжамды Аймақ;
3. Орталық Аймақ;
4. Топазды Аймақ;
5. Оңтүстік Аймақ;
6. Солтүстік аймақ II.

Жылда мамыр айында біздің колледждің 0701000 – «Пайдалы қазба кенорындарының іздеу мен барлау және геологиялық сүретке түсіру» мамандығы бойынша 3 курс студенттері 2 семестрдың аяғында, диплом алды өтетін тәжірибенің алдында, осы Дельбегетей массивіне 1:25000 масштабта геологиялық түсірілім 2 апта тәжірибие өтеді (сурет 7).

Сурет 7 - Дельбегетей массвіндегі 3 курс студенттері

Тәжірибе өту барысында, студенттер Дельбегетей массивінің табиғаты мен геолгиялық құрылысы және геоморфологиялық бедер пішіндерімен танысып, зерттеп, сипаттап, сынама алуды үйренеді (сурет 8).

Сурет 8 - Дельбегетей массивінің табиғаты мен бедер пішіндерімен танысып, зерттеп

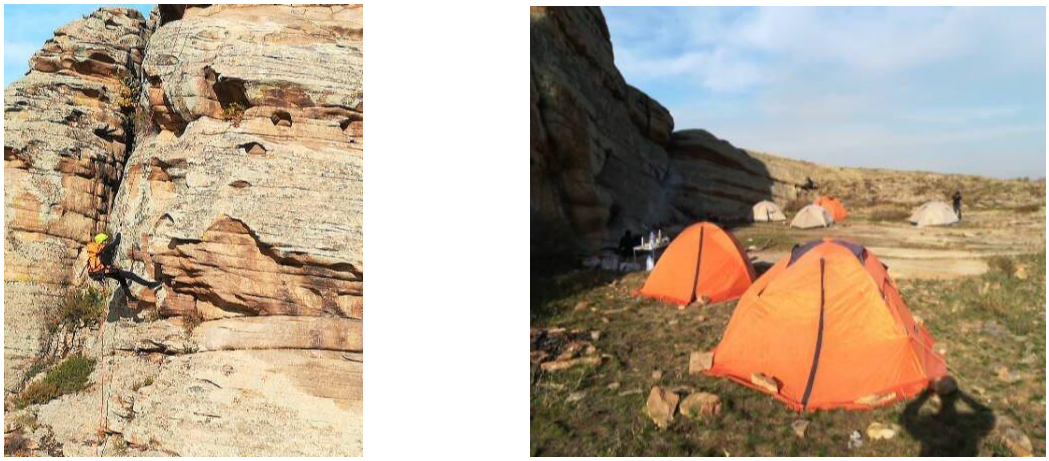
Тәжірибе барысында студенттер бағыт жол жүру сол сияқты сипаттауды және сынама алуды меңгеріп шығады. Литогеохимияның торын құрады және пикеттерден сынама алуды (сурет 9), түпшайманы шаиюды, топаз алқабында саяқат барысында өздеріне қызықты және әдемі үлгілерді табуға мүмкіндіктері болады.Көз көргеннің барлығын дала күнделігіне еңгізу керек. Абристерден, карталардан және схемалық суреттерден тұратын теориялық деректер, графиктер, мұның барлығы барынша шыдамдылықтыталап етеді.

Сурет 9 - Литогеохимиялық сынамалау

Мүмкін, тыңғылықты жұмыстар ең қиын және төзімділікті талап етеді.Тәжірибе аяқталысымен қалада тыңғылықты өңдеу жұмыстары жүргізіледі.Яғни геологиялық, геоморфологиялық, пайдалы қазба карталары сызылы, есеп жазылы қорғалады (сурет 10).

Сурет 10 - Тыңғылықты өңдеу жұмыстары

Қорытынды. Жалпы қорытындылай келсек Дельбегетей массивін мен ең алғаш рет 2018 жылы наурыз айында Турист ретінде «Тау туризмы» бойынша жарыста қатысқан едім. Ол кезде біз геологияның негіздерін ғана зерттей бастадық. Бірақ, сол кезде Дельбегетей массивінің ерекшеліктерін байқадық. Мен осы уақытқа дейін көрген таулардан,массивтерден қарағанда Дельбегетей масссивы ерекше болды. Ең алғашқы геологиялық үрдістерді байқадым, олар жел үрдісі болды. Таулар өткір, кедір-бұдыр емес жұп-жұмсақ және өте әдемі пішіндерді құрайды (сурет 11).



Сурет 11 - Тау туризмы

Дельбегетей массивіне 2 ші рет 2018 жылдың қыркүйек айында келдім, бірақ бұл жолы Семей Геологиялық Барлау колледжінің студенті ретінде болдым. Ол кезде геологияны негіздерін зерттеп аяқтадық, соны әсерінен бұрын көзіме көрінбеген геология үрдістермен

алғыш танысқан болатынмын. Зерттеулер кезінде әр-түрлі пішінді таулар, шатқалдар мен ормандар ,тіпті, батпақты аймақтарды кездестірдік. Осы Дельбегетей массивін зерттеу кезінде тау хрусталінен түзілген друзалар, топаз, магнетит, агат переливт, турмалин, гранитті жыныстардындағы графиттің парагенез түрінің үлгілерін табуға болады.

Сурет 12 - Дельбегетей тауларының көрінісі

Зерттеулер барысында көне қорғандар кездеседі. Карбон жыныстар мен пермь дәуірінің жыныстарының түйіскен жерін байқай аламыз. Біздің колледжде 3 курс топ студенттері осы Дельбегетей массивіне тәжірбиелік жұмыстарға жібереді. Студенттер тәжірбие жүзінде әр-түрлі бағыт жолдар жүреді. Осы жұмыс барысында студенттер өздеріне болашақта керек тәжірбиені игереді. Сол тәжірбиелік жұмысқа біз келесі жылы барамыз. Сол сапарды қызыға күтемін. құрайды (сурет 12).

Қолданылған әдебиеттер:

1. http://silkadv.com/ru/node/603
2. http://pravsobor.kz/Kraevedenie/Delbegetey.html

Мержан Бакытбекулы

Массив Дельбегетей

Аннотация: Этот проект направлен для проведения научно-исследовательских работ студентов. В статье показано смысл, состав и форма исследовательских работ. "Геологическая съемка масштаба 1: 25000"

Ключевые слова: научно-исследовательская работа, массив Дельбегетей, опыт "Геологическая съемка масштаба 1: 25000" в массиве Дельбегетей.

Merzhan Bakytbekuly

Massif Delbegetei

Annotation: This scientific research is devoted to organizing student's researches. In this article the meaning, composition, form of student's works are shown. In the Delbegetei the research of the student to concerning Geological survey in 1:25000 scale. The Delbegetei's nature and its geological composition are described.

Key words: scientific research, Massif Delbegetei, geological survey in 1:25000 scale experience in The Delbegetei.

УДК: 622

Р.А. Батырханов
Жетекші - Мусин Ахметулла Таурбекович
Семей геологиялық барлау колледжі,
mineralsemey@gmail.com

ПНЕВМОСОҚҚЫЛЫ БҰРҒЫЛАУ. RC БҰРҒЫЛАУ

Аннотация. *Бұл жобамда пневмосоққылы бұрғылау яғни қазіргі таңда геологияда бұрғылау үрдісінің ерекше бір түрі жайлы баяндайтын боламын. Пневмосоққылы бұрғылаудың ішінде RC бұрғылау түрі. Яғни оның жұмыс істеу технологиясы сонымен қатар оның ерекшелітерін сипаттаймын. RC бұрғылау кері үрлеу әдісімен бұрғылай отыра штангалар бойынша ауаны үрлеу арқылы жұмыс істейді. Онда орналасқан ішкі құбыр арқылы қажетті су мен шлам жоғары көтеріледі.*

Түйін сөздер: *Пневмосоққылы бұрғылау, кері үрлеу әдісі, ауа ағынының қозғалысы, RC бұрғылау.*

Ғылыми жобамды елбасымыз Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаевтың 2019 жылғы жолдауымен бастағанды жөн көрдім.

Елбасымыздың жолдауы Индустрияландыру жаңа технологияларды енгізудің көшбасшысына айналуы тиіс.

Оның нәтижелері мұнай бағасы күрт төмендеген 2014-2015 жылдардағы дағдарыста негізгі тұрақтандырушы факторлардың бірі болды.Сол себепті жоғары еңбек өнімділігі бар қайта өңдеу секторына деген бағдарымыз өзгерген жоқ.Сонымен қатар индустрияландыру 4.0 жаңа технологиялық қалыптың барлық мүмкіндіктерін пайдалана отырып, мейлінше инновациялық сипатқа ие болуға тиіс.

Қазіргі таңда геологиялық компаниялар өте көп. Олардың пайдалы қазбаны өндіру жүйесі де әр түрлі. Мен көптеген бұрғылау қондырғыларын сараптай отыра қазіргі кездегі ерекше жүйемен қамтамасыз етілген бұрғылау түрі ретінде пневмосоққылы бұрғылау түрін таңдадым.

Пневмосоққылы бұрғылау туралы жалпы түсінік.

Пневмоқозғалтқышы бар бұрғылау түрі соқпалы-айналмалы бұрғылау технологияларына жатады және инженерлік-геологиялық іздестіру саласында, сондай-ақ құдықтарды бұрғылау үшін кеңінен қолданылады. Әдістеменің басты ерекшелігі-жыныстыбұзу үшін пневмоқозғалтқышпен және бұрғылау қондырғысының айналғышымен орындалатын соққылы және айналмалы әрекет қолданылады.

Пневмосоққылы бұрғылаудың артықшылықтары келесідей:

Бұрғылау жылдамдығы 3-5 есе жоғары. Пневмосоққышпен бұрғылау технологиясы скважиналарды бұрғылау жуу сұйықтығымен бұрғылау кезінде қарағанда анағұрлым жылдамырақ мүмкіндік береді. Негізгі себеп – ауа ағынының қозғалыс жылдамдығы жуу ерітіндісінің жылжу жылдамдығынан едәуір көп; Бұрғылау процесінде ұңғыманы Автоматты тазарту. Шламды шығару бұрғылау бағанасы мен ұңғыма қабырғасы арасындағы саңылаудағы қуатты жоғары шығатын ауа ағынының қозғалысымен қол жеткізіледі; Жуу ерітіндісін пайдаланудың қажеті жоқ. Бұрғылау құрғақ күйде орындалады және жуу сұйықтығын қолдануды талап етпейді, оны дайындау үшін бентонит сатып алу және жұмыс орнына су тасымалдауды ұйымдастыру қажет етпейді; Технология ерекшеліктерінің арқасында бұрғылау тәжі жарылған жыныстармен жұмыс істеу кезінде бітемейді; Бұрғылау құралын тез және ыңғайлы ауыстыру. Бұл бұрғылау түрінің ерекшеліктері мынадый:

1. Ұңғыманы бұрғылаудың жылдамдығы
2. Ұңғыманы шламнан тиімді тазарт

3. Бұрғылауға жуу сұйықтығы кетпейтіндігі. Бұрғылау жұмыстарының уақытын ықшамдатуы

Пневмосоққылы бұрғылауда ерекше көзге түскен, қазіргі таңда ерекше сипатқа ие РС бұрғылау түрі.

RC бұрғылау. PC бұрғылау

Кері үрлеу әдісімен бұрғылауға штангалар бойынша ауаны үрлеу арқылы қол жеткізіледі, дифференциалды қысым аэродинамикалық көтеру күшін жасайды, әрбір штанганың ішінде тұрған Ішкі құбыр бойынша су мен шламды жоғары көтереді. Ол ұңғыманың жоғарғы бөлігінде диффузорға жетеді, содан кейін циклонның жоғарғы бөлігіне қосылған сынама алу шланг арқылы қозғалады. Бұрғылау шлам төменгі бөлігінде тесік арқылы шыққанға дейін циклон ішінде өтеді, содан кейін ол сынама іріктеу қаптарына жиналады.

RC өндіріс сапасы экономикалық көрсеткіштермен келтіре кетсем. Бұл мәлімет Energyprom.kz аналитиктерінің айтуы бойынша жазылған

2013- 29,7 млрд $34,6 млн тонна

2014- 29,9 млрд $36,8 млн тонна

2015- 14,8 млрд $33,1 млн тонна

2016- 8,8 млрд $32,0 млн тонна

2017- 12,8 млрд $33,2 млн тонна

RC бұрғылауды қолдануға кеңес беру себім.

Белгіленген бұрғылау түрі басқа бұрғылау түрінен қарағанда ерекшеліктермен сипатталады:

1. Колонкалық бұрғылау түрінен қарағанда керн шығым 100%
2. Керн шығымы геологтар үшін де әлде қайда жеңіл себебі керн шлам түрінде болғандықтан көзбе көз көруге мүмкіншілік береді.
3. Колонкалық бұрғылау түрінен қарағанда бағасы арзан болуы тағы бір артықшылық болып табылады.

RC бұрғылауды қазіргі таңда қолданып жатқан геологиялық компаниялар

1. Kazminerals
2. Kazzcink
3. Manas resoursec
4. Kazakhmys
5. Auriant mining
6. Tau ken samruk
7. Akniet burga

RC бұрғылаудың пайдасы мен жұмысқа кететін шығыны:

Пайдасы 63%

Жұмысқа кететін шығын 37%

Бұрғылау саласының дамуы адаммен тікелей қатысты

1.Өнімдерді өндіруге керекті құрал-жабдықтардың таңдалуы

2.Өндіруші мамандардың кәсіби біліктілігінің жоғарлығы

3.Серіктестердің болуын қамтамасыз ету

Қорытындылау. РС бұрғылауды таңдау себебім қазіргі таңда барлық ғаламда техниканың дамыған заманы. Осы сәтте әлемде сан мыңдаған техникалар шығу үстінде. Қазіргі таңда 50% геологиялық компаниялар байырғы кеңес заманынан келе жатқан бұрғылау қондырғыларымен техникаларды қолдануда. Өнім жақсы болғанымен техниканың басты күші адамға келетін зиян мен басқа да факторлар өте көп. Мен осы бұрғылау қондырғысын таңдау себебім қазіргі заманға сай бұрғылау түрі. Ол өндіріс орны үшін де жұмыс атқарушы қызметкерлер үшін де өте тиімді. Геологиялық зерттеу жұмыстарына Rc бұрғылау түрін пайдалану тиімді болып келеді.

Жұмыстың орындалуын адам емес техника орындайтын заманға жететін кез келді...

Қолданылған әдебиеттер:

1. Патент на полезную модель №96160 РФ. IPC E21B4/20, E21B7/24. Скважинный осциллятор / Хузина Л.Б., Набиуллин Р.Б., Любимова С.В. Заявлено: 07.10.2008. Опубл. 20.07.2010.

2. Патент №2236540 РФ. IPC E21B7/24. Вибратор для бурения скважин /Габдрахимов Н.М., Хузина Л.Б., Габдрахимов М.С. Заявлено 30.12.2002. Опубл:20.09.2004.

3. Хузина Л.Б., Янтурин Р.А. Увеличение длины горизонтального участка ствола при бурении с использованием скважинных вибраторов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2006. №11. С. 10 - 14.

4. Петров Н.А. Вскрытие и разобщение продуктивных пластов низкопроницаемых терригенных коллекторов Западной Сибири (теоретические основы, промысловый эксперимент, внедрение). Автореферат дисс. ... д.т.н., Москва, 2011 г.

5. ЗАО «НПО Полицелл». URL: http: www.npo-polycell.ru

6. Селезнев А.А., Кореняко А.В., Здобнова О.Л., Абдуллин Р.М., Лукманов Р.Р. Результаты испытаний смазочных добавок к буровым растворам // Нефтяное хозяйство. 2011. №7. С. 89 - 93.

7. Тахаутдинов Ш.Ф., Ибрагимов Н.Г., Студенский М.Н., Ахмадишин Ф.Ф., Оганов С.А., Зубарев В.И. Проблемы горизонтального бурения на залежи битумов/ Нефтяное хозяйство. 2007. №7. С. 30 - 33.

8. Патент №2362866 РФ. IPC E21B4/20, E21B7/24. Ударно-вращательное устройство / Эдисон А.М., Иннес Р.А. Заявлено 28.01.2005. Опубл.: 27.07.2009.

9. Сравнительная эффективность действия отечественных и зарубежных смазочных добавок, применяемых в бурении, при введении их в глинистый и биополимерный растворы // ООО «Реагент».

Батырханов Рустам Адлетович

Пневмоударная бурение. РС бурение

Аннотация: В этом проекте я расскажу об уникальном типе бурового процесса в геологии. Тип бурения РС внутри пневмоударная бурения . То есть технология его работы также описываю его особенности. Бурение РС работает путем продувки воздуха по штангам с пробурением методом обратного продувки. По внутреннему трубопроводу, расположенному в нем, повышается необходимая вода и шлам

Ключевые слова: Бурение пневмоударная, метод обратного дутья, движение воздушного потока, бурение РС.

Batyrkhanov Rustam Adletovish

Pneumatic drilling. RC drilling

Abstract: In this project, I will talk about a unique type of drilling process in Geology. Type of drilling is RS inside pneumomassage drilling . That is, the technology of its work also describes its features. Drilling RS works by blowing air on the rod probodeniem the backwash method. Through the internal pipeline, located in it, increases the necessary water and sludge.

Key words: Drilling pneumatocele, inverse blowing, the air flow, drilling RS.

УДК 553.3/.4-23

Б.З. Бейсенбиев[1], В.Ю. Селезнева[2]
Научный руководитель - В.Ю. Селезнева, ведущий геолог, канд.геол.-минерал.наук
[1] Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
[2] Товарищество с ограниченной ответственностью «Два Кей», Казахстан, г. Алматы
st_beka@mail.ru

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТРАБОТКИ МЕРТВЫХ РУДНЫХ ЗОН МЕТОДАМ ПЕРЕКРЫТИЯ ФИЛЬТРОВЫХ КОЛОН НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МЫНКУДУК

Аннотация. *Статья содержит интенсификация добычи методом перекрытия секций фильтровых колонн технологических скважин на блоках 10-51, 56-5 и 56-6 ГТП рудника «Центральный Мынкудук» ТОО «ДП «Орталык» с расчетной экономией серной кислоты за счет уменьшения ГРМ в данных блоках до конца отработки.*

Ключевые слова: *фильтровые колоны, перекрытия, интервал, мертвые рудные зоны, ГРМ-горнорудное масса.*

Введение. В месторождении Центральный Мынкудук есть блоки, которые отрабатывались довольно длительное время и фактические геотехнологические параметры, которых уже отстают от проектных значений. Таким образом на данных блоках сохраняются зоны с большим остатком неотработанных запасов урана. В некоторых таких зонах была проведена эксплуатационная разведка и дополнительное бурение с целью уточнения положения неотработанных зон. Во всех случаях неотработанные зоны локализованы на водоупоре. Это обусловлено тем, что при вскрытии использовались фильтры 10-12 м, и как ранее было подтверждено интерпретацией расходометрии, данные фильтры работали неполностью, а именно только верхняя их часть. Исходя из этого предусмотрено перекрытие верхней части фильтровых колонн на части скважин с целью возможного отсечения объемов безрудных пород, вовлекаемых в проработку (снижение концентрации урана в продуктивных растворах).

Проведенные исследования и практическое исполнение

Сама идея перекрытия фильтровых колонн технологических скважин основана на гидрогеологических расчетах и данных по работе скважин и преследует решение двух задач:

1. Отсечение от проработки технологическими растворами пустых пород, сокращение горнорудной массы (ГРМ), что влечет за собой экономию серной кислоты и интенсификацию извлечения урана из недр.
2. Активизация работы ранее незадействованных секций фильтровых колонн, который также влечет за собой интенсификацию извлечения урана из недр.

По первому направлению работы по перекрытию фильтров были произведены на блоках 10-51, 56-5 и 56-6. Это сравнительно новые блока, которые находятся на стадии активного выщелачивания и где производится подача серной кислоты.

Перекрытие фильтров блоков 10-51, 56-5 и 56-6

Ошибки в выборе интервалов установки фильтровых колонн при вскрытии данных технологических блоков заключаются в том, что рудные тела мощностью 4 м - 7 м, расположенное на нижнем водоупоре, были вскрыты фильтровыми колоннами мощностью 10 м – 12 м. Верхние интервалы фильтровых колонн в большинстве скважин находятся в пустых окисленных породах, тем самым вовлекая в отработку эти пустые породы, что ведёт к разубоживанию продуктивных растворов и перерасходу серной кислоты.

Данные интерпретации расходометрии технологических скважин подтверждают, что независимо от количества секций фильтровой колонны, основную работу скважины по

дебиту (приемистости) берут на себя верхние секции. Поэтому в процессе эксплуатации рудное тело отрабатывается неравномерно и появляется необходимость в мерах по интенсификации добычи.

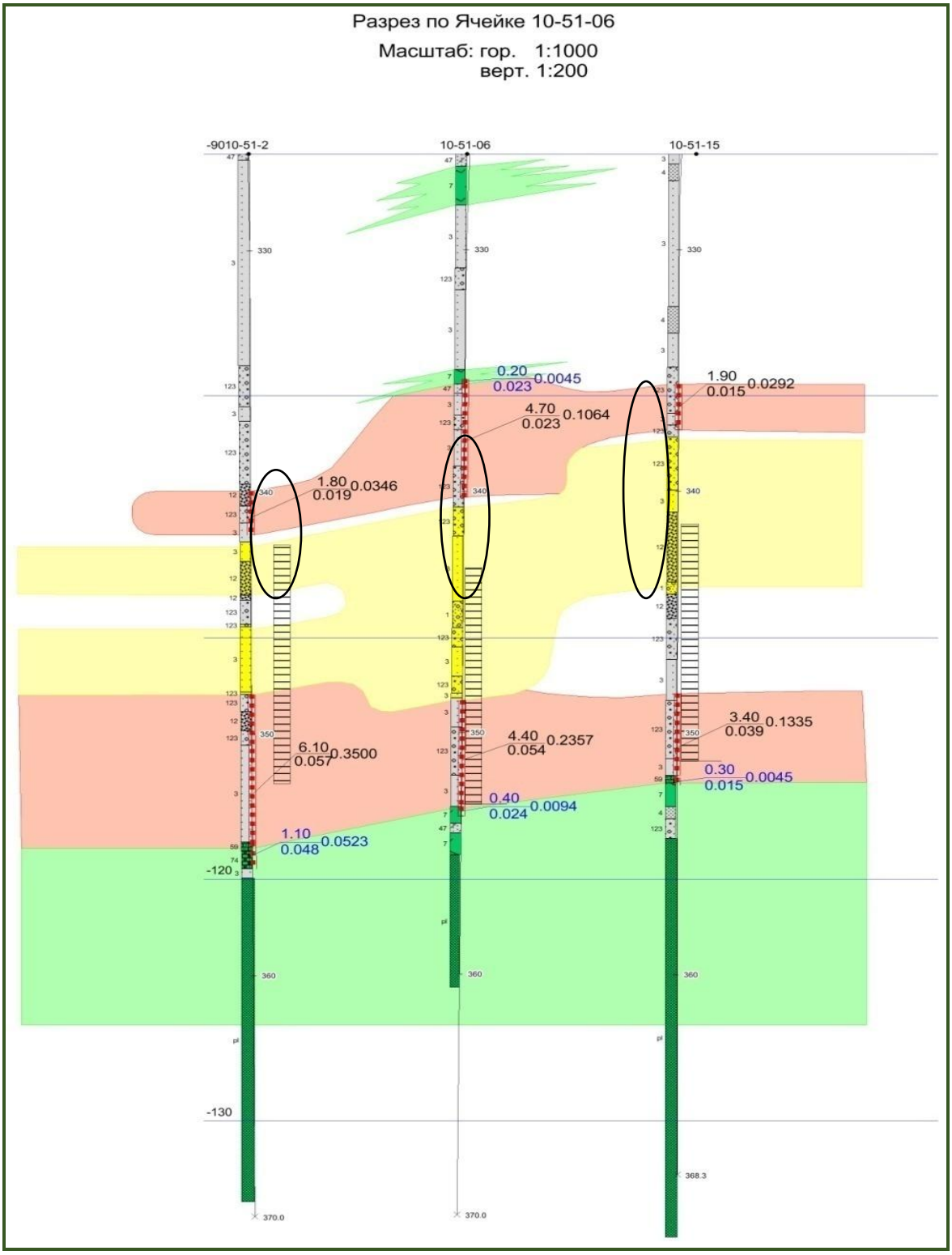


Рисунок 1 – Разрез по ячейке. Верхние интервалы фильтровых колонн, расположенные в пустых окисленных породах указаны в овалах. Рудное тело показано красным

Цель метода по выборочному перекрытию секций фильтровой колонны скважины в том, чтобы заставить работать те секции, которые не работали ранее, снизить работоспособность секций, которые не востребованы на данном этапе отработки.

Суть метода в том, что в требуемом для перекрытия интервале фильтровой колонны, с поверхности с помощью буровой установки, на внутренней стороне перфорации фильтровой колонны устанавливается отрезок пластиковой трубы-заглушки. Перекрытая таким образом секция или несколько секций фильтровой колонны оказывается изолированной и исключается из работы, эти секции перестают принимать и отдавать растворы. Работу фильтровой колонны принимают на себя секции, которые ранее в работе участвовали слабо, или не работали. Меняются режимы и положения движения технологических растворов в пределах горнорудной массы технологического блока, в отработку вовлекаются участки рудного тела, бывшие в так называемых “мёртвых” зонах. Повышается среднее содержание Ме в ПР, снижается разубоживание растворов и расход серной кислоты.

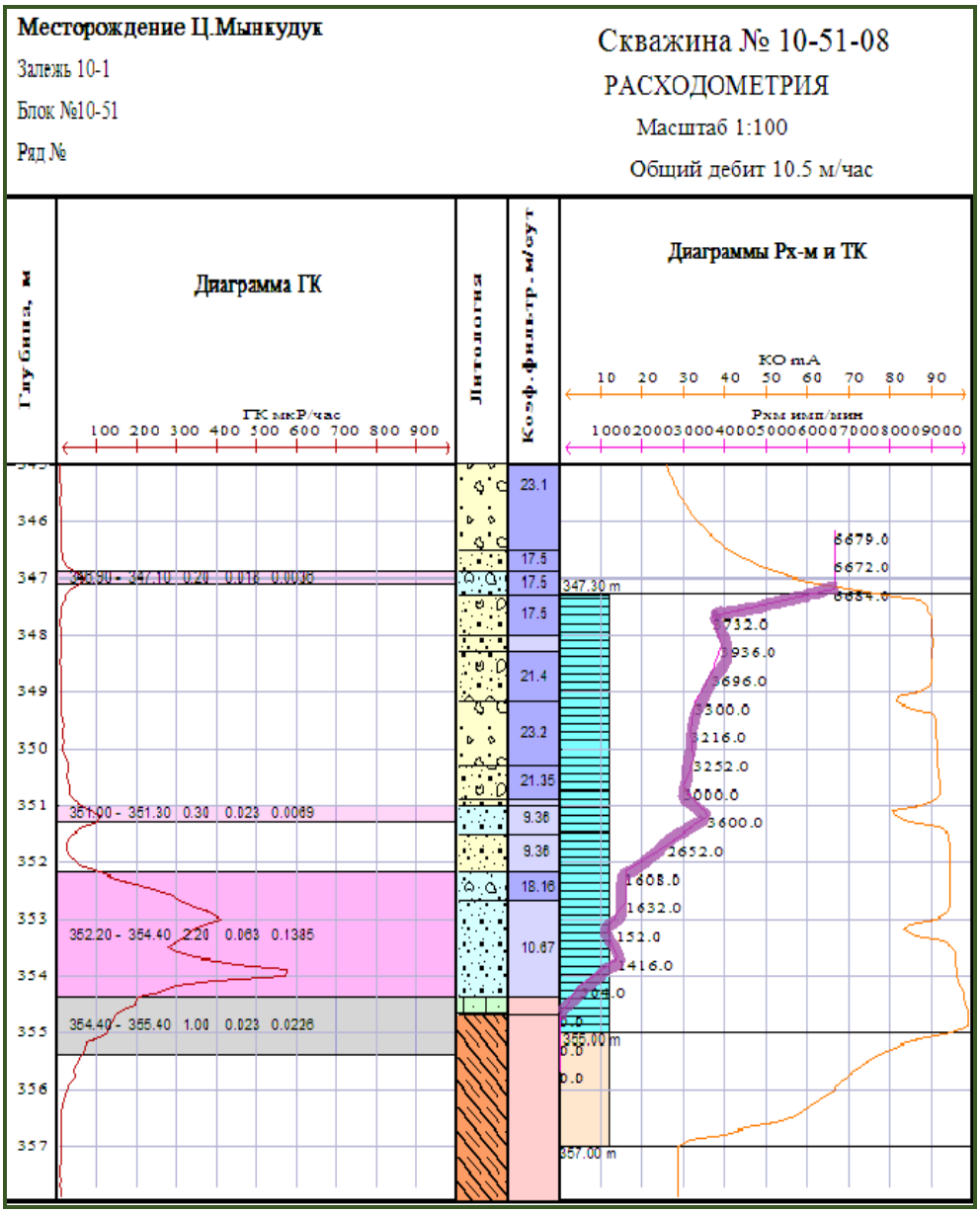


Рисунок 2 – Расходометрия

По факту перекрытия фильтровой части скважин было уменьшено количество ГРМ в каждом блоке, что приводит к расчетной экономии серной кислоты.

Ниже приведена таблица с расчетной экономией серной кислоты за счет уменьшения ГРМ в данных блоках до конца отработки.

Таблица 1. Расчетная экономия серной кислоты

№ блока	удельный расход кислоты по сост на 31.12.2016	ГРМ при вскрытии	ГРМ после перекрытия	Уменьшение ГРМ	Расчетная экономия кислоты
	кг/ГРМ	тыс. тонн	тыс. тонн	тыс. тонн	тонн
10-51	9,89	1175,9	1042,3	133,6	309
56-5	4,96	1100,5	1074,2	26,3	190
56-6	4,91	698,8	657,2	41,6	303
Всего		2975,2	2773,7	201,5	**802**

Выводы по результатам перекрытия секции фильтровых колонн по руднику «Центральный Мынкудук»

Результаты по проведению перекрытии неоднозначны. Так, например, по блокам 56-5 и 56-6 эффект от перекрытия нет. Несмотря на это за счет уменьшения ГРМ была рассчитана экономия серной кислоты до конца отработки в количестве 802 тонн.

По блоку же 10-51 эффект от перекрытия есть. Как было пояснено выше, отсутствие эффекта вероятно обусловлено тем, что нижние части рудных тел, там, где по итогам КНД был подтвержден наличие остатков запасов урана, являются непроницаемыми. В свою очередь, непроницаемость нижних частей рудных тел вероятнее всего обусловлено образованием кольматационных осадков в процессе выщелачивания. На данных участках намечены проведение НИР по разрыхлению закольматированной непроницаемой части рудного тела. Также рассматривается подача различных разрыхляющих химических реагентов.

Литературы:

1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». - Алматы, 2006 г.

2. В.П. Новик-Качан, Н.В. Губкин, Д.Т. Десятников, Н.И. Чесноков. Добыча металлов способом выщелачивания. - Министерство цветной металлургии СССР.

3. А.И. Калабин. Добыча полезных ископаемых подземным выщелачиванием. – Атомиздат. - Москва, 1969 г.

4. Отчёт о результатах детальной разведки участка «Центральный» месторождения «Мынкудук» с подсчётом запасов урана (Том I-II).

Бейсенбиев Б.З.

«Орталық Мыңқұдық» кенорнында игерілмеген рудалы аймақтарды сүзгі бағандарын жабу әдісімен өндірудің геологиялық ерекшеліктері мен тиімділігі.

Аңдатпа. Бұл мақалада Орталық Мыңқұдық кенорнында геотехнологиялық алаң бөлікшесінің 10-51, 56-5 және 56-6 блоктардағы технологиялық ұңғымалардың сүзгіш бағандарын жабу әдісімен өндіру қарқындылын осы блоктардағы кен массасы көлемін азайту арқылы күкірт қышқылын кен жұмыстары аяқталғанға дейінгі үнемдеуді көрсету.

Түйін сөздер: фильтр бағаналары, жабу, аралық, өлі рудалық аймақтар, кен массасы.

Beisenbiyev B.Z.

Geological features and efficiency of mining to by method of filter column overlap on the Central Mynkuduk deposit

Annotation. The article contains the intensification of production by overlapping sections of filter columns of process wells on blocks 10-51, 56-5 and 56-6 geotechnological field "Central Mynkuduk" LLP "DP" Ortalyk " with estimated savings of sulfuric acid by reducing the ore mass n these blocks until the end of mining

Key words: filter columns, overlappings, interval, dead ore zones, timing-mining mass.

УДК 553.495(574)+551.763

А. Дәулетұлы, М.К. Кембаев
Научный руководитель - М.К. Кембаев - доктор PhD, сениор-лектор кафедры ГСПиРМПИ (Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан.
dauletuly.ansagan@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УЧАСТКА 2 БУДЕННОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация. *Основу минерально-сырьевой базы природного урана Республики Казахстан составляют экзогенные инфильтрационные месторождения как Буденновское, где добыча ведется подземным скважинным выщелачиванием относятся к Шу-Сарысуской провинции. Урановое оруденение здесь приурочено к региональным фронтальным зонам пластового окисления. Объектом статьи является участок 2 уранового месторождения Буденновское, локализованный на глубинах от 640 до 700 м.*

Ключевые слова: *уран, месторождение, минеральный состав, рудные пески.*

Казахстан – это кладовая полезных ископаемых. И одним из ценных ее компонентов являются уран и его природные аккумуляторы – урановые руды. На настоящий момент, в пределах территории, нашего государства, выявлено 145 месторождений урана различных типов. Учитывая, такие факторы, как общность геологических позиций, генетические признаки, территориальные обособления и другие ассоциативные сведения геологами Казахстана выделено и классифицировано 6 урановорудных провинций – это Шу-Сарысуйская, Сырдарьинская, Илийская, Прибалхашская, Прикаспийская, Северо-Казахстанская. Основу минерально-сырьевой базы природного урана Республики Казахстан составляют экзогенные инфильтрационные месторождения. Так, Уванас, Мынкудук, Канжуган, Моинкум, Торткудук, Акдала, Буденновское и Инкай, где добыча ведется подземным скважинным выщелачиванием относятся к Шу-Сарысуйской провинции.

Район изученного месторождения расположен в юго-западной части Шу-Сарысуской депрессии, представляющей собой крупную эпикаледонскую впадину, характеризующуюся трехъярусным строением. В её вертикальном разрезе выделяются: 1) Складчатый фундамент, сложенный дислоцированными протерозойскими и раннепалеозойскими образованиями; 2) Промежуточный структурный этаж или литифицированный осадочный слой; 3) Платформенный чехол, представленный слаболитифицированными мезозойско-кайнозойскими отложениями, вмещающими промышленное урановое оруденение, поэтому его характеристике придается особое внимание [1].

Район месторождения представляет собой западную часть Сузакской впадины. Центральной структурой района является Аксумбинская котловина размером 80×40 км, вытянутая вдоль хр.Б.Каратау в СЗ направлении с отметками кровли палеозоя до - 600 м. Котловина ограничена с ЮЗ горст-антиклиналью Б. Каратау, с запада – Даут-Бугуджильской седловиной, на севере – Бугуджильским поднятием. Юго-западный борт осложнен Аксумбинским выступом размером 6х2 км, прослеживающимся под чехлом в СВ направлении на 20 км [2].

Характерной особенностью современных структур является комфортность складок платформенного чехла и рельефа палеозойского основания. Структурно-тектоническое строение Южного фланга рудного поля месторождения Буденновское является довольно сложным и обусловлено его позицией на СВ погружении динамично развивающегося горст антиклинального поднятия хр. Б.Каратау. Влияние блоковых структур северо-западной ("каратауской") ориентировки, ограниченных долгоживущими сбросо-сдвиговыми нарушениями, заложенными в верхнем палеозое (возможно и раньше), на палеоморфологию

древней поверхности выравнивания до верхнемелового возраста проявляется дифференцированно, усиливаясь в ЮЗ направлении, по мере приближения к ГКР [3].

Месторождение Буденновское вместе с северным его продолжением – Инкай, контролируется передовой частью гигантской дуги, которую образуют региональные рудообразующие фронты пластового окисления в проницаемых горизонтах верхнего мела. Рудоносные зоны месторождения прослеживаются с С на Ю на расстояние около 51 км от профиля 0 (сев.граница) до Жабакольского профиля (на юге).

В наиболее разбуренной юго-западной части геологического отвода (участок 2, сеть 200×50 м) ширина крыльевых прямолинейных элементов залежей в нижнее инкудукском под горизонте достигает от 100 м до 400 м (по нормали). Ширина мешковых частей залежей (по границе выклинивания ЗПО) достигает от 300 м до 500 м, протяженность ролловых частей – от 200 м до 600 м [4].

В составе рудных песков резко преобладают нерастворимые и трудно растворимые в кислотах минералы (в ср.98,5 %) (таблица 1-3).

Таблица 1. Минеральный состав урановых руд (растворимость в кислотах, весовые %)

Минералы	Нижнеинкудукский подгоризонт					
	Профиль					
	3а	4 (1048)	4а (1048)	6а (1016)	7 (1000)	Среднее
Нерастворимые						
Кварц	58,79	59,27	60,65	52,10	59,85	58,13
Акцессорные минералы	0,19	0,18	0,14	0,25	0,18	0,19
Обломки кремнистых пород	14,67	17,80	14,94	18,51	11,16	15,42
Итого:	73,65	77,25	75,73	70,86	71,19	73,74
Труднорастворимые						
Полевые шпаты	12,67	7,29	8,16	9,89	12,43	10,09
Мусковит	0,42	0,20	0,75	0,30	0,71	0,48
Каолинит	4,38	6,60	8,13	8,62	8,33	7,21
Гидрослюды	2,38	1,84	2,10	2,52	1,75	2,12
Биотит	-	0,1	0,03	-	-	0,03
Монтмориллонит	5,75	5,85	3,79	6,88	4,53	5,36
Органическое вещество	0,09	-	0,01	-	0,39	0,08
Итого:	25,6	21,79	22,93	28,21	28,14	25,33
Растворимые						
Минералы урана	0,54	0,06	0,05	0,02	0,16	0,17
Карбонаты, фосфаты	0,01	-	0,29	0,06	0,14	0,10
Лимонит	-	0,71	0,81	0,72	0,21	0,45
Сульфиды	0,01	0,09	0,16	0,13	0,16	0,11
Селеновые минералы	0,19	-	-	-	-	0,05
Итого:	0,75	0,96	1,36	0,95	0,83	0,93

Положение месторождения во фронтальной части регионального потока пластовых вод, значительная мощность и высокая проницаемость продуктивных горизонтов определили ряд особенностей оруденения на данном объекте. Среди них следует выделить очень сложную морфологию оруденения в плане, что нашло свое выражение в извилистости, глубокой и частой "гофрировке" рудных лент, повторяющих весьма прихотливые очертания рудоконтролирующих границ ЗПО, большой размах оруденения по вертикали, отчетливо проявленную его много ярусность, очень сложные и разнообразные формы рудных залежей в вертикальных разрезах, значительные масштабы рудоносности, высокую продуктивность залежей и определенные особенности вещественного состава руд.

В отличие от месторождений Мынкудук, где основным рудовмещающим горизонтом является мынкудукский, и Инкай, на котором оба горизонта по своей рудоносности

примерно равноценны, на Буденновском основные запасы урана сосредоточены в инкудукском макроцикле [5, 1].

Преобладающими из них являются кварц (до 60,65 %), полевой шпат (до 12,67 %), обломки кремнистых пород (до 18,51 %) и слюды (до 6,1 %). Минералы глин – монтмориллонит, каолинит и слюды находятся в устойчивой ассоциации друг с другом. Ими сложен цемент рудных песков (от 15 % до 20,2 %).

Урановые руды Буденновского месторождения являются, по существу, монометальными. Набор элементов-спутников, присутствующих в рудных залежах или в их окружении, весьма ограничен, причем концентрации их очень редко достигают значимых содержаний и не устойчивы по распределению в разрезах и по латерали [6].

Таблица 2. Среднестатистические содержания сопутствующих элементов в профиле эпигенетической зональности

Геохимические типы пород	Re, г/т	Sc, г/т	Y, г/т	Se, %	ΣTR+Y, г/т
Пески серые безрудные	0,02 782	3,7 817	19,9 172	0,003 125	129,9 172
Пески серые рудные	0,04 151	3,3 148	17,7 134	0,006 127	140,0 131
Пески окисленные	0,00 649	3,4 690	20,4 147	0,004 163	139,3 171
Глины и алевриты	0,02 77	19,7 278	34,3 144	0,009 174	161,5 137

Оценка геотехнологических условий участка 2 производилась на основе изучения вещественного и химического состава руд, и наличия в них вредных примесей, влияющих на процесс подземного выщелачивания, а также изучения фильтрационных свойств рудовмещающих отложений по данным опытных откачек и электрокаротажа. Технологические свойства руд и их пригодность для отработки СПВ определялись по двум направлениям:

- лабораторные опыты по сернокислотному выщелачиванию урана (проба 96 т) из руд инкудукского горизонта
- полномасштабный натурный опыт по СПВ [7].

Рудные пески участка 2 Буденновского месторождения характеризуются хорошей проницаемостью, обусловленной относительно низким содержанием глинистых минералов и преобладанием крупно-среднезернистой фракции. Коэффициент фильтрации по данным откачек – от 1,3 м/сут. до 7,2 м/сут. Пески состоят в основном из кислотостойких минералов: содержание кремнекислоты достигает от 85 % до 90 %.

Урановые минералы (коффинит и настуран) находятся в тонкодисперсной форме и легко переходят в раствор слабой серной кислоты и бикарбоната аммония.

Таблица 3. Содержание радионуклидов в продуктивных растворах

Элемент	ПДК, Кюри/л	Карбонатная отмывка	Сернокислотное выщелачивание
Th 230	$2{,}2\text{x}10^{-11}$	$3{,}7\text{x}10^{-10}$	$5{,}5\text{x}10^{-8}$
Po 210	$3{,}9\text{x}10^{-10}$	$8{,}0\text{x}10^{-11}$	$2{,}3\text{x}10^{-9}$
Pb 210	$7{,}7\text{x}10^{-11}$	$3{,}0\text{x}10^{-10}$	$7{,}4\text{x}10^{-9}$
Ra 226	$5{,}4\text{x}10^{-11}$	$1{,}3\text{x}10^{-8}$	$8{,}4\text{x}10^{-9}$

Из таблицы видно, что при сернокислотном выщелачивании содержание радионуклидов в растворе превышает ПДК на один – три порядка, а при карбонатной отмывке радионуклиды находятся на уровне значений ПДК, за исключением радия – 226 [1,8].

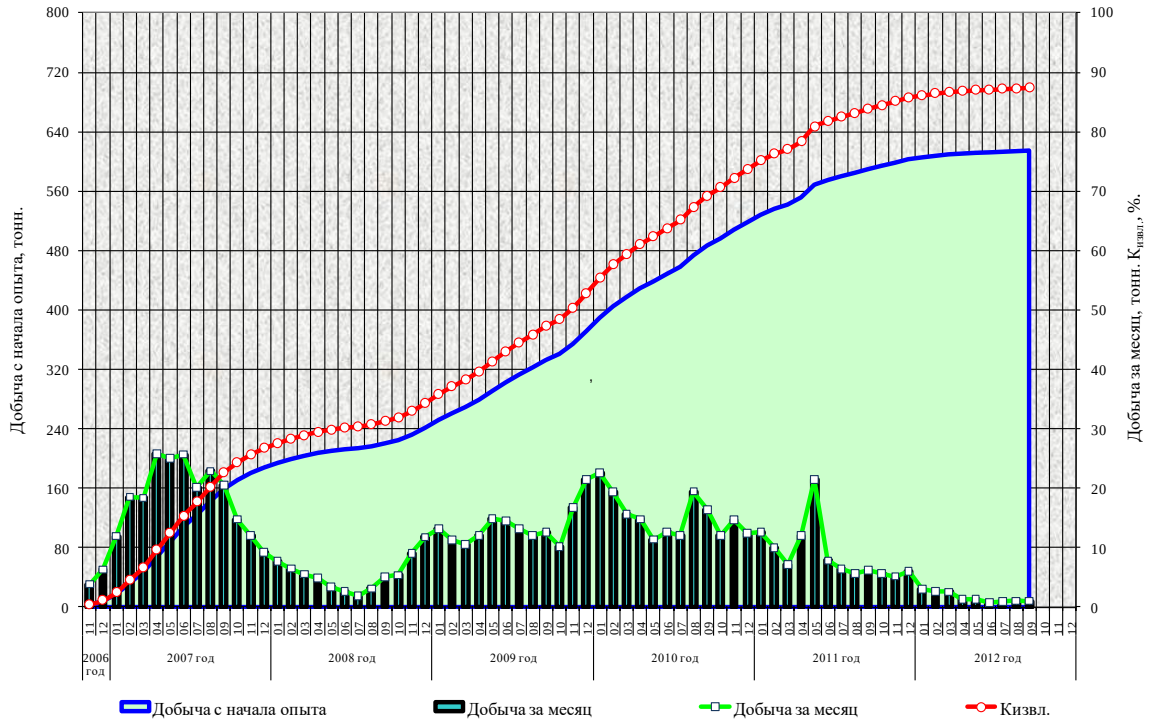


Рисунок 1 - Динамика изменения добычи урана и степени его извлечения из недр на участке ОПВ

За период выщелачивания на участке ОПВ добыто 600,43 т урана, средняя месячная добыча составила – 8,58 т.

Изменение темпов добычи находится в прямой зависимости с динамикой изменения содержания урана в продуктивных растворах и изменением отношения Ж:Т, практически совпадает с характером кривой изменения степени извлечения урана из недр [1, 8].

Литературы:

1. С.М.Сушко, А.Ф.Вершков. Отчет о результатах детальной разведки с подсчетом запасов и ресурсов урана по категориям C_1, C_2 и P_1 на участке 2 месторождения Буденновское. Алматы, 2012. 65-71-93 с.

2. Ахмедсафин У. М., Джабасов М. Х., Сыдыков Ж. С. и др. Территориальное распределение ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, "Наука", 1979, 152 с.

3. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М., Недра, 1973, 304 с.

4. Джакелов А.К. Формирование подземных вод Чу-Сарысуйского артезианского бассейна. Алматы, Разведка и охрана недр, 1993, № 2

5. Аубакиров Х.Б. и др. Отчет Чулак-Курганской экспедиции № 5 за 1982-1986 гг. "Выделение перспективных площадей для поисков месторождений урана в отложениях мезозоя-кайнозоя ЮЗ части ЧСД и палеозоя хр. М.Каратау с составлением геологических карт масштаба 1:200 000". Алматы, фонды АО "Волковгеология", 1986

6. Берикболов Б.Р., Вершков А.Ф., Александров Ю.С. Отчет с подсчетом запасов урана по залежи I в южной части месторождения Буденновское по состоянию на 01.01.2004 г. Алматы, фонды АО "Волковгеология", 2004

7. В.Е. Иванов, С.Н. Шоларь, Н.Ф. Макарова. Инженерно-геологический отчет по объекту "Рабочий проект опытных работ ИВ на месторождении Будённовское - 2" в Созакском районе ЮКО, ТОО "Шымкент-Каздорпроект", Шымкент, 2006

8. "Техническая инструкция по проведению ГИС". М., Недра, 1985.

А. Дәулетұлы, М.К. Кембаев

Буденнов кенорнындағы 2-бөлікше геологиялық құрылымының ерекшеліктері

Аңдатпа. Қазақстан Республикасының табиғи уран минерал шикізат базасының негізін экзогендік инфильтрациялық кенорындар құрайды. Өндірілуі жерасты шаймалау ұңғымалары арқылы жүргізілетін Буденнов кенорны Шу-Сарысу провинциясына жатады. Мұнда уран кенденуі аймақтық фронттық зона қабаттық тотығумен ұштасады. Материал нысаны ретінде тереңдігі 640-700 м-ге дейін шоғырланған кенорнындағы 2-бөлікше болып табылады.

Түйін сөздер: уран, кенорын, минералдық құрам, рудалы құм.

A. Dauletuly, M.K. Kembayev

Features of a geological structure of site 2 of the Budyonnov deposit

Annotation. The basis of mineral resources of natural uranium of the Republic of Kazakhstan is made by exogenous infiltration fields as Budennov deposit, where production is conducted by underground borehole leaching treat the Shue-Sarysu province. Uranium mineralization is dated for regional frontal areas of bedded oxidation here. Subject of article is site 2 of the uranium deposit Budyonnov, localized at depths from 640 to 700 m.

Keywords: uranium, deposits, mineral composition, ore sands.

УДК 553.3/.4-23

Д.Т.[1] Ерназарова, А.А.[2] Мендыгалиев

Научный руководитель - Я.К. Аршамов, канд.геол.-мин.наук, ассоц.профессор кафедры ГСПиРМПИ

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Сәтбаев Университеті), г. Алматы, Казахстан

[2]АО «Волковгеология» филиал ЦОМЭ, г. Алматы, Казахстан

d.yernazarova@gmail.com

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ПОДСЧЕТА ВСКРЫТЫХ ЗАПАСОВ УРАНА ДЛЯ ИХ МНОГОЭТАЖНОЙ ОТРАБОТКИ СПОСОБОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ» МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЫНКУДУК

Аннотация. *В данной статье приведен анализ существующего метода подсчета вскрытых запасов урановых руд на участке «Центральный» месторождения Мынкудук и предложен новый способ подсчета запасов - способом ближайшего района, или подсчета запасов методом многоугольников А.К. Болдырева.*

Ключевые слова: *подсчет запасов, способ ПСВ, среднеблочные параметры, метропроцент, способ многоугольников.*

Месторождение Мынкудук является одним из крупнейших урановых объектов пластово-инфильтрационного типа в Шу-Сарысуйской провинции на территории Республики Казахстан.

Практически все урановое оруденение на участке Центральный локализовано в мынкудукском продуктивном горизонте, в его пределах выделяются две основные залежи: залежь 10, самая крупная на месторождении Мынкудук, протяженностью до 26,4 км, при ширине от 50 до 800 м, и залежь 8, длиной 8,8 км при ширине от 50 до 1300 м [1].

Рисунок 1 - Схема расположения участков месторождения

В настоящее время, существуют различные методические проблемы, связанные с подсчетом вскрытых и не вскрытых запасов урана для их многоэтажной отработки способом подземного скважинного выщелачивания (далее - ПСВ). В связи с чем, был проведен анализ используемого метода и предложен вариант решения данных вопросов.

Первый подсчет запасов урана по месторождению Мынкудук был представлен в ГКЗ СССР в 1981 г. по результатам I-го этапа детальной разведки за период работ 1973-1981 гг. Подсчет, проведенный по категориям C_1 и C_2 с оценкой общих масштабов месторождения по состоянию на 01.01.81 г., был рассмотрен в ГКЗ и запасы урана в авторских цифрах утверждены протоколом. В 2010 г. выполнен «Отчет о результатах детальной разведки участка Центральный уранового месторождения Мынкудук с подсчётом запасов урана». По результатам отчета был разработан проект вскрытия запасов урана, проведено вскрытие геологических блоков урана технологическими блоками, подготовка запасов к добыче и начата их отработка способом подземного скважинного выщелачивания [1].

В связи с тем, что разведка и освоение руд такого типа проводится большим количеством исключительно вертикально пробуренных скважин, основными распространёнными методами подсчёта вскрытых запасов урана на месторождениях пластово-инфильтрационного типа являются среднеблочные методы геологических блоков и ячеек.

Что касается способа геологических блоков, то он используется также для подсчёта и утверждения в ГКЗ разведанных геологических запасов урана. Так как данный метод построен на вычислении среднеблочных параметров при общей площади блока в целом, то в данном методе для уменьшения влияния погрешности подсчёта вызванной неравномерностью сети используется объединение близкорасположенных скважин, а безрудные скважины учитываются уменьшением соответствующего коэффициента рудоносности, что для подсчёта вскрытых запасов не соответствует методическим рекомендациям инструкции по подземному скважинному выщелачиванию урана (Алматы, 2006) и, в связи с отличительными особенностями конфигурации технологических блоков, при ряде проблемных случаев является недостаточно точным методом для подсчёта вскрытых запасов урана, а также трудноreализуемым в связи с намного большим количеством скважин, чем после разведки.

Аналогичные проблемы, связанные с неравномерностью сети, при использовании в подсчёте всех имеющихся скважин возникают и при использовании метода ячеек. При неизбежном, для данной стадии подсчёта запасов, наличии большей частоты скважин в области более богатых либо более бедных по метропроценту руд, происходит

соответствующее завышение или занижением вскрытых запасов от их истинных значений. Более того, так как контуром технологических блоков служат закачные скважины, то равноценное участие их параметров в среднеблочных параметрах блоков также приводит к искажению количества запасов от фактических, поскольку площадь их области влияния фактически ниже центральных по месторасположению скважин. Особенно сильно подобные искажения сказываются на узких блоках.

Ещё одним важным минусом этих двух методов является их не предназначенность для подсчёта не вскрытых запасов урана, так как не вскрытые запасы имеются не в каждой скважине блока, то полностью нарушается используемая в подсчёте сеть, в связи с чем использование данных методов для данной цели становится не уместным.

Все перечисленные выше проблемы решаются при отказе от среднеблочных вычислений и использовании метода Болдырева с использованием способа ближайшего района (многоугольников, полигонов Воронова) позволяющим посчитать запасы по каждой скважине по площади области её влияния на блок независимо от равномерности сети скважин и контуров блока. На плане подсчета запасов каждую выработку соединяют с соседними вспомогательными прямыми линиями. Из середин этих линий восстанавливают перпендикуляры. Перпендикуляры, встречаясь друг с другом, замыкают вокруг каждой выработки многоугольник, все точки которого ближе к расположенной в центре его выработке, чем к любой другой выработке. Таким образом, весь подсчетный план расчленяется на многоугольники, а тело полезного ископаемого как бы преобразуется в группу сомкнутых многогранных призм, основанием которых являются указанные выше многоугольники, а высотой — мощность тела по выработке, находящейся в центре многоугольника. Общие запасы определяются простым суммированием запасов отдельных призм [2].

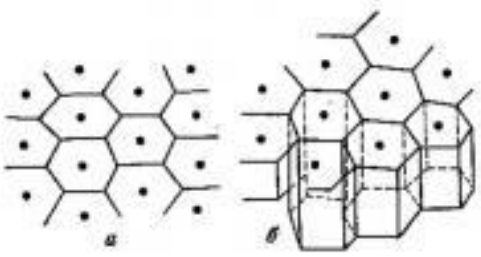


Рисунок 2 – Схема разбивки рудного тела на блоки при подсчете запасов способом ближайшего района

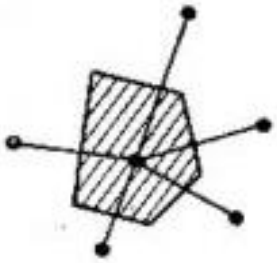


Рисунок 2.1 – Схема построения многоугольников

В одной из заказных научно-исследовательских работ выполненных силами филиала АО «Волковгеология» ЦОМЭ, от нас был приведён наглядный пример, что если на одну центральную откачную скважину с метропроцентом 0.5000, придётся 6 контурных закачных скважин с метропроцентом 0.0500, то среднеблочный метропроцент ячейки-блока составит 0,1143 и, при площади ячейки 3 000 м^2 и объёмном весе 1,7 т/м^3 среднеблочным способом на общую площадь будет насчитано 5,8293 тонн урана, тогда как центральная скважина ячейки на самом деле будет иметь площадь влияния около 930 м^2 (31% блока-ячейки) и, отказавшись от способа среднеблочных расчётов при общей площади, при пересчёте используя способ многоугольников (Вороного), запасы блока-ячейки составят 9,6645 тонн урана, так как крайние закачные скважины входят в блок лишь той частью своей площадного влияния, которая направлена в направлении к откачной скважине (находится в контуре блока), а откачная скважина всей своей площадью влияния входит в блок. Поэтому для технологических блоков при подсчёте запасов урана наиболее предпочтительным является отказаться от среднеблочных вычислений при общей площади блока и перейти на способ многоугольников.

Раньше использование данного метода расчёта площадей было крайне трудновыполнимо из-за необходимости ручной рисовки многоугольников и ручного расчёта их площадей, но к сегодняшнему дню, благодаря развитию компьютерных технологий позволяющих выстраивать полигоны вороного за считанные секунды (например, в базовом функционале программы Mapinfo) данный метод стал не только самым точным, простым и удобным при подсчёте вскрытых запасов урана на месторождениях пластово-инфильтрационного типа, но также и самым быстрым и удобным в использовании, в связи с чем, в той же упомянутой выше НИР, нами было предложено использовать именно данный способ.

В ходе пересчета запасов, искажение, вызванное неравномерностью площадного влияния при среднеблочных параметрах вычисления для одного участка, обычно может составлять около 5-15%, чего можно избежать, используя способ подсчёта по новой методике. Уменьшить погрешность можно также отойдя от некоторых инструктивных рекомендаций и объединяя скважины к заданной сети. В таком случае скважины объединяются так, чтобы их плановое расположение было как можно ближе к заданной сети и если расстояние между двумя и более скважинами не больше половины заданной сети, то такие скважины объединяются в одну, указывается их верхняя и нижняя границы рудных интервалов, складываются их суммарные метропроценты и мощности и делятся на количество скважин, а выведенный метропроцент делится на выведенную мощностью для получения содержания урана.

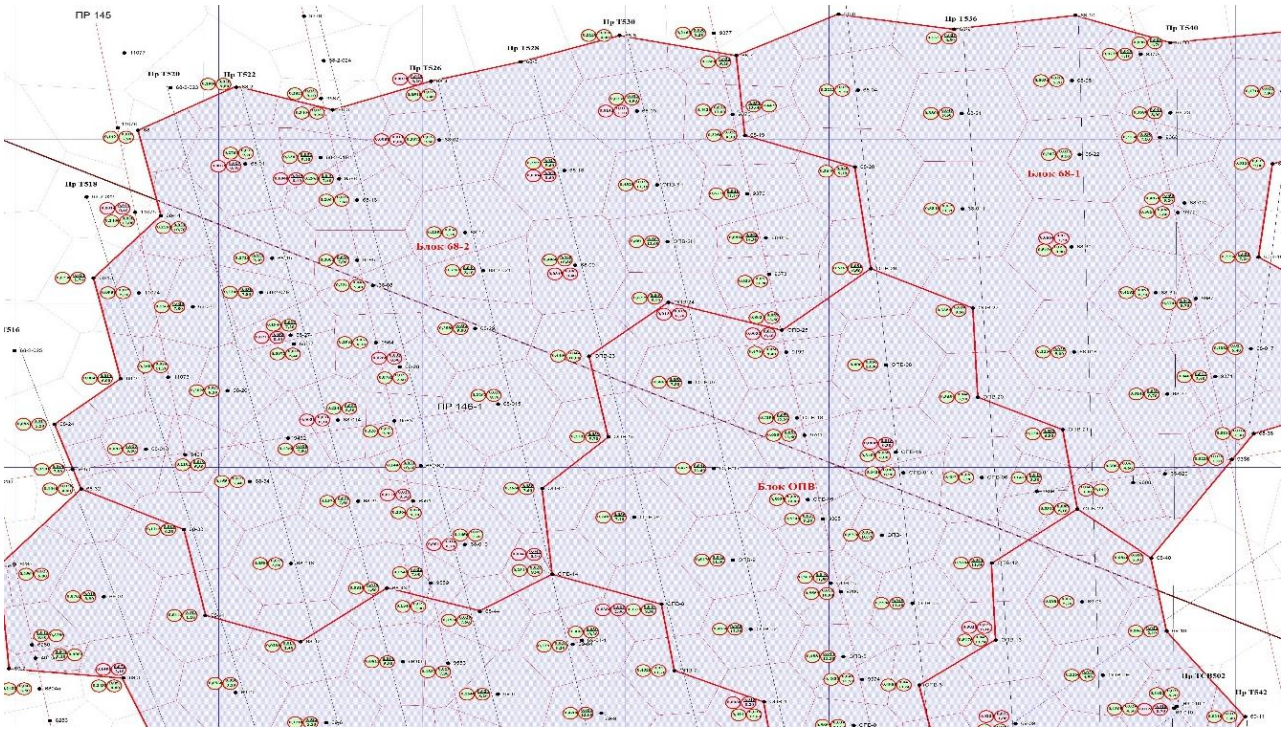


Рисунок 3 – Фрагмент плана подсчета запасов участка Центральный м-ия Мынкудук, выполненный по программе Mapinfo

При многоэтажной отработке руд данный метод становится ещё более востребован, в связи с необходимостью поэтажного расчета вскрытых запасов урана, когда площади и конфигурации этажей меняются на различных глубинах с каким-либо условным делением по проектной зоне циркуляции продуктивных растворов и любые среднеблочные вычисления становятся всё сложнее и погрешнее.

Многоэтажная отработка важна для прицельной подачи кислоты в интересуемые рудные зоны, с целью уменьшения необходимого её количества на извлечение урана, но используемые среднеблочные вычисления сводят к нулю информацию о площадном

поэтажном распределении продуктивности, тогда как предложенный метод позволяет видеть продуктивность каждой отдельной площади в заданных этажах (глубинах).

На основании проведенного исследования, установлено, что предлагаемая методика обладает целым рядом преимуществ перед используемыми ранее методами, среди которых: 1) более высокая точность подсчёта; 2) простота подсчёта; 3) возможность подсчёта узких по площади блоков без площадного искажения; 4) отсутствие необходимости в среднеблочных вычислениях, объединении скважин и использовании коэффициента рудоносности без искажения количества запасов; 5) более быстрый расчёт при использовании современных компьютерных программных решений; 6) возможность вывода всех значений по каждой скважине, ячейке и любой выбранной конфигурации; 7) возможность подсчёта не только вскрытых, но также и не вскрытых запасов по не вскрытым рудным интервалам; 8) возможность использования в подсчёте всех скважин, в том числе находящихся за пределами контуров блока, но оказывающих на него площадное влияние, в значении своего влияния.

Литературы:

1. А.Ф.Вершков, А.Г.Наталов **«Отчет** о результатах детальной разведки участка Центральный уранового месторождения Мынкудук с подсчетом запасов урана по состоянию на 01.01.2010г.» - Алматы, Т.1, Книга 1. – 76 с.

2. Подсчет запасов урановых месторождений/ Под ред. М.В.Шумилина, В.А.Викентьева – М.: «Недра», 1982. – 93 с.

Ерназарова Д.Т., Мендыгалиев А.А.

Мыңқұдық кенорнының «Орталық» бөлікшесі мысалында жерасты шаймалау әдісі бойынша көпқабатты игеру үшін уранның ашылған қорын есептеудің оңтайлы әдісін таңдау

Түйіндеме. Бұл мақалада Мыңқұдық кенорнының «Орталық» бөлікшесі уран кендерінің ашылған қорын есептеудің қазіргі әдісін талдау келтірілген және қорды есептеудің жаңа тәсілі - А.К. Болдыревтің жақын аудандар немесе көпбұрыштар әдісі ұсынылған.

Түйін сөздер: қорды есептеу, ЖШӘ әдісі, орташа блок параметрлері, метропроцент, көпбұрыштар әдісі.

Yernazarova D.T., Mendygaliyev A.A.

Selection of optimal counting method open uranium reserves for their multilevel refinement with the method of underground well leaving on the example of the «Central Mynkuduk» deposit

Summary. This article provides an analysis of the existing method of counting uncovered uranium ore reserves in the Central Mynkuduk deposit and proposed a new method for calculating reserves - by the method of the nearest region, or the method of polygons reserves calculation (justified by Boldyrev A.)

Key words: reserves calculation, ISL method, block average parameters, metropercents, polygons method.

УДК 553.3/.4-23

Р.К. Жанденов
Научный руководитель – С.Н.Мустапаева, доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ГСПиРМПИ ИГиНГД имени К.Турысова
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
sarbazpk@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО РЕАГЕНТА (H_2O_2) НА РУДНИКЕ «СЕМИЗБАЙ»

Аннотация. *Статья содержит метод применения пероксида водорода на руднике «Семизбай». Пероксид водорода является отличным дополнительным реагентом для интенсификации добычи на технологических блоках.*

Ключевые слова: *пероксид водорода, подземное скважинное выщелачивание, рудник Семизбай.*

Введение

Сущность подземного выщелачивания заключается в избирательном переводе полезного компонента в жидкую фазу путем управляемого движения растворителя по руде в естественных условиях залегания. В период выщелачивания, одним из эффективных окислителем урана является железо (3+).

Месторождение Семизбай расположено на северо-восточной окраине Казахского нагорья, постепенно переходящего в Западносибирскую равнину.

Административно площадь района месторождения относится к двум областям: Акмолинской и Северо-Казахстанской, причем значительная часть месторождения (около трёх четвертей площади) находится в Уалихановском районе СКО, а остальная часть в Енбекшильдерском районе Акмолинской области (рис.1).

Рельеф района месторождения равнинный, холмистый. По характеру поверхности исследуемая территории расположена на стыке двух регионов - Западно-Сибирской низменности и области Центрально-Казахстанского мелкосопочника. Западно-Сибирская низменность занимает крайнюю северную часть района работ.

Поисково-разведочные работы проведены на площади занимаемой Центрально - Казахстанским мелкосопочником, представленным здесь цокольной денудационной равниной (водораздельная часть области Центрально-Казахстанского мелкосопочника). Поверхность равнин мелкосопочная и холмистая. Абсолютные высотные отметки сопок от 90 до 100-147м. Относительные превышения холмов над впадинами не превышают 5÷30 м. Повышенные скалистые равнины, осложненные группами и грядами крутых сопок, чередуются с пониженными пространствами межсопочных равнин, представляющих собой долинообразные или котловинообразные понижения, выполненные толщей молодых рыхлых в основном глинистых континентальных отложений неоген-четвертичного возраста.

Хорошие фильтрационные свойства пород зоны аэрации и сравнительно большое здесь количество осадков создают благоприятные условия для формирования подземного стока.

Аллювиальные аккумулятивные равнины в пределах рассматриваемой территории связаны с малыми реками внутреннего стока, оканчивающимися в озерах внутри области мелкосопочника или на ее окраинах. Долины этих рек здесь неширокие, террасированные, с узким руслом, имеющим перепады из скальных пород. В долинах развиты пойма и одна или две надпойменных террасы современного и верхнечетвертичного возраста. Террасы прослеживаются в долинах не повсеместно.

Рельеф на изучаемой территории является важным фактором в формировании подземных вод. Выходы коренных пород на поверхность создают благоприятные условия

для интенсивной инфильтрации атмосферных осадков. В ложбинах аккумулятором подземных вод являются песчано-гравийные отложения.

Ландшафт типичный для Северного Казахстана – степной с типчаково-ковыльной растительностью и сухостепным разнотравьем. Редко встречаются небольшие колки кустарников и деревьев.

Климат района резко континентальный со среднемесячной температурой летом $+18^0$С ÷ $+22^0$С (максимум 35^0С), зимой – -17 ÷ -20 ^{0}С (минимум 45^0С). Зима малоснежная, продолжительная, лето жаркое и сухое. Среднегодовое количество составляет 300 - 350 мм. Большая часть осадков выпадает в теплый период — с апреля по октябрь, в основном в течение июня и июля Наименьшее количество осадков выпадает в январе и марте. Основная масса осадков обычно выпадает в виде малоинтенсивных дождей или снегопадов.

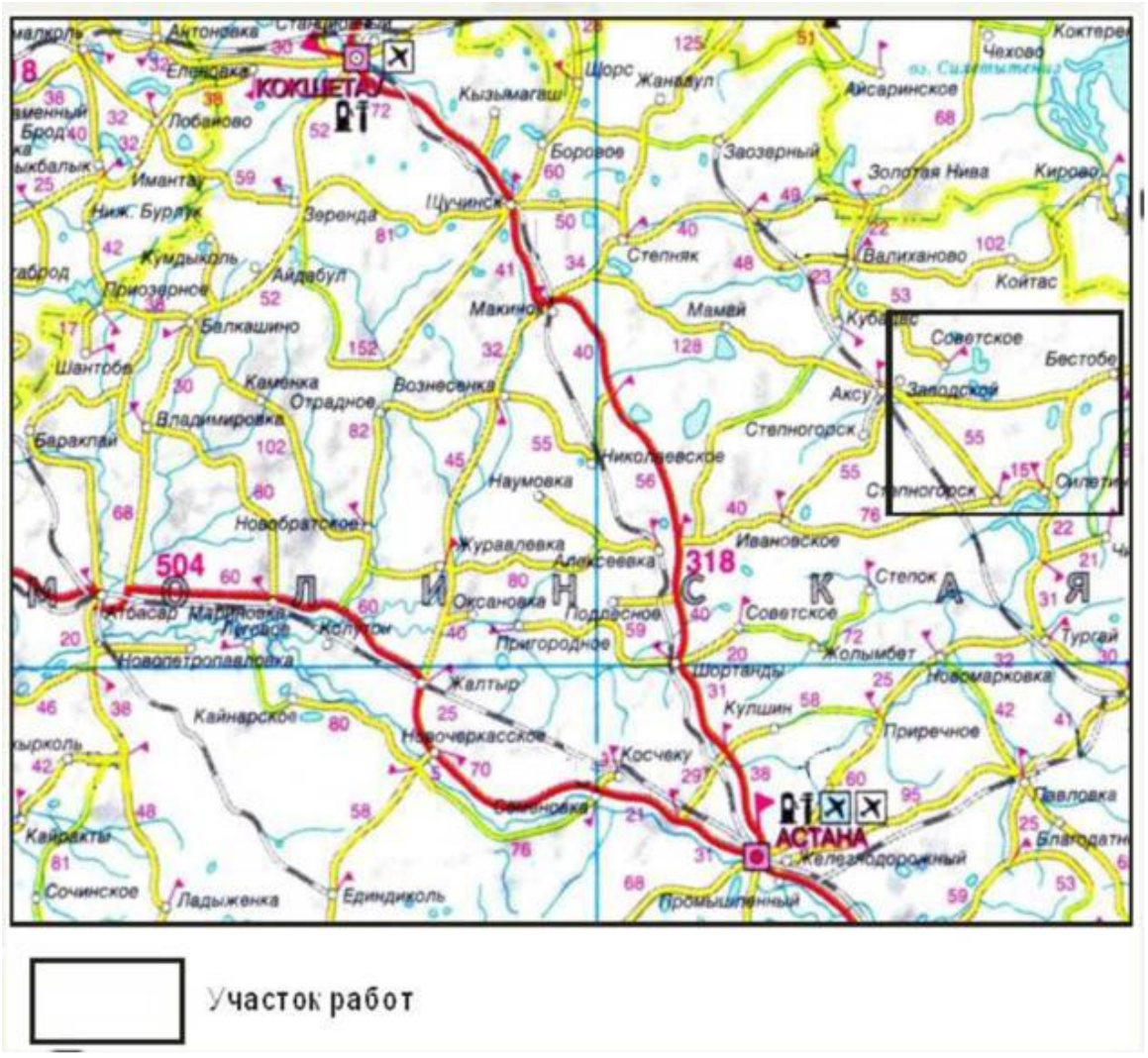


Рисунок 1 - Обзорная карта района работ

Технология скважинного выщелачивания на руднике «Семизбай»

С 2010 года на руднике «Семизбай» применяться пероксид водорода в качестве окислителя 2-х валентного железа в 3-х валентное. Пероксид водорода как окислитель напрямую не оказывает влияния на окисление урана. Задача пероксида водорода окислить содержащееся в выщелачивающих растворах растворенное железо которое находится в виде сульфатов железа, которое более чем 95 % находится в двухвалентной форме, и образуется в большинстве своем в результате растворения и частичного окисления серной кислотой сульфидов железа содержащихся в рудовмещающих породах месторождения «Семизбай».

Пероксид водорода подвергает окислению содержащиеся в выщелачивающем растворе ионы двух валентного железа до трехвалентного железа, это химическое превращение можно выразить следующим химическим уравнением:

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$$

Известно, что ионы трехвалентного железа являются эффективными окислителями окислов урана, которые повышают ОВП и окисляют четырехвалентный уран до шестивалентного.

$$UO_2 + 2Fe^{3+} = UO_2^{2+} + 2Fe^{2+}$$

Проведение ПСВ урана с применением окислителей позволяет существенно сократить срок отработки месторождения, вследствие чего, достигается существенное снижение себестоимости урана. В качестве окислителя на руднике «Семизбай» применяется пероксид водорода.

Для этого на руднике «Семизбай» в раствор маточников сорбции вводится окислитель - пероксид водорода непосредственно перед ТУЗом.

Трудности возникают при отработке силикатных форм урана. На месторождении «Семизбай» преобладают окисные формы урана (IV) и, частью, урана (VI); для их растворения важна окислительная обстановка при достаточной кислотности растворов. Для вскрытия коффинита – силиката урана (IV) – необходим более концентрированный раствор, во-первых, из-за худшей кинетики реакции растворения силикатов по сравнению с оксидами, во-вторых, чтобы осадить образованный при растворении коффинита кремнезем, который ингибирует дальнейшую реакцию после растворения поверхностной зоны зерна коффинита. Кремнезем может оставаться в виде геля до pH 1,5, препятствуя продвижению кислоты вглубь зерна коффинита, а для его диспергирования необходим достаточно крепкий раствор кислоты.

Эксперимент показал положительное влияние окислителя (пероксида водорода) на процесс ПСВ.

С начала 2018 года применение пероксида водорода в качестве окислителя на стадии активного выщелачивания (период стабильной подачи серной кислоты) на блоке 3 с целью повышения концентрации урана и интенсификации отработки блока.

Блок 3

Запасы блока – **60,048 т**. (47,11 % отработки).

ГРМ – **466,14т.т.**

Продуктивность – **3,17 кг/м^2**.

Дата начала закисления-**24.08.17 г**.

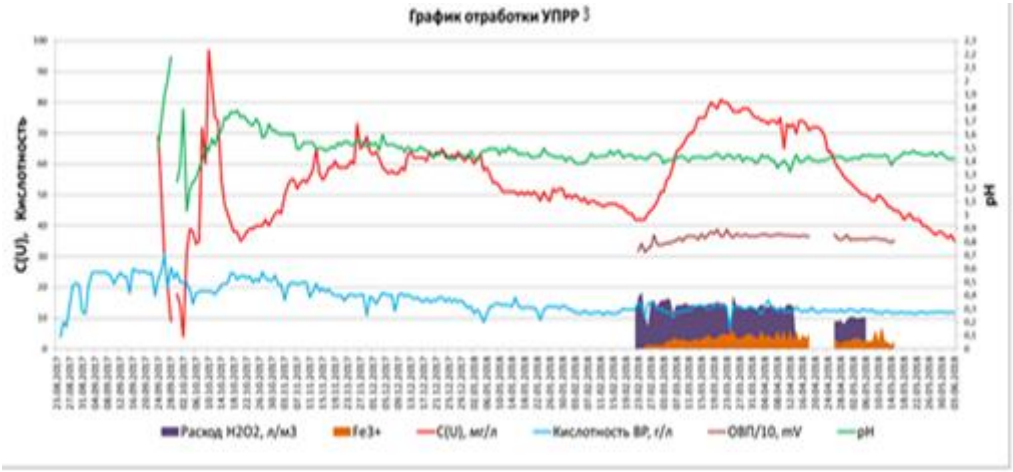


Рисунок 2 - График отработки блока №3

Технологические блока на месторождении «Семизбай» при кислотности 10 г/л не работают. Все акцессорные минералы при активном выщелачивании уже выщелачены, поэтому подаваемая кислота «частично» выщелачивает уран и свободная кислота выходит с ПР более 3,5 г/л.

Выводы. В ходе эксперимента при применении пероксида водорода на руднике «Семизбай» было доказана его эффективность в придельных концентрациях 0,33л/м3, что позволяло эффективно поднимать значения ОВП и количество железа (+3) валентного в выщелачивавших растворах без излишнего расхода пероксида водорода. А так же применения пероксида водорода существенно повлияла на концентрации полезного компонента в продуктивных растворах, что способствовало к уменьшению удельных норм на выщелачивание.

Литературы:

1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». - Алматы, 2006.

2. Аубакиров Х. Б. О причинах возникновения проблем при отработке уранового месторождения Семизбай. - Геология и охрана недр. -№ 2(63). - 2017.

3. Инструкция по подземному скважинному вы-щелачиванию урана (методические рекомендации). - Алматы, 2006.

4. Мамилов В.А. Петров Р.П. Добыча урана методом подземного выщелачивания. - М.- Атомиздат.- 1980.

5. Носков М.Д. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – Северск, 2010.

Р.К. Жанденов

«Семізбай» кенішінде қосымша химиялық реагентті (H_2O_2) қолдану

Андатпа. Мақала "Семізбай" кенішінде сутек пероксидін қолдану әдісін қамтиды. Сутек пероксиді технологиялық блоктарда өндіруді қарқындату үшін тамаша қосымша реагент болып табылады.

Түйін сөздер: сутек пероксиді, жерасты шаймалау ұңғылары.

R.K. Zhandenov

The use of additional chemical reagent (H2O2) at the mine "Semizbay"

Summary. The article contains a method of applying hydrogen peroxide at the Semizbay mine. Hydrogen peroxide is an excellent additional reagent for intensifying production at process units.

Keywords: hydrogen peroxide, in-situ leaching.

УДК 553.3/.4-23

Ш.Б. Исмагулов

Научный руководитель – А.А.Бекботаева, заведующий кафедрой ГСПиРМПИ, ассоциированный профессор, доктор PhD

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

Shahi_ismagulov@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТИ ФИЛЬТРОВ И ПРИФИЛЬТОВЫХ ЗОН В ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИНАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ИРКОЛЬ»

Аннотация. *Статья содержит новый метод применения бифторида аммония службы РВР на руднике Ирколь. Данный метод значительно увеличивает межремонтный цикл и снижает себестоимость и улучает условия труда службы РВР.*

Ключевые слова: *бифторит аммония, межремонтный цикл.*

Введение

Выбор бифторида аммония в качестве добавки к серной кислоте для воздействия на кольматанты, обусловлен его способностью превращаться, в кислой среде в плавиковую кислоту:

Плавиковая кислота, образуемая в результате реакции бифторида аммония с серной кислотой, с легкостью взаимодействует с кремнистыми соединениями, различных алюмосиликатов, являющихся составной частью кольматирующих осадков. Уникальная способность плавиковой кислоты растворять стекло и песок, широко используется в различных отраслях

Опытные работы

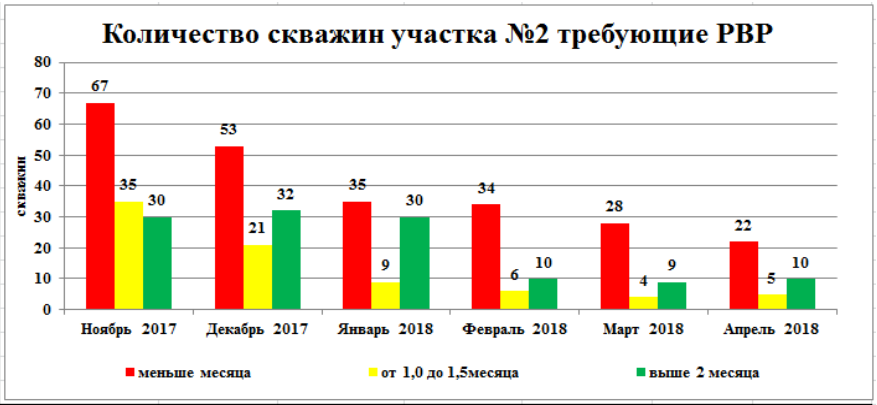
Опыты показали, что наиболее эффективным составом смеси, для проведения обработки откачных скважин, является раствор 50 г/л серной кислоты с добавкой бифторида аммония в количестве 1-2.5% от общей массы смеси.

Для производства опытных работ, специалистами филиала «Ирколь», разработана специальная установка для обработки скважин, базирующаяся на передвижной установке для прокачки скважин УПС. Главной задачей процесса, является доставка расчетного количества химического реагента в фильтровую зону, для проведения химической реакции, с соблюдением необходимой продолжительности и требований по ОТ, ТБ, промышленной и экологической безопасности.

Все опытные работы по применению бифторида аммония для восстановления производительности скважин, проводимые на филиале «Ирколь» в период с ноября 2017 года по март 2018 года, осуществлялись по одной схеме с использованием специального оборудования.

После проведения всех восстановительных работ, во все скважины было подано ВР в соответствии технологического регламента отработки блока, и производился непрерывный мониторинг.

Работы по применению бифторида аммония для восстановления производительности технологических скважин, проведенные на филиале «Ирколь» в период с ноября 2017 года по март 2018 года, открыли новые возможности в области повышения эффективности работы добычного комплекса. В ходе работ установлено, что количество технологических скважин подлежащих к РВР уменьшился (Рисунок 1). Использование бифторида аммония в качестве добавки к кислотной смеси, используемой для обработок закольматированных скважин, в совокупности с технологией РВР, внедренной на предприятии, позволяет с высокой эффективностью поддерживать плановые показатели производительности технологических скважин.



МРЦ	Ноябрь 2017	Декабрь 2017	Январь 2018	Февраль 2018	Март 2018	Апрель 2018
меньше месяца	67	53	35	34	28	22
от 1,0 до 1,5месяца	35	21	9	6	4	5
выше 2 месяца	30	32	30	10	9	10
Всего	**132**	**106**	**74**	**50**	**41**	**37**

Рисунок 1 - Количество скважин участка №2 подлежащих к РВР

По приведенным данным по РВР (таблица № 1) видна тенденция по снижению эйрлифтых прокачек на -31% за пять месяцев 2018 года.

Таблица 1. Анализ проведенных РВР за 2017-2018 год

№ п/п	Количество проведенных РВР	2017 год		2018 год			
		План	Факт	План (Всего)	План (на 25.05.2018)	Факт	Откл. П/Ф
1	Эрлифтная прокачка	6319	5342	3562	1432	994	69
2	Химическая обработка с применением БФА	681	508	1042	588	655	111
3	Химическая обработка серной кислотой	1755	1780	424	168	469	279
4	Тяжелый РВР УРБ ЗАЗ	160	188	168	65	71	109
5	Всего	8915	7818	5196	2253	2189	97

Увеличения МРЦ технологических скважин положительно влияет на процесс ПСВ, а именно:

- Поддержания технологического регламента отработки блоков.
- Увеличению концентрации урана в продуктивных растворах.
- Выдерживания баланса технологических растворов ПР и ВР по ячейкам.
- Снижению расхода серной кислоты на выщелачивание.

С целью интенсификации РВР технологических скважин и достижения поставленных целей по филиалу на 2018 год по увеличению МРЦ до значения в 30 дней, основным направлением будет применение химических методов РВР на технологических скважинах, в том числе, как применение крепких растворов серной кислоты, так и применение растворов БФА.

В стратегических целях ТОО «Семизбай-U» в области качества необходимо увеличить МРЦ технологических скважин до 30 суток, на данный момент для достижения вышеуказанных целей разработана технология РВР способствующая осуществлению поставленных задач.

Рисунок 2 - Изменение приемистости и МРЦ технологической скважины № 24-7-17-6б

Выводы. Резюмируя вышеизложенные факты необходимо увеличить количество химических реагентов, а именно бифторид аммония потребность филиала «Ирколь» на 2019 год составит 35000 тонн.

Литературы:

1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. - Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». - Алматы, 2006 г.

2. В.П. Новик-Качан, Н.В. Губкин, Д.Т. Десятников, Н.И. Чесноков. Добыча металлов способом выщелачивания. - Министерство цветной металлургии СССР.

3. А.И. Калабин. Добыча полезных ископаемых подземным выщелачиванием. - Атомиздат, Москва, 1969 г.

4. А.Менлибаев, А.М. Интыкбаев, Б.О. Дуйсебаев. Основное оборудование для производства урана. - Издательство «Бастау». - Алматы, 2004 г.

Ш.Б. Имагулов

«Иіркөл» кенорнындағы геотехнологиялық ұңғымаларда сүзгілерді және алдын ала сүзгі аймақтарын химиялық өңдеу ерекшеліктері

Түйндеме. Бұл мақалада Иіркөл кенорнындағы аммоний бифторидін жаңа әдіспен пайдалану арқылы ұңғыманы қалпына келтіру. Бул әдіс ұңғымалардың ұзақ мерзімге жұмыс істелуі және өзіндік құнын төмендеуімен қайта жөндеу қалпына келтіру (ҚЖҚК) бөлімінің жумыстарын жеңілдету.

Түйін сөздер: аммония бифториді, ұңғыманың кезекті жөндеу уақыты.

Sh.B. Ismagulov

Features of chemical processing of filters and pre-filter zones in geotechnological wells at the Irkol field

Summary. The article contains a new method of applying ammonium bifluoride, Repair and restoration work service, at the Irkol mine. This method significantly increases the turnaround cycle and reduces cost and improves working conditions of the Repair and restoration work service.

Keywords: amonium bifluorite, turnaround cycle

УДК 553.3/.4-23

А.Д. Касымбеков

Научный руководитель – А.А.Бекботаева, доктор PhD, ассоциированный профессор, заведующий кафедрой ГСПиРМПИ ИГиНГД имени К.турысова

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

kordai06@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УЧАСТКА 4 МЕСТОРОЖДЕНИЯ БУДЕННОВСКОЕ

Аннотация. *Статья посвящена особенностям геологического строения участка №4 месторождения «Буденовское», приводится литолого-фациальная характеристика вмещающих пород и уранового оруденеия, морфологические особенности урановой залежи, дана гидрогеологическая характеристика водоупорных и водонасыщенных горизонтов месторождения.*

Ключевые слова: *месторождение «Буденовское», геологическая карта, урановосное месторождения, характеристика уранового оруденения.*

Общие сведения

По геолого-промышленному типу месторождение Буденновское относится к гидрогенным месторождениям в проницаемых породах в связи с зонами пластового окисления в областях молодых орогенов. Район месторождения расположен в юго-западной части Шу-Сарысуйской депрессии, представляющей собой крупную эпикаледонскую впадину, характеризующуюся трехъярусным строением.

Характеристика уранового оруденения

Рудоносные зоны месторождения прослеживаются с севера на юг на расстояние около

51 км от профиля 0 (северная граница) до Жабакольского профиля (на юге). Ширину рудных залежей при их очень прихотливой фестончатой морфологии, слабой изученности бурением определить можно лишь ориентировочно. В наиболее разбуренной северо-западной части геологического отвода (сеть 200×50 м) ширина крыльевых прямолинейных элементов залежей в мынкудукском горизонте достигает от 200 м до 300 м. Мешковая часть имеет ширину от нескольких десятков, до 200 м.

Литолого-фациальная характеристика продуктивных горизонтов. Контроль уранового оруденения

В отличие от других участков месторождения Буденновское, на которых основные запасы урана сосредоточены в инкудукском горизонте, на участке 4 основным рудовмещающим является мынкудукский горизонт, а руды инкудукского горизонта имеют подчиненное значение (14 % от общего количества запасов урана).

Отличительной чертой Шу-Сарысуйской урановорудной провинции и месторождения Буденновское, в том числе, является практически повсеместная приуроченность промышленного оруденения к сероцветным песчаным и гравийно-песчаным породам, восстановительная способность которых определяется количеством, качеством и формой распределения углефицированного растительного вещества.

Морфология уранового оруденения

Урановое оруденение в пределах участка 4 формируется в двух горизонтах: мынкудукском (залежь 5) и инкудукском (залежь 1).

Залежь 5 имеет довольно сложную морфологию и представляет собой серию передовых и тыловых выступов, оси которых ориентированы на северо-запад по азимуту от 300° до 310°. Общая протяженность извилистой границы ЗПО в мынкудукском горизонте составляет около 25 км. В плане урановорудные залежи представляют собой извилистые ленты сложной гофрировки при общем генеральном ССЗ направлении рудоносной полосы, нередко прерываются или резко меняют мощность.

Залежь 1 в инкудукском горизонте расщепляется на четыре самостоятельных уровня. В плане оруденение так же, как и в мынкудукском горизонте, образует сложногофрированные ленты СЗ направленности.

Характеристика гидрогеологических подразделений

Шу-Сарысуский бассейн – полузамкнутая структура с погруженной центральной и приподнятыми краевыми частями, сопрягающимися с горными неотектоническими сооружениями, обрамляющими Шу-Сарысускую депрессию, и являющиеся областями формирования региональных потоков подземных вод.

Рисунок 1 – Схема структурно-гидрогеологического районирования Шу-Сарысуского артезианского бассейна

Граница Созакского артезианского бассейна проходит на востоке по Уланбель-Таласскому валу, на севере – по Тастинскому поднятию, на западе – по Бугуджильскому выступу и на юге – по подножию хребта Б. Каратау и Созакскому разлому.

В гидрогеологическом отношении в вертикальном геологическом разрезе мезозойско-кайнозойского чехла Созакского артезианского бассейна выделяются следующие структурно-гидрогеологические этажи:

- I этаж преимущественно рыхлых и слаболитифицированных образований этапа новейшей тектонической активизации (P_3^2-Q) с порово-пластовыми скоплениями подземных вод в молассоидах;
- II этаж слабосцементированных образований этапа платформенного развития (K_2-P_2^{2-3}) с порово-пластовыми скоплениями подземных вод в терригенных породах;
- III этаж слаболитифицированных и литифицированных образований этапа сводового поднятия (раннемезозойской тектономагматической активизации, рифтогенеза, T_3-J_2) с трещинно-порово-пластовыми и порово-трещинно-пластовыми скоплениями подземных вод в терригенных угленосных породах;
- IV этаж. Мезозойско-кайнозойский осадочный чехол подстилается породами IV и V этажей. IV этаж сложен литифицированными образованиями этапа субплатформенного развития (D_{3fm}-P), заключающими трещинно-пластовые, карстово-пластовые, пластово-трещинные, иногда трещинно-жильные и карстово-жильные скопления подземных вод в терригенных, карбонатных и соленосно-гипсоносных породах;
- V этаж представлен интенсивно литифицированными, в разной степени метаморфизованными осадочными и магматическими, а также метаморфическими образованиями геосинклинального (PR-S) и орогенного ($D1$-D_{2fr}) этапов развития (складчатый фундамент) с трещинно-жильными и карстово-жильными скоплениями подземных вод.

Подземные воды домезозойских толщ, распространённые под мезозойско-кайнозойским чехлом, не изучены. Породы IV и V этажей выходят на дневную поверхность в хребте Б. Каратау. Воды палеозойских и допалеозойских образований хр. Б. Каратау поступают в сопредельные части изученного региона в составе подземного и поверхностного стока.

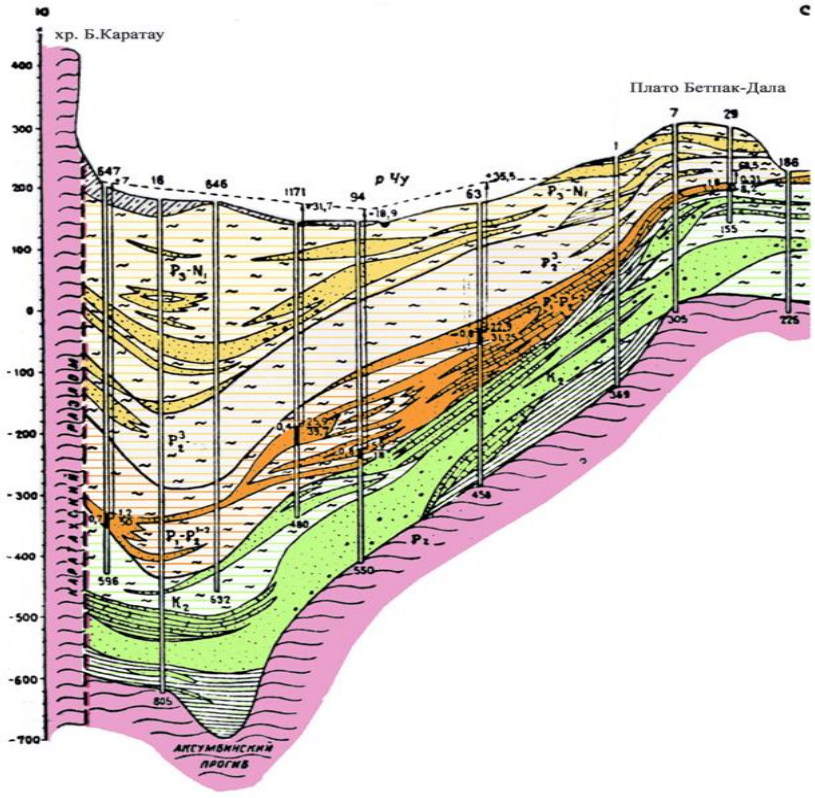


Рисунок 2 - Гидрогеологический разрез по линии IV-IV

Химический состав и тип подземных вод верхнемелового комплекса дифференцируются в зависимости от принадлежности к горизонту и от глубины залегания. На месторождении в жалпакском, инкудукском горизонтах воды преимущественно с минерализацией от 1,8 г/дм^3 до 2,0 г/дм^3, в нижнем мынкудукском горизонте минерализация увеличивается до 3,9 г/дм^3. Тип воды хлоридный натриевый. В целом на месторождении в водоносном комплексе с увеличением минерализации с глубиной увеличивается также жёсткость. Подземные воды зоны уранового оруденения характеризуются повсеместным отсутствием кислорода, низкой величиной окислительно-восстановительного потенциала при наличии сероводорода и значением pH, свидетельствующем о близнейтральной и слабощелочной реакции воды. Формирование подземных вод происходит в горных системах, окружающих Шу-Сарысускую депрессию. Местная подпитка происходит от хребта Б.Каратау, вдоль которого фиксируется полоса пресных вод (с минерализацией до 1 г/дм^3) шириной до 16-18 км. Разгрузка вод комплекса происходит за пределами площади артезианского бассейна путём транзита в Северо-Кызылкумский и Тургайский артезианские бассейны.

Вывод. В данной статье исследованы геологические, гидрогеологические особенности месторождения Буденновское. Территория месторождения приурочена к северо-западной части Сузакского артезианского бассейна третьего порядка. В геологическом разрезе мезозойско-кайнозойского чехла месторождения выделены следующие пять структурно-гидрогеологических этажа.

Рисунок 3 - Условные обозначения к гидрогеологическому разрезу

Литературы:

1. Аренс В.Ж. Геотехнологических методы добычи полезных ископаемых. - М., Недра, 1975.

2. Сергиенко И.А., Мосев А.Ф., Бочко Э.А. и др. Бурение и оборудование геотехнологических скважин – М.: Недра, 1984. –224 с.

3. В.Г. Язиков, В.Л. Забазнов, Н.Н. Петров, Е.И. Рогов, А.Е. Рогов. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана – Алматы: Изд. ТОО «Эверо», 2001. – 444 с.

4. Мамилов В. А., Петров Р. П., Шушания Г. Р. Добыча урана методом подземного выщелачивания. - М., Атомиздат, 1980.

5. С.М. Сушко, А.Д. Бегун, Б.В. Федоров, А.К. Касенов, С.Д. Дауренбеков. Методика сооружения скважин для разведки и добычи урана методом ПСВ– Алматы, АО НАК «Казатомпром», ТОО «Институт высоких технологий», 2007. – 178 с.

А.Д. Касымбеков

Буденновское кенорнының №4-бөлікшесі геологиялық және гидрогеологиялық құрылысының ерекшеліктері.

Аннотация. Мақалада Буденновское кенорны №4-бөлікшесі геологиялық құрылысының ерекшеліктері, сыйыстырушы таужыныстарының литологиялық және фациялық сипаттамалары, уран жатынының морфологиялық ерекшеліктері және кенорнының сутірек және суөткізгіш гидрогеологиялық сипаттамалары берілген.

Түйінді сөздер: Буденновское кенорны, геологиялық карта, уран кендері, уран минерализациясының ерекшеліктері.

A.D. Kassymbekov

Special features of the geological and hydrogeological structure of section 4 of the Budennov deposit.

Annotation. The article is devoted to the peculiarities of the geological structure of site No. 4 of the Budenovskoye deposit, the lithofacial characteristic of the host rocks and uranium mineralization, morphological features of the uranium deposit are given, and the hydrogeological characteristics of the aquitus and saturated horizons of the deposit are given.

Key words: Budennov deposit, geological map, uranium-bearing deposits, characteristics of uranium mineralization.

УДК 552

А.Р. Муңылықов
Жетекші – А.Е.Оралбаев
«Геологиялық барлау колледжі» КМҚК, Қазақстан, Семей қ.

МОДИФИКАЦИЯ – ӨМІР ТАЛАБЫ

Аңдатпа. *Қазіргі кезде елімізде ескі тозығы жеткен қондырғылар қолданылуда. Ол адам өміріне зиян келтіруде және көп уақыт жұмсап өнім алуды баяулатуда. Осындай техникаларды заманауи жабдықтау арқылы біз кедергілерді жоя аламыз. Өндірістік іс-тәжірбиеден өткен Казатомпром Катко компаниясының Schratt қондырғысында жұмыс істепген тәжірбиеме сүйене отырып модификациялауды бастадым. Мұндағы басты жетістік - отандық техника және бағытпап бұрғылай алады, сонымен қатар ол автоматтандырылған теңдессіз шығарылым болмақ.*

Түйін сөздер: *модификация, симулятор, матчта, тэн, габарит, кабина, кран.*

Қазіргі кезде бұрғылау саласы дамып келе жатқан өнеркәсіптің тіреуші күшіне айналды. Пайдалы қазбалардың сан түріне қарай бұл салада әртүрлі қондырғылар пайдаланылады. Көбісі КСРО заманынан келе жатқан тозығы жеткен немесе жаңа болғанымен адамның физикалық күшін көп кетіретін қондырғылар болып табылады. Басты ескеретін жағдай ол адамның денсаулық жағдайы.Мысалға қазір біз қол,аяқтың сынуы және де басқада жарақаттардың орын алып жатқанына куәміз. Көпке топырақ шашқаннан аулақпын,бірақ әліде ескі қондырғылар пайдаланылып келеді.Сол себепті адам өміріне қауіпті осындай жағдайлар орын алуда. Қазақстанда айтарлықтай көп шетелдік компаниялар жұмыс істейді.Осы компаниялардың кейбір алпауыттары заманға сай қондырғылар қолданып,өз өнімін ұлғайтып,уақыт аралығын тиімді пайдалануда.Әлеуеті төмен компаниялар ескі ЗИФ,СКБ,УРБ типті қондырғылармен жұмыс істеуде.Бұған себеп озық технологиялармен дамытылған жетекші қондырғылардың бағасы,тасымалдаудың қиындығы еріксіз алдынғы

қондырғылармен жұмыс істеткізеді.Әрине бұндай техникалар озық техникадан қарағанда уақытты көп жұмсайды,физикалық күшке тәуелді,монтаж және демонтаж жұмыстарының қиындығы,басқада артық жұмыстардың болуымен өнімді шеттетеді.Мен осы саланың майталманы,Қазақстан Республикасының геологиялық өндірісінің ұйымдарының ассоциациясының құрметті бұрғылаушы атағының игері,еңбек өтілі 46 жылды құрайтың Жасықпаев Рысхан Ахметоллиновичтың үйіне барып жобама,қазіргі және ескі қондырғыларға баға беруін сұрап,кішігірім сұхбат жүргіздім.

Сурет 1 - Ардагер бұрғылаушы Жасықпаев Рысхан

Сурет 2 - Атамызбен естелік сурет

Сурет 3 - Рысхан атаның алған марапаты

Геологиялық барлау колледжі студенттерді 3 курсты тәмамдаған соң, рейтинг бойынша өндірістік практикаға Қазақстанның әр аймағына жібереді. Мен Казатомпром Катко компаниясында ОҚО Созақ ауданында Төртқұдық уран кен орнында өттім. Практика күндері арнайы белгіленген жетекшіммен бірге уран өндірудің техникасын,технологиясын меңгердім. Бұнда пайдаланылатың Schramm қондырғысымен жұмыс жасап,әртүрлі жұмыс сатыларымен таныстым. Осы көрген,алған біліміме сүйене отырып аталмыш қондырғыға өзгеріс еңгізіп,отандық өнімге айналдырып,адам өміріне тағы да болсын қауіпсіз етіп жаңартып жасап шығармақпын.Ғылыми жоба жетекшіммен бірігіп жұмыс істей отыра мен Schramm-ды модификациялаудың келесі кезеңдерін қарастырдым:

– басқару жүйесін заманға сай жабдықтау;

– ұңғыма қазылып біткеннен кейін көтеру операциясы кезінде әр құбырды күкірт қышқылымен шаю;

– ұңғыма түбінен шығатын радиациядан зақымданбас үшін қорғағыш заттармен қоршау;

– құбырларды тасымалдауды автоматты түрдегі кран арқылы іске асыру;

– матчтаны телескопты қылып өзгертіп,тасымалдау жұмысын жақсарту;

Сурет 4 - SCHRAMM қондырғысы

Сурет 5 - Қондырғымен танысу сәті

Сурет 6 - Агрегаттың толық суреті

Басқару жүйесін автоматтандыру яғни жұмыс барысын біршама жеңілдетеді.Басқарушы адам бұрғылау барысын еркін бақылап,апаттардың болуын алдын алып,уақытты тиімді пайдаланып,ыңғайлы әрекет ете алады.Кабинаның пішінің өзгерту арқылы креслолы басқару пультің орнатамыз. Көтеру операциясын орындау кезінде уранның радиациясына қанықкан бұрғылау құбырларын залалсыздандырған жөн.Себебі адам өміріне зиян факторлар толық жойылып,жұмыс принципі ешқандай қауіп туындатпау керек.Сол үшін сағаның яғни басқыштың төменгі бөлігіне күкірт қышқылын шашатын насаткіні кигізіп,шлангіні бачокқа кигіземіз де компрессормен қысым жібереміз.Қыста бачок қатпас үшін тэн орнатамыз.
Матчтаны телескопты етіп жасау яғни тасымалдаудың оңтайлануы сонымен қатар оған қосымша тірек орнату арқылы кранды бекітіп,бұрынғы тұрған құбыр бергішпен жүйелеп,тіркемеге автоматты түрде салынуды режимдеу.

Қазіргі таңда жетілдірілген бәсекеге сай келетін бұрғылау қондырғыларын елімізде шығару осы салаға көп тиімділік алып келеді.Мен жетілдірілген Schramm қондырғысынның бөлшектерін еліміздің өндіріс компанияларынан іздеп барынша жан-жақты қарастырып жасап шықтым.Негізгі бөлшектерін мынандай компаниялардан алып,қондырғының жобасын келтірдім. Жүріс бөлігін, қозғалтқышты Семей танк зауытында жасап шығаруға болады.

Schramm қозғалтқышы Cummins QSK 19 алмастырамыз 2С3 танкісінің В-59 немесе УПД-35. Қуаттылығы 500 а.к. дизел. Өзінің қуаттылығы 755 а.к. болғандықтан 2000 м бұрғылау күшіне ие.Қуатың кішірейту арқылы жағармай шығының азайтып,тек бізге шағындалған оңтайлы күшті береді. Жүріс бөлігін танкінің габариттерін өзгерту арқылы келісімді нәтижеге қол жеткізуге болады.

Сурет 7 - Семей танк зауыты

Бұрғылау құбырларын Семей арматурный зауытында құйып шығаруға болады.Қазіргі таңда бұл компания ескі темірді балқыту арқылы плиталар шығарады.Егер бұрғылау құбырын шығаратың шетелдік кәсіпорыннан тәжірбие алсақ бұл компанияның әлеуеті зор.

Қондырғы жүйесі гидравликалық болғасын бізге май керек.Семойл компаниясы бізге бұл кедергіні жоюға мүмкіндік береді. Матчтаны және кабинаны, басқару пультің, қозғалмалы кран Palfinger PK 10000 Қарағандыдағы Оптим Кран зауытында өнім алынардай шығарылымды сәл өзгерту арқылы ала аламыз.

Сурет 8 – Басқару пульті

Сурет 9 – Palfinger краны

Мен аталмыш қондырғыда жұмыс істеп үйрену үшін жоба бойынша жасалған өзгертулерді симуляторға орнатуды жөн көремін себебі 3D экран арқылы басқаруды үйреніп,жалпылама танысқанда жұмыс барысында оңай болады деп есептеймін.

Қолданылған әдебиеттер:

1. С.М.Башлык, Г.Т.Загибайло. Бурение скважин Москва: Недра, 1990. -287-294 беттер.
2. Нығмет Тұяқбаев Барлама бұрғылау 1 бөлім.Алматы 2007. - 90-110 беттер.
3. Нығмет Тұяқбаев Барлама бұрғылау 2 бөлім. Алматы 2007. -97-111 беттер.

Мунылыков Абзал Ришатулы

Модификация – требования жизни

Аннотация. В настоящее время в стране используются старые изношенные установки. Он наносит вред жизни и замедляет получение продукции, затрачивая много времени. Благодаря современному оснащению такой техники мы можем устранить барьеры. Я начал модификацию проекта, опираясь на свой опыт, после того, как я работал на установке Schramm компании Казатомпрома Катко, проходившей производственную практику. Главным достижением в этом станет то, что отечественная техника и способная пробурить на стрелке, а также автоматизированный беспрецедентный выпуск.

Ключевые слова: модификация, симулятор, мачта, тэн, габарит, кабина, кран.

Mungylykov Abzal Rishatuly

Modification is a requirement of living

Abstract. At present, the country uses old worn-out installations. It harms life and slows down production, spending a lot of time. Thanks to modern equipment of such equipment we can eliminate barriers.I started the modification of the project, based on my experience, after I worked on the installation of Schramm company Kazatomprom Katko, held production practice. The main achievement in this will be that domestic equipment and capable of drilling on the arrow, as well as an automated unprecedented release.

Key words: modification, simulator, post, tan, dimension, cabin, crane.

УДК 553.077

А.Б. Мухашев, К.О. Ибраев

Научный руководитель - Аршамов Я.К., канд.геол.-мин.наук, ассоц.профессор кафедры ГСПиРМПИ.

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Сәтбаев Университеті), г. Алматы, Казахстан

kaken_ibraev@mail.ru

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЖАНАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

Аннотация. *В докладе дается краткое описание геолого-структурных особенностей Жанансκого рудного поля. Дается краткое описание геологического строения рудного поля по наиболее поздним работам исследователей данного месторождения.*

Ключевые слова*: золото, кора выветривания, зона окисления, рудопроявление, рудное поле, металлогеническая зона.*

Республика Казахстан - одна из важных золоторудных провинций мира. В истории золотодобычи в республике основным источником золота являлись аллювиальные россыпи, из которых добывалось золота в 2 раза больше, чем из коренных месторождений. В результате открытия новых промышленных коренных месторождений приоритет перешел к рудному золоту. С открытия в 1983 году в Восточном Казахстане Суздальского месторождения, эндогенные руды которого в значительной мере переработаны гипергенными процессами с образованием нового для республики промышленного типа оруденения - золотоносных кор выветривания. С этого момента на территории Казахстана

началось масштабное изучение золотоносности кор выветривания, что привело к открытию в различных регионах республики ряда месторождений и проявлений этого типа [1-2, 5, 7].

На территории Восточного Казахстана основная масса золоторудных месторождений сосредоточена в трех структурно-металлогенических зонах: Западно-Калбинской, Жарма-Саурской и Мизек-Акбастауской. В пределах этих зон отмечается широкий спектр золоторудных формаций: золото-кварцевая, золото-сульфидная, золото-полиметаллическая, золото-пирит-арсенопирит-кварцевая и другие. В корах выветривания Восточного Казахстана заключен основной объем общереспубликанских разведанных запасов золота [5].

Значительная часть республиканских промышленных запасов золота сосредоточена в Западно-Калбинской структурно-металлогенической зоне, протягивающейся в центральной части региона в северо-западном направлении на расстояние более 600 км. В пределах металлогенической зоны профилирующими типами золоторудных месторождений являются кварцево-жильный и зон прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации, сопровождающейся тонкопрожилковым окварцеванием и метасоматическими изменениями вмещающих терригенно-осадочных пород преимущественно раннекаменноугольного возраста. В регионе широко развиты коры выветривания на отложениях разновозрастных формаций [5].

Жананское рудное поле расположено в 65 км к юго-востоку от областного центра - города Семей, с которым связано грунтовой и шоссейной дорогами.

Рудное поле находится в осевой части Жананской грабен-синклинали в узле пересечения Жананского северо-западного с широтным и северо-восточным глубинными разломами. Сложено углисто-терригенными породами буконьской свиты, прорванными субвулканическими телами и дайками пестрого состава (от базальтов до дацитовых порфиров и гранодиорит-порфиров) аргибайского и кунушкского комплексов верхнего карбона - нижней перми. В рудном поле расположены месторождения Жанан и Алимбет [5].

Месторождение Жанан было выявлено в конце 60-х годов прошлого столетия в процессе производства государственной геологической съемки масштаба 1:50000 (Денисенко В.А., 1970). По результатам этих работ объекту была дана отрицательная оценка в виду низких содержаний золота в основных рудоносных участках месторождения.

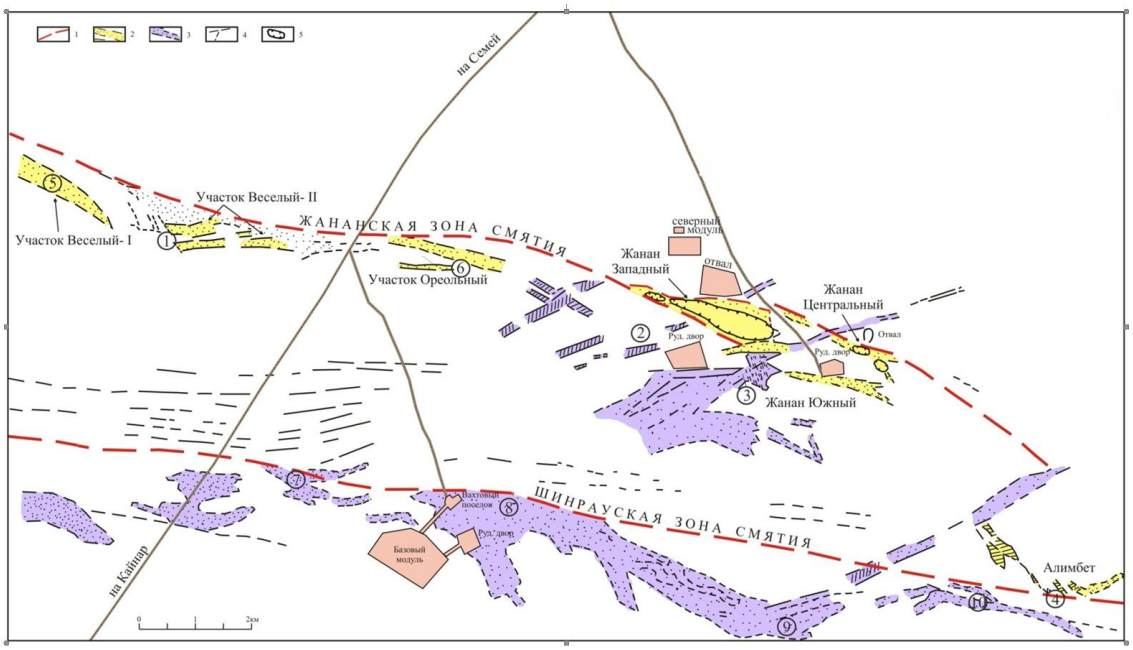
Однако в связи с развитием технологии кучного выщелачивания объект снова обратил на себя внимание. Были проведены детальные поисковые работы, в процессе которых были открыты месторождения Западный, Центральный и Южный Жанан, Алимбет, рудопроявления Веселый I и II, а сама рудоносная структура была названа Жананской зоной смятия (Голубцов В.Е., 2000, Кожахметов Р.И., 2002). На основании геофизических исследований эта структура оценена как глубинная зона разломов, развивавшаяся на этапе проявления интенсивных коллизионных процессов.

В 2011-2014 годах сотрудниками Института геологических наук им. К.И. Сатпаева в рамках научного проекта проводились исследования на этой площади [6]. Объект был выбран по результатам проведенных Т.М. Жаутиковым в 2002-2003г.г. и 2007-2008г.г. научных исследований (рисунок 1), которые показали перспективность района. На основании этих работ им было выделено достаточно крупное рудное поле, названное Новым Жананом, которое объединяет наряду с Западным, Центральным и Южным Жананом, месторождение Алимбет и рудопроявления Веселое I, II и Шынрау. Рудоносная структура была прослежена на расстояние 25км и определены прогнозные ресурсы не менее 20 т золота.

В Семипалатинском Прииртышье имеется целый ряд месторождений золото-сульфидной формации в углеродистых толщах (рисунок 2), на которых в результате длительно развивавшихся гипергенных процессов образовались промышленные месторождения кор химического выветривания [6].

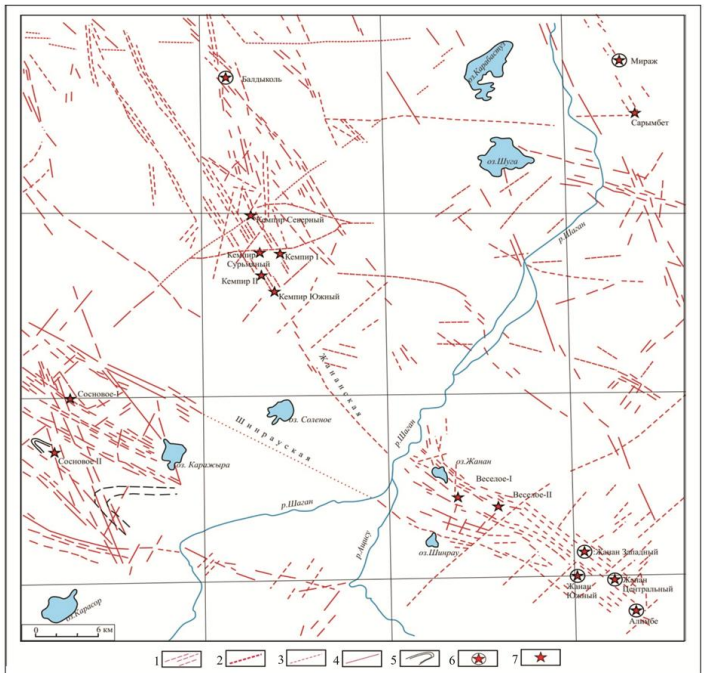
Тектоническое положение месторождения определяется нахождением его в пределах региональной структуры надвигового характера. Здесь, в пределах встречных надвиговых герцинских и каледонских тектонических блоков приповерхностной части образовалась

сложная приразломная складчатость, местами с хорошо выраженным гидропластическим течением пород.



Выделены перспективные рудные узлы первой (1-4) и второй (5-10) очереди опоискования. Установлено 2 типа промышленного оруденения: 1) зона гипергенного обогащения и 2) стратифицированное золото-углеродисто-сульфидное, аналогичное Бакыршику. Впервые рекомендована промышленная значимость первичных руд на глубину.

Рисунок 1 – Прогнозная карта Жананского рудного поля, включающего собственно Жананскую и Шинраускую зоны смятия [6].



1-зона смятия, сопровождающаяся сложной приразломной складчатостью и гидропластическим течением пород; 2-глубинные разломы основания герцинид, трассирующиеся на поверхности в виде отдельных широтных разрывов; 3-поперечные рудоконтролирующие разломы; 4-прочие разломы; 5-фрагменты складчатых структур; 6, 7 – месторождения (6) и рудопроявления (7) золото-сульфидной формации в углеродистых толщах, подвергшихся химическому выветриванию.

Рисунок 2 – Карта размещения месторождений и рудопроявлений Жананской зоны смятия, составленной с использованием данных космических съемок (Jandsat TM PISO R25 от 08.03.1989 г.) и геофизики. По Т.М.Жаутикову.

Рудное поле Жанан представляет собой типичный объект гипергенного обогащения золотом в результате проявления длительных корообразующих процессов вдоль региональных вязких разломов. Рудоносная зона месторождения прослеживается в северо-западном направлении более чем на 5км при максимальной ширине 2км. Региональная же структура с вязкопластическим течением пород и проявлением напряженной приразломной складчатости отчетливо прослеживается на расстояние 25км, вдоль которой, наряду с Жананом, размещаются недостаточно изученные объекты Алимбет, Веселый и другие.

Рудное поле Жанан состоит из трех рудных зон – Западной, Центральной и Южной, соответствующих однотипным, но самостоятельным месторождениям. Наиболее крупным из них является Жанан Западный, заключающий 85% всех запасов рудного поля и состоящий из 23 линзовидных рудных тел, из которых 9 (рудные тела 6-14) являются промышленными. Общая длина месторождения 2,5км при меняющейся от 50м до 500м его ширине. Простирание зоны оруденения СЗ 310-330° с часто меняющимся от 30-50° до 60-80° углом падения. Средние параметры промышленных руд в зоне окисления составляют: длина 260-1200м, ширина 25-100м, глубина распространения 20-40м с отдельными карманами, углубляющимися до 70-80м.

Кора выветривания на месторождении имеет линейный и линейно-площадной характер распространения, ее мощность достигает 70м. Фиксируется зональность профиля выветривания. В нижних частях разреза увеличивается доля гидрогетит-гидрогематитовых и гидроксидно-марганцевых инфильтрационных образований, в локальных участках которых число скопления Au возрастает на порядок. В гипергенной зоне месторождения Жанан выявляется устойчивая геохимическая ассоциация – Au-As-Sb-W, отмечаемая и на других объектах золотоносных кор выветривания Мукурской, Кедейской, Ашалинской и других.

Примечательной особенностью зоны окисления некоторых месторождений Жанан является установление минералогом К.Ш. Дюсембаевой [3,4] многочисленных сфероидальных форм золотин размером от 10 до 300мкм, обнаруженных в существенно якобситовом и якобсит-кампилитовом агрегате. По данным автора они отчетливо видны не только в микроскопе, но и под бинокуляром. К.Ш. Дюсембаева среди них выделяет моносфероиды золота идеальной круглой формы в соответствии с рисунком 7 и полисфероиды, состоящие из нескольких минералов и чаще всего встречающиеся в подзоне лимонитовой и марганцевой сыпучки. Она отмечает, что чем крупнее становятся полисфероиды (200-300мкм), тем они больше теряют шаровидную и приближаются к овальной и каплевидной формам.

В региональном плане Жананская глубинная структура сдвиго-надвигового типа расположена на границе Жарминских и Западно-Калбинских структур. В плане она имеет северо-западное простирание и к западу расщепляется на несколько ветвей. По составу она представляет собой зону проявления многочисленных прерывистых вязких разломов, сопровождающихся интенсивной приразломной сложной складчатостью. В последних отмечается как пологая, так и крутая, разорванная мелкими разрывами, пликативная тектоника, вплоть до запрокидывания в обратном направлении и следами вязко-пластичного течения пород (преимущественно углеродистых алевропелитов).

На территории Казахстана широко распространены месторождения, связанные с корами выветривания и детальное изучение гипергенных процессов на месторождении Жанан послужит основой при поисках и разведке других объектов в регионе.

Литературы:

1. Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. Составители: Х.А. Беспаев, Л.А. Мирошниченко. – Алматы, 2004. – С. 32-35.

2. Байбатша А.Б. Модели месторождений благородных металлов: Монография–Алматы, КазНТУ, 2014. – 452 с.

3. Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Сажин Ю.Г., Абдыкирова Г.Ж. Микро- и нанозолото и технология его извлечения. – Аламаты: Каз.НТУ, 2009. - 160с.

4. Дюсембаева К.Ш., Левин В.Л., Котельников П.Е, Бекенова Г. К. Новоднеприт $AuPb_3$ – новый минерал из месторождения Новоднепровское (Северный Казахстан) // Доклады НАН РК. – № 5. – 2006. – С. 45-50.

5. Золотоносные коры выветривания Казахстана. Справочник. Второе издание. – Алматы, 2014. – 190 с.

6. Поисково-оценочные работы в пределах участков золотоносных кор выветривания (Семипалатинское Прииртышье, Центральный Казахстан) с целью выявления промышленных месторождений золота типа Жанан с подсчетом прогнозных ресурсов: отчет о НИР. рук. Жаутиков Т.М. и др. – Алматы, 2012. – 46 с.

7. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009. – 304 с.

A.B. Mukhashev, K.O. Ibraev

Geological and structural features of the formation of gold-bearing weathering crusts at the Zhanan ore field deposits (East Kazakhstan)

Summary. The report provides a brief description of the geological and structural features of the Zhanan ore field. Given a brief description of the geological structure of the ore field on the latest works of researchers of this field.

Keywords: gold, weathering crust, oxidation zone, ore occurrence, ore field, metallogenic zone.

А.Б. Мухашев, К.О. Ибраев

Жанан кенді алаңы кенорындарындағы алтынды мору қыртысы жаралуының геологиялық-құрылымдық ерекшеліктері (Шығыс Қазахстан)

Түйіндеме. Баяндамада Жанан кенді алаңының геологиялық-құрылымдық ерекшеліктері сипатталады. Осы кенорынды зерттеушілердің соңғы еңбектері бойынша рудалы алаңның геологиялық құрылысының қысқаша сипаттамасы берілген.

Түйін сөздер: алтын, мору қыртысы, тотығу белдемі, кенбілінім, кенді алаң, металлогениялық белдем

УДК 553.26 (574)

А.Ж. Тагбергенов[1]

Научный руководитель - А.Б. Байбатша[1], проф., д-р геол.-минер. наук, акад. КазНАЕН

[1]Казахский Национальный технический исследовательский университет имени К.И. Сатпаева - Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы

assylbek_95@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЮСЕМБАЙ ДЛЯ ПОПУТНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ

***Аннотация**. В статье представлены результаты изучения вещественного состава образцов нового полиметаллического месторождения Дюсембай. На основании микроскопических исследований выявлен минеральный состав руд и вмещающие оруденение породы. На основании аналитических исследований установлены главные химические элементы и их связь с определенными разновидностями пород, а также определены содержания редкоземельных элементов (РЗЭ, TR).*

***Ключевые слова:** полиметаллическая руда, минералогия, редкоземельные элементы (РЗЭ), монацит, гранат, циркон.*

Введение. Объектом исследования является новое полиметаллическое месторождение Дюсембай. Пробоподготовка и аналитические работы были проведены в Инновационной геолого-минералогической лаборатории КазНИТУ. В настоящее время продолжаются работы на выявление носителей РЗЭ в рудах месторождения на сканирующем электронном микроскопе. На основании микроскопических исследований установлен минеральный состав руд и вмещающих пород месторождения Дюсембай.

Методы и результаты исследований. По пробам, отобранным из керна буровых скважин при геологической документации, изготовлены шлифы и аншлифы, которые подвергались микроминералогическим исследованиям с применением рудного и поляризационного микроскопа Carl Zeiss Axio Scope A1 Pol.

Объектом исследования является новое полиметаллическое месторождение Дюсембай. Административное положение района – Карагандинская область, Улытауский район.

Микроскопическими исследованиями были установлены основные рудные минералы и выявлена их приуроченность к определенным вмещающим метаморфическим сланцам: 1) сфалерит и галенит к мусковит-кварцевому; 2) пирротин и пирит к серицит-кальцит-кварцевому, углисто-кварц-мусковитовому и гранат-двуслюдяному-кварцевому; 3) халькопирит и крайне редкая блеклая руда отмечаются во всех сланцах. В таблице 1 приведены результаты изучения минерального состава руд и вмещающих пород.

Таблица 1 – Минеральный состав руд и вмещающих пород месторождения Дюсембай

Рудные минералы		
Главные	*Второстепенные*	*Редкие и очень редкие*
Сфалерит Галенит Пирротин	Пирит Халькопирит	Блеклая руда Ильменит Гессит (?)
Нерудные минералы		
Главные	*Второстепенные и вторичные*	*Акцессорные*
Кварц Мусковит	Гранат, серицит, хлорит Кальцит, углистое вещество Биотит, псевдоцоизит	Циркон Рутил Сфен

Для определения химического состава руд, пробы были исследованы атомно-эмиссионным спектральным анализом. С помощью полуколичественного спектрального анализа были получены содержание химических элементов. Однако в таблице 2 указано лишь редкометальные элементы.

На основании сравнительного анализа содержаний элементов в разных породах отмечается определенная закономерность в накоплении тех или иных элементов (см. табл. 2).

Таблица 2 – Результаты полуколичественного спектрального анализа

Название породы	**№ Пробы**	**Содержание элемента, г/т**													
		Au	**Ag**	**Cu**	**Zn**	**Pb**	**Cd**	**Sn**	**Be**	**Y**	**Zr**	**V**	**Ga**	**Ge**	**Nb**
Серицит-кальцит-кварцевый сланец	Пр-1	< 2	1,5	50	200	50	< 5	5	1	20	70	70	10	< 2	10
	Пр-3	< 2	0,3	50	100	20	< 5	5	3	30	200	100	15	< 2	15
Гранат-двуслюдяной кварцевый сланец	Пр-5	< 2	0,5	20	150	50	< 5	5	2,5	30	200	50	15	< 2	25
Углисто-кварц-мусковитовый сланец	Пр-2	< 2	0,3	30	150	20	< 5	5	1,5	30	100	100	10	< 2	10
	Пр-7	< 2	0,3	30	100	20	< 5	5	1,5	30	100	100	10	< 2	10
Мусковит-кварцевый сланец	Пр-4	< 2	2	20	2500	1000	20	5	2	30	200	15	15	< 2	30
	Пр-6	< 2	1,5	50	≤10000	1000	100	5	2	30	250	20	20	< 2	30
	Пр-8	< 2	1,5	50	≤10000	1000	100	5	2	30	200	20	20	< 2	30

1 – низкое содержание элемента (на фоне остальных проб)

250 – высокое содержание элемента (на фоне остальных проб)

Для серицит-кальцит-кварцевых сланцев характерны накопление меди, ванадия и в какой-то мере бериллия. Отмечается относительно повышенная концентрация серебра на фоне остальных проб.

Гранат-двуслюдяным кварцевым сланцам характерны накопление бериллия, циркона и ниобия на фоне остальных проб.

Для мусковит-кварцевых сланцев характерны накопление меди, цинка, свинца, кадмия, циркона, галлия и ниобия. Отмечается относительно повышенная концентрация серебра на фоне остальных проб.

Содержание железа во всех пробах намного превышает >>1,0%, за исключением проб 4, 6 и 8. Содержание некоторых элементов (олово, иттрий, германий) во всех пробах почти одинаковы.

Помимо полуколичественного спектрального анализа, также были определены содержания редкоземельных элементом в пробах, так как в 1965-66 гг. впервые на площади была установлена перспективность на редкие и редкоземельные элементы. Для выявления содержаний РЗЭ, порошки проб исследовались на атомно-эмиссионном спектрометре (Optima 2000 DV).

По результатам оптико-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой в составе проб отмечается следующие содержание суммы РЗЭ – 0,011-0,025% (110-250 г/т ГРМ). В исследованных пробах из всех РЗЭ наиболее высокими концентрациями выделяются группа легких лантаноидов (рисунок 1).

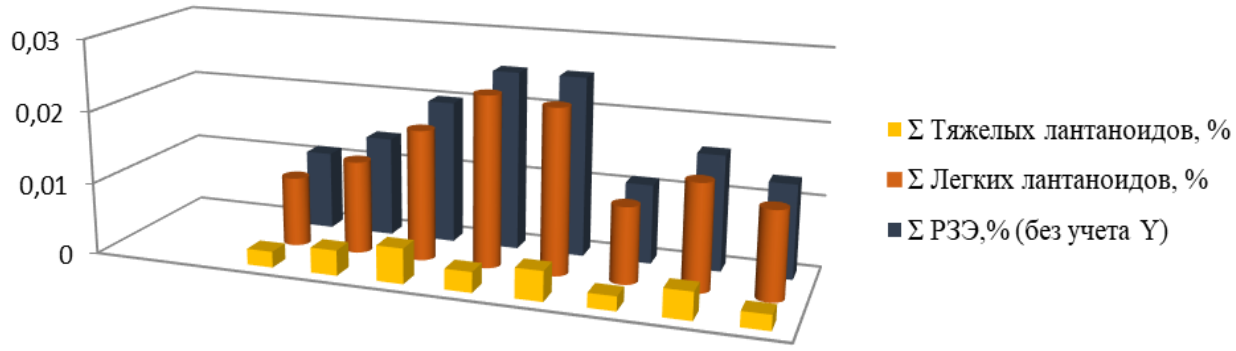


Рисунок 1 – Диаграмма соотношения тяжелых и легких редких земель

На рисунке 2 показано содержание некоторых лантаноидов (Ce, La и Nd) в пробах, их значения превышают кларковые (А.П. Виноградов, 1949). В основном повышенными содержаниями выделяются 4 и 5 пробы, где содержание Ce, La и Nd превышает кларковые значения 1,5-3 раза.

Носителями редких земель могут быть, как и собственные, так и следующие минералы РЗЭ в качестве изоморфной примеси могут входить и в другие породообразующие и акцессорные минералы (в скобках – максимально возможное содержание РЗЭ, %): кальцит (0.56); ильменит (0.7); гранаты (от 0.04 до 3.05); сфен (4.25); циркон (18.0); цоизит (0.06); галенит (0.34) [3].

Монацит. Вероятно самый распространенный редкоземельный минерал с общей формулой – (Ce, Ca, Th)(P, Si)O_4. При изучении шлифов в образце №1 был обнаружен мелкие зерна и очень тонкий жилообразный агрегатное выделение, вероятно, монацита (рисунок 3). Для уточнения наличия монацита в образце сейчас ведутся исследования на сканирующем электронном микроскопе.

Кальцит. Содержания TR известны в ряде широко распространенных карбонатов групп кальцита и арагонита. Кальцит наиболее обогащен TR цериевой группы и могут содержать до 0,56% TR [2].

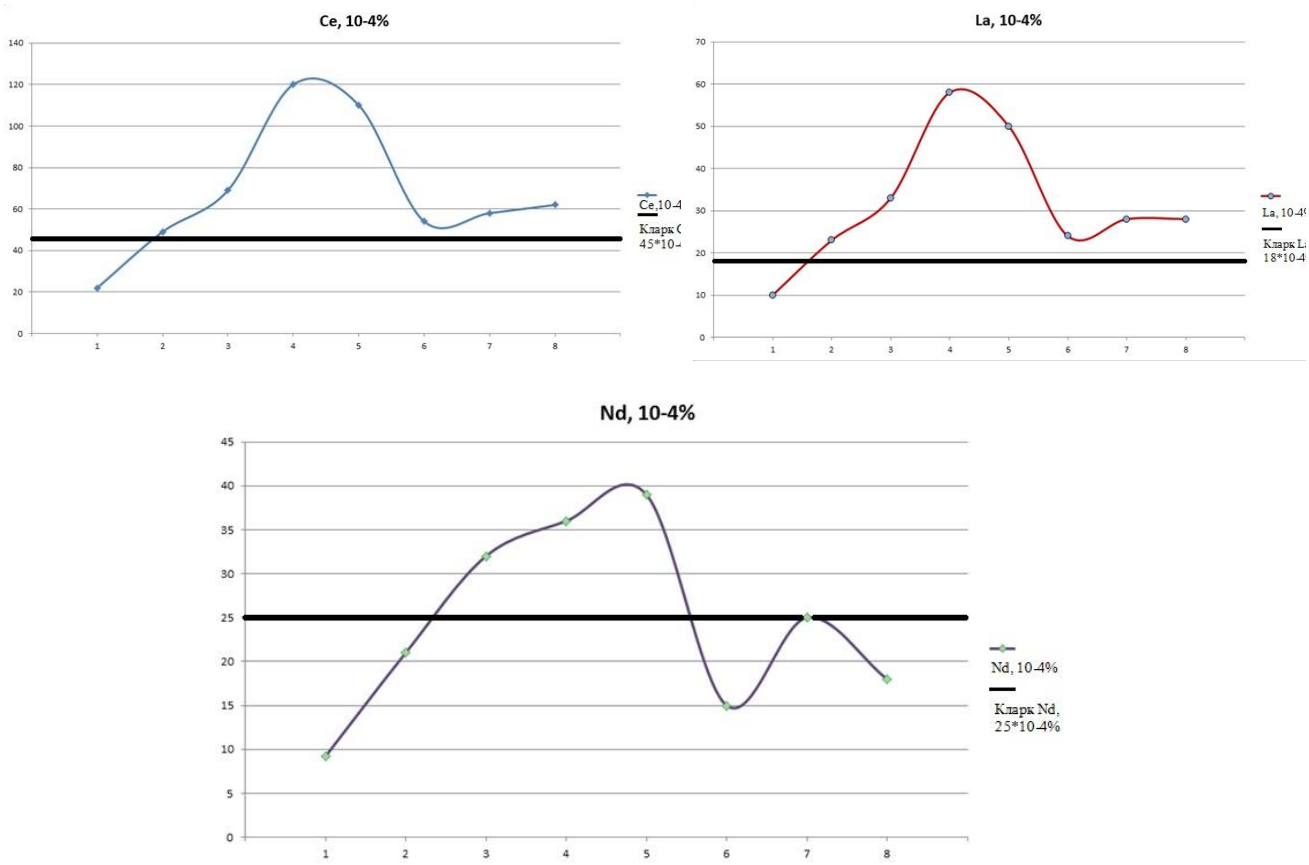


Рисунок 2 - График кларковых значений и содержания церия, лантана и ниодимия в пробах

Ильменит. Значительные содержания TR (0,6-0,7 %) установлены в ильмените и его марганцевом аналоге [2].

Гранаты. Многие минералы группы гранатов содержат TR (рисунок 4). Экспериментально доказано неограниченная растворимость иттрия в спессартине, андрадите, гроссуляре, уваровите и гибшите вплоть до образования иттриевого граната или его железистого аналога [2].

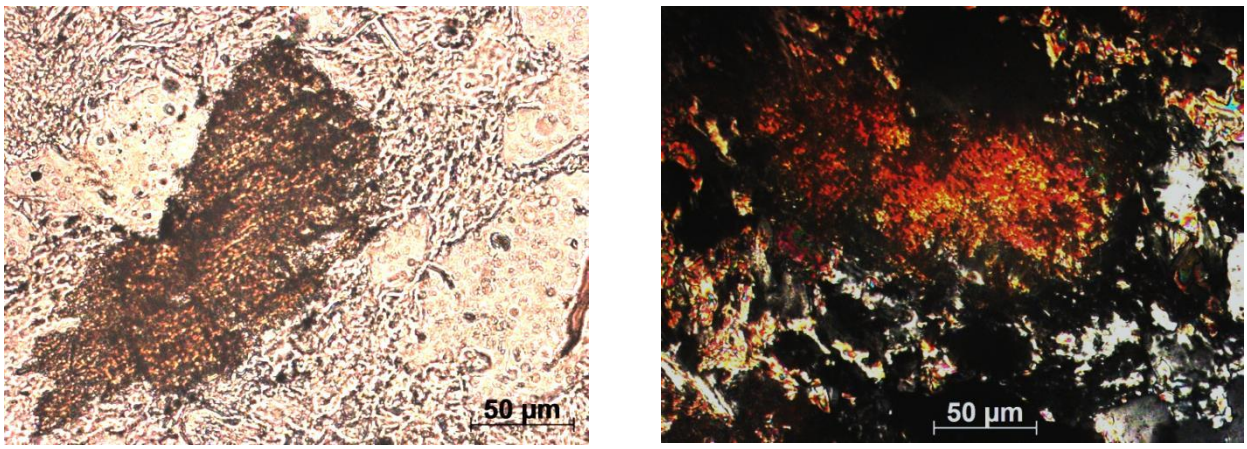


Рисунок 3 - Зерно монацита (?) в проходящем свете. Слева – в одном николе, справа – в скрещенных николях

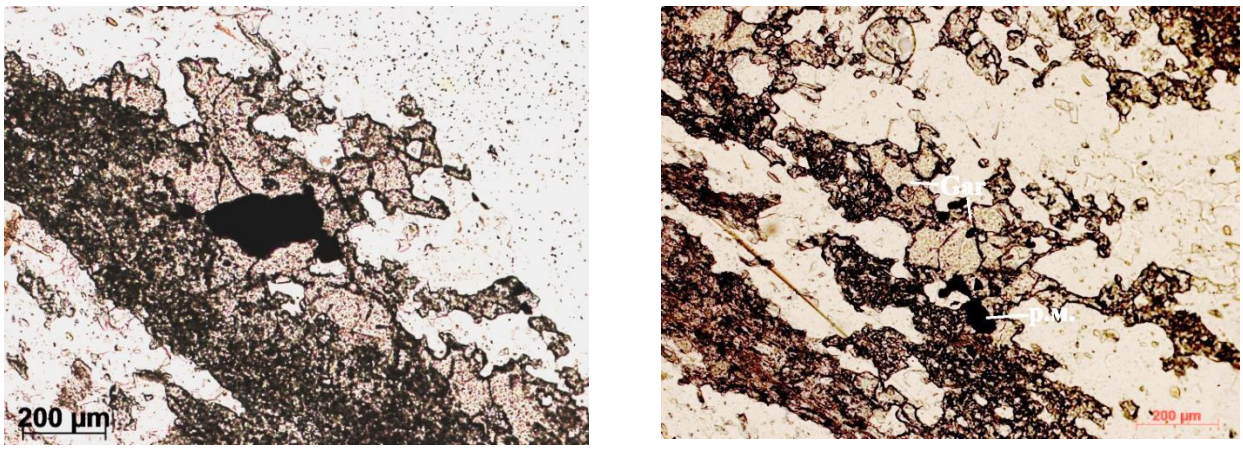


Рисунок 4 - Агрегатное выделение граната в сростке с рудным минералом (черный) в проходящем свете

Сфен. Титанит может содержат до 1-3% TR. Концентрирующий TR сфен обычно имеет темно-коричневую окраску [2].

Циркон. Содержания TR в цирконе достигает 18% (рисунок 5). В этом случае в минерале обычно присутствует фосфор благодаря изоморфизму YP→ZrSi. Однако часто пропорциональности иттрия и фосфора не наблюдается. TR циркона имеют иттриевый состав, обычно с максимумом лантаноидов на Yb, Er, Dy [2].

Цоизит. Содержания TR в цоизите было определено Афанасьевым в 1958 г., что соответствует 0,06%. Вероятнее всего оптически аномальная разновидность цоизита, псевдоцоизит, также содержит редкие земли [2].

Галенит. Химическим анализом (Л.Е.Новороссова) присутствие 0,34% TR_2O_3 обнаружено в галените из нефелиново-сиенитовых пегматитов Ловозерского массива. Содержит редкие земли и галенит (в отличие от сфалерита) из полиметаллических месторождений Средней Азии (по Н.Н. Поповой). Редкие земли, возможно, изоморфно замещают свинец. Действительно, известны сульфиды иттриевых земель, близкие по структуре и параметрам к галениту (например, EuS имеет a_0=5,96; а PbS – a_0=5,93Å) [2].

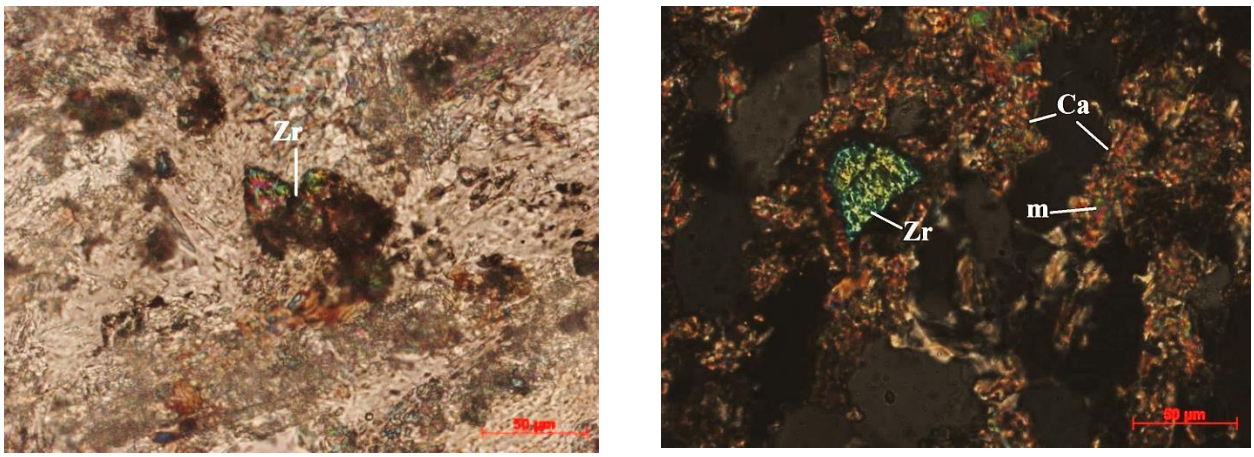


Рисунок 5 - Кристаллы циркона в проходящем свете. Слева – в одном николе, справа – в скрещенных николях

Выводы. На новом полиметаллическом месторождении Дюсембай микроминералогическими исследованиями аншлифов руд установлены следующие рудные минералы и их приуроченность к определенным типам вмещающих пород: 1) сфалерит и галенит к мусковит-кварцевому сланцу; 2) пирротин и пирит к серицит-кальцит-кварцевому,

углисто-кварц-мусковитовому и гранат-двуслюдяному-кварцевому сланцу. Халькопирит и блеклая руда (очень редко) встречаются во всех пробах.

Основная масса свинцово-цинковых руд (галенит-сфалерит) приурочена к мусковит-кварцевому сланцу (светло-серая порода, видимыми мелкими вкрапленниками Pb-Zn руд). Содержание меди во всех пробах почти одинаковы, с учетом погрешности самого анализа и пересчета на 100 %.

Как наглядно показано на диаграмме (см. рисунок 1), в исследуемых пробах определены концентрации редких земель, среди которых присутствуют легкие и тяжелые лантаноиды, при этом преобладают элементы цериевой группы. На рисунке 2 приведен сравнительный график содержании некоторых РЗЭ и их кларковых значений, где их концентрация преобладает над последними в 1,5-3 раза.

Добыча редких и редкоземельных металлов может осуществляться путем разработки месторождений, где редкие металлы и РЗЭ заключены в собственных минералах, либо где TR извлекаются попутно при переработке других полезных ископаемых.

Работа выполнена в рамках государственного заказа по программно-целевому финансированию темы № 2018/BR05233713 «Комплексное геологическое изучение недр для развития ресурсной базы и разработки новых источников рудного сырья Казахстана».

Литературы:

1. Маракушев А.А. Метаморфическая петрология: учебник/ А.А. Маракушев, А.В. Бобров. – М.: Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2005. – 256 с.

2. Семенов Е.И. Минералогия редких земель. – М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1963. – 412 с.

3. Геохимия, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов. – М.: Наука, 1964. – 685 с.

4. Байбатша А.Б. Модели месторождений цветных металлов: Монография. Алматы, КазНТУ. – 448 с.

5. Юшко С.А. Методы лабораторного исследования руд. Учебное пособие для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1984. – 389 с.

6. Максимова А.М. Извлечение редких и редкоземельных металлов из техногенных объектов как путь к рациональному освоению недр. //Интернет-журнал «Науковедение». Том 8, №5 (2016). С.1-11.

7. Авдонин В.В. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов/ В.В. Авдонин, Г.В. Ручкин, Н.Н. Шатагин, Т.И. Лыгина, М.Е. Мельников; Под ред. В.В. Авдонина. – М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2007. – 540 с.

А.Ж. Тагбергенов[1]

Сирекжер элементтерін қосымша алуға Дюсембай полиметалл кенорнының перспективасы

Аңдатпа. Бұл жұмыста жаңа полиметал рудалы Дюсембай кенорнының заттық құрамын зерттеу нәтижелері көрсетілген. Микроскопиялық зерттеулер нәтижесі бойынша минералдық құрамы және кенсыйыстырушы таужыныстар анықталған. Аналитикалық зерттеулер нәтижесі бойынша негізгі химиялық элементтер және олардың белгілі бір таужыныстарымен байланысы, сонымен қоса сирекжер элементтердің (РЗЭ, TR) мөлшері анықталған.

Түйін сөздер: полиметал руда, минералогия, сирекжер элементтер (СЖЭ), монацит, гранат, циркон.

A.Zh. Tagbergenov[1]

Perspectivity of the Dyusembay polymetallic deposit for the associated extraction of rare earths

Abstract. The article presents the results of work on the research of the material composition of the new polymetallic Duysembai deposit. Based on microscopic research study was revealed the mineral composition of the ores and the rocks containing the mineralization. The based on analytical investigations were established the main chemical elements and their relationship with certain species of the rocks and determined the content of rare earth elements (REE, TR).

Key words: polymetal ore, mineralogy, rare earth elements (REE), monazite, garnet and zircon.

УДК 553.3/.4-23

Н.К.Тулеуов[1], В.Ю. Селезнева[2]
Научный руководитель - В.Ю. Селезнева, ведущий геолог, канд. геол.-минерал.наук
[1] Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
[2] Товарищество с ограниченной ответственностью «Два Кей», Казахстан, г. Алматы
nurbol_kendebaiuly@mail.ru

ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД УЧАСТКА «ЗАПАДНЫЙ МЫНКУДУК» И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ДОБЫЧУ УРАНА

Аннотация. *Территория Шу-Сарысуской депрессии и район месторождения Мынкудык, в том числе, представляет собой крупную эпикаледонскую структурную впадину, характеризующуюся трехъярусным строением. Инженерно-геологические условия месторождения Западный Мынкудык зависят от особенностей минералогического состава осадочных пород и физического их состояния.*

Ключевые слова: *Шу-Сарысуская депрессия, Жалпакский горизонт, Инкудыкский горизонт, Мынкудыкский горизонт.*

Введение

Орографически месторождение Мынкудык расположено на территории плато Бетпакдала, представляющем собой крупную равнинную возвышенность, с севера и запада ограниченную изрезанным эрозионным уступом высотой до 80-100 м, а на юге полого наклоненную к долине р. Шу. Плато Бетпакдала характеризуется слаборасчлененным равнинным рельефом с абсолютными отметками 220-300 м, осложненным мелкими котловинами – такырами. Аллювиально-озерно-солончаковые равнины рек Сарысу и Шу, ограничивающие плато с запада и юга, характеризуются абсолютными отметками 120-160 м.

Инженерно-геологические условия месторождения «Западный Мынкудык»

Вся рассматриваемая территория относится к плато Бетпакдала. В геоморфологическом отношении площадь месторождения представляет плоскую, слабо всхолмленную равнину, полого наклоненную с северо-востока на юго-запад (уклон - 0,0007), местами осложненную плоскими впадинами, такырами и пологими возвышенностями. Абсолютные отметки поверхности меняются от 240-245 м на северо-востоке до 225 м - на юго-западе. Относительные превышения составляют 5-20 м.

Грунты верхнего слоя, изучавшиеся дудками и шурфами, относятся к отложениям неогена и палеогена, на которых местами в виде останцов залегают четвертичные образования – такыры, мощностью 0,5-1,4 м. Отложения плиоцена представлены мелкозернистыми, среднезернистыми и разнозернистыми с гравием песками.

Суглинистые и супесчаные грунты поверхностных отложений относятся к грунтам твердой консистенции, неводостойким с повышенной и высокой степенью коррозийной активности, сильно сжимаемые. Суглинки - не засоленные грунты, супеси - от засоленных до сильно засоленных грунтов.

Песчаные грунты по составу полевошпат-кварцевые. Среднезернистые и мелкозернистые пески характеризуются содержанием песчаной фракции до 90%, алевритоглинистой (<0,05 мм) от 6 до 10%. В составе разнозернистых песков песчаного и гравийного материала до 90-92%, алевритоглинистого до 8-10%.

По коэффициенту пористости первая группа песков относится к плотным, средней плотности и рыхлым, вторая группа – к плотным и средней плотности.

По степени коррозийной активности песчаные грунты обладают низкой, средней, повышенной и высокой коррозийной активностью. Глубже 3м преобладают пески разнозернистого состава. Общая мощность отложений 8-22м.

Олигоцен-миоценовые породы представлены, в основном, мелкозернистыми, реже разнозернистыми и среднезернистыми песками и глинами кирпично-красного цвета. В разрезе встречаются прослои алевритов и паттумов (песчано-глинисто-алевритистая смесь).

Песчаные грунты обводнены, проницаемые, неустойчивые, неводостойкие, средней плотности. Глинистые грунты представляют собой массивные, плотные, водостойкие, водоупорные породы, относящиеся к классу устойчивых. Общая мощность отложений изменяется от 39 до 65м.

Ниже залегают отложения эоцена, которые представлены горизонтально-слоистыми зеленовато-серыми и темно-серыми гумусированными глинами. Их общая мощность составляет 42-83м. Они являются плотными, слабо размокающими, водостойкими, набухающими и относятся к классу мягких, устойчивых пород.

Под ними залегают отложения верхнего палеоцена, которые в разрезе занимают небольшую часть и представлены песчано-глинистыми образованиями.

Далее по разрезу залегают отложения верхнего мела, состоящие из трех горизонтов (жалпакский, инкудыкский, мынкудыкский).

Жалпакский горизонт в инженерно-геологическом отношении сложен тремя основными геологическими и инженерно-геологическими типами пород - песок разнозернистый с гравием, песок среднезернистый, глины (алевриты, паттумы). По водно-физическим свойствам пески относятся к грунтам плотного и среднего сложения, являются водонасыщенными, проницаемыми. Глинистые разновидности пород горизонта относятся к грунтам средней и высокой пористости, набухающим, пластичным, устойчивым. Общая мощность отложений 63-77 м.

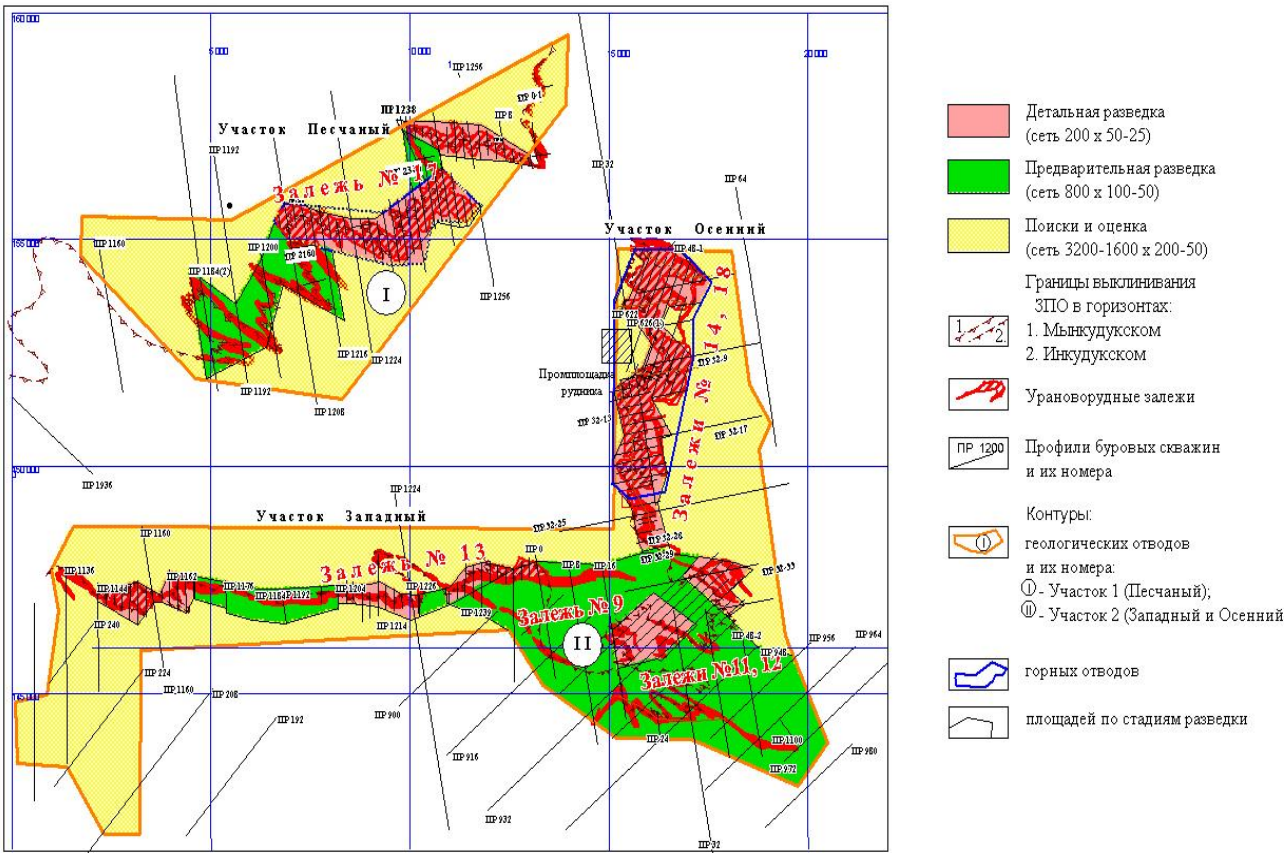


Рисунок 1 - Схема разведанности участка Западный месторождения Мынкудык по стадиям геологоразведочных работ (по состоянию на 01.01.2009 г.)

Инкудыкский горизонт сложен преимущественно песчано-гравийными породами, песками разнозернистыми с гравием, среднезернистыми, мелко-среднезернистыми, средне-

мелкозернистыми и мелкозернистыми. По проницаемости выделяются 3 инженерно-геологических типа пород:

1) Проницаемые (содержание фракции размером<0,05 мм менее 30% при значении $К_ф$>1м/сутки).

2) Слабопроницаемые (содержание фракции <0,05 мм до 40%).

3) Непроницаемые породы (содержание фракции <0,05 мм более 40%, в своем составе содержат частицы размером от 0,05 мм и менее - от 50,3 до 87,7%).

По водно-физическим свойствам песчано-гравийные породы и разнозернистые пески по степени сложения относятся к грунтам плотным и средней плотности. Глинистые породы относятся к набухающим, пластичным, слабо-размокающим и устойчивым грунтам. Мощность отложений - 58-80 м.

Мынкудыкский горизонт разделяется на два подгоризонта: верхний сложен, преимущественно, мелко-среднезернистыми песками и менее проницаем, чем нижний, представленный более грубозернистыми осадками. Среднее содержание фракции <0,05 мм в целом по горизонту составляет 14,7 %. С глубиной возрастает количество глинистых прослоев в составе разреза. Так, в восточной части месторождения общая мощность глин не превышает 4-10 % от мощности горизонта, в западной она возрастает до 13-30%, при среднем значении - 16,8 %. В целом в горизонте по проницаемости можно выделить следующие инженерно-геологические типы пород. К проницаемым породам (содержание фракции размером меньше 0,05 мм> 30% при значении $К_ф$ > 1 м/сутки) относятся: песчано-гравийная порода (гравий песчаный), песок разнозернистый с гравием, среднезернистый, мелко-среднезернистый, а также смешанные разновидности, состоящие из трех последних типов и песок тонко-мелкозернистый. В составе песчано-гравийной породы среднее содержание обломков 1-2 мм и более составляет 58,9%, алевритоглинистых частиц - 7,9%. В разнозернистых песках содержание частиц размером 2 мм составляет 18,4%, 2-0,5 мм - 28,4%, размером <0,05 мм алевритоглинистых - 10,9%. В среднезернистых и мелкозернистых песках преобладающая фракция содержится в количестве 66,0-65,1%, содержание алевритоглинистого материала составляет от 13,4 до 17,7% Тонко-мелкозернистые разности характеризуются повышенным содержанием частиц <0,05мм -24,4%.

К слабопроницаемым породам (содержание фракции<0,05мм - 30-40%) относятся тонко-мелкозернистые и мелко-тонкозернистые глинистые пески. Они характеризуются средним содержанием фракций 0,25-0,1 мм и 0,1-0,05 мм, в сумме 64,3% и алевритоглинистой - 33,1%. Эти отложения по данным дебитометрии (расходометрии) слабопроницаемы ($К_ф$- от 0,5 до 1,0 м/сутки).

Непроницаемые породы, с содержанием фракции <0,05 мм более 40%, в своем составе содержат частицы размером от 0,05 мм и менее - от 54,2 до 89,6%. Глинистые породы относятся к пластичным, набухающим, долго размокаемым и устойчивым грунтам, к грунтам плотным и средней плотности. Мощность горизонта возрастает с востока в западном направлении.

Пермские отложения (жиделисайская свита) представлены алевритами и тонкозернистыми песчаниками бурого цвета. Породы плотные, слаботрещиноватые, содержащие алеврито-глинистый материал до 74,2%. Отмечаются зеркала скольжения. Песчаники содержат фракции размером 1-0,05 мм более 60%. На некоторых участках пермских отложений развита глинистая кора выветривания на глубину 2-3 м.

В связи с тем, что породы пермского возраста обладают весьма ничтожной проницаемостью, они в целом оцениваются как водоупорные

Основные выводы по инженерно-геологическим условиям участка:

1. Рельеф месторождения представляет плоскую слабовсхолмленную равнину. Первый водоносный горизонт (локально-водоносный) залегает на глубинах 50-60 м. После снятия покровных суглинков песчаные грунты являются надежным основанием для сооружения зданий промышленного и гражданского назначения, способны выдерживать нагрузки 3-5 кгс/см^2.

2. В разрезе мезозойско-кайнозойских глинисто-песчаных отложений преобладают песчаные грунты. Разрез рудовмещающих образований верхнего мела на 95-96% сложен песчаными породами разной зернистости.

3. При бурении скважин на отдельных участках в верхних и нижних частях разреза при пересечении гравийно-галечных отложений отмечалось поглощение промывочной жидкости, что обуславливает необходимость применения буровых растворов, обработанных специальными реагентами. Рекомендуемый состав бурового раствора на 1 $м^3$: глина - 100-128 кг, каустическая сода - 0,5 кг, клей КМЦ - 2кг, КССБ (сухая) - 1,5 кг

Литературы:

1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». - Алматы, 2006 г.

2. В.П. Новик-Качан, Н.В. Губкин, Д.Т. Десятников, Н.И. Чесноков. Добыча металлов способом выщелачивания. - Министерство цветной металлургии СССР.

3. А.И. Калабин. Добыча полезных ископаемых подземным выщелачиванием. – Атомиздат. - Москва, 1969 г.

4. Отчёт о результатах детальной разведки участка «АППАК» месторождения «Западный Мынкудук» с подсчётом запасов урана

Тулеуов Н.К

«Батыс Мыңқұдық» бөлікшесі жатындарының геологиялық-технологиялық ерекшеліктері және олардың уранды өндіруге әсері

Аңдатпа. Шу-Сарысу депрессиясының және Мыңқұдық кенорнының аумағы, басқалармен қатар, үш сатылы құрылыммен сипатталатын үлкен эпикаледондық құрылымдық депрессия болып табылады. Батыс Мыңқұдық кенорнының геотехникалық шарттары шөгінді таужыныстардың минералдық құрамының ерекшеліктеріне және олардың физикалық жағдайына байланысты.

Түйін сөздер: Шу-Сарысу депрессиясы, Жалпақ горизонты, Инкудык горизонты, Мыңқұдық горизонты.

Tuleuov N.K

Geological and technological features of the ores of the site "West Mynkuduk" and their impact on uranium mining

Abstract. The territory of the Shu-Sarysu Depression and the area of the Mynkuduk deposit, among other things, is a large epicaledonian structural depression characterized by a three-tiered structure. The geotechnical conditions of the West Mynkuduk deposit depend on the features of the mineralogical composition of sedimentary rocks and their physical state.

Keywords: Shu-Sarysu depression, Zhalpak horizon, Inkuduk horizon, Mynkuduk horizon

УДК 553.3/.4-23

М.С. Туменбаева

Научный руководитель – В.Л.Лось, доктор геолого-минералогических наук, академик Академии минеральных ресурсов РК

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

tms_1992@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМЫ ВСКРЫТИЯ И ОТРАБОТКА УРАНОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА РУДНИКЕ «СЕМИЗБАЙ»

Аннотация. *Статья посвящена особенностям оптимизации схемы вскрытия и отработки урановых залежей, условий увеличения степени извлечения полезного компонента и сокращения времени выработки на руднике месторождения Семизбай.*

Ключевые слова: *методы подземного сважинного выщелачивания линейный, гексогональный, рудник Семизбай.*

Введение

Важной частью технологии подземного выщелачивания является правильно выбранные схемы вскрытия и отработки урановых залежей. Для решения этих целей необходимо глубокое изучение особенностей геологического строения месторождения, морфологии рудных залежей, минеральной характеристики руд.

Общие сведения о месторождении Семизбай

Месторождение Семизбай расположено на северо-восточной окраине Казахского нагорья, постепенно переходящего в Западносибирскую равнину.

Административно месторождение Семизбай расположено северо-восточнее г.Степногорска на территории Уалихановского района Акмолинской области. Месторождение приурочено к северо-восточной окраине Казахского нагорья, которое переходит в Западно-Сибирскую равнину, в районе по наиболее крупным населенным пунктам на севере и юге носящем название Кызылту-Бестюбинского (Рисунок 1).

Рельеф района месторождения равнинный, холмистый, абсолютные высотные отметки колеблются от 90 до 140 м, относительные превышения холмов и гряд на впадинами не более 20-50 м. Ландшафт типичный для Северного Казахстана – степной с типчаково - ковыльной растительностью и сухостепным разнотравьем. Редко встречаются небольшие колки кустарников и деревьев.

История изучения месторождения Семизбай

Планомерные геолого-поисковые работы уранового месторождения Семизбай-U начались в 1973 году Степногорской геологоразведочной экспедицией и оценено как крупный промышленный объект, довольно сложный в геологическом отношении. В дальнейшем были начаты работы по подготовке данных для сравнения методов отработки месторождения открытыми и подземными горными способами с последующей гидрометаллургической отработкой руд, подземным скважинным выщелачиванием. Для оценки применимости способа ПВ были проведены лабораторные исследования, в результате которых получены удовлетворительные данные, указавшие на принципиальную возможность отработки основной массы руд данным способом. Эти данные послужили основой для постановки натурных работ.

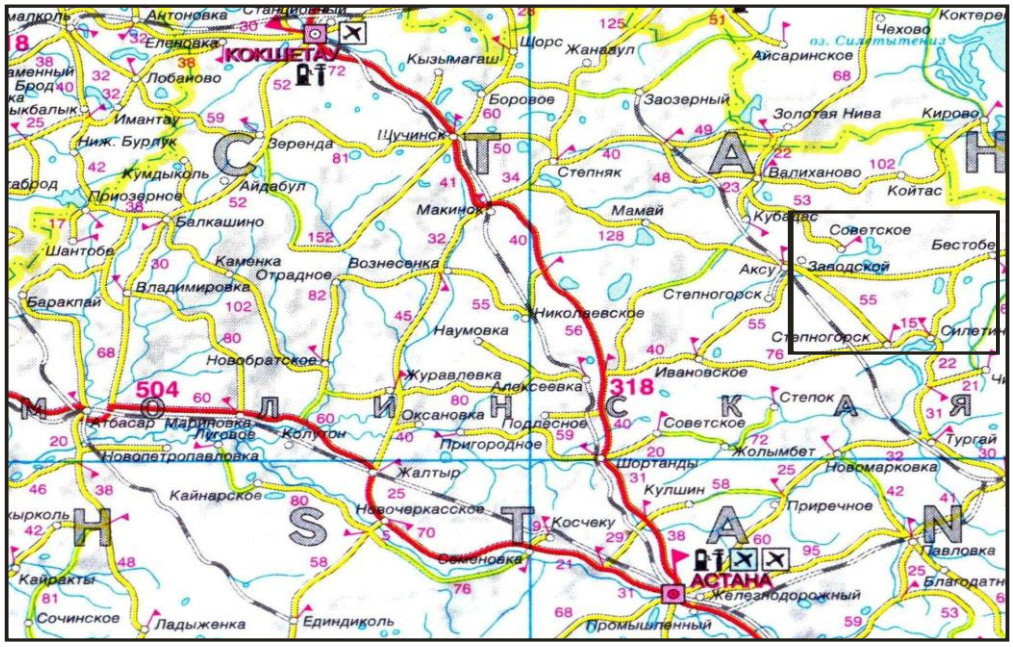


Рисунок 1 - Обзорная карта района работ

Поисково-разведочные работы проведены на площади занимаемой Центрально - Казахстанским мелкосопочником, представленным здесь цокольной денудационной равниной (водораздельная часть области Центрально-Казахстанского мелкосопочника). Поверхность равнин мелкосопочная и холмистая. Абсолютные высотные отметки сопок от 90 до 100-147м. Относительные превышения холмов над впадинами не превышают 5÷30 м. Повышенные скалистые равнины, осложненные группами и грядами крутых сопок, чередуются с пониженными пространствами межсопочных равнин, представляющих собой долинообразные или котловинообразные понижения, выполненные толщей молодых рыхлых в основном глинистых континентальных отложений неоген-четвертичного возраста.

Хорошие фильтрационные свойства пород зоны аэрации и сравнительно большое здесь количество осадков создают благоприятные условия для формирования подземного стока.

Гидрографическая сеть разбита слабо. В районе месторождения имеются соленые озера (наиболее крупное оз. Селетытенгиз) и временные водотоки рек Кыздымкарасу, Семизбай и Шат. Реки питаются в основном за счет таяния снегов и характеризуются непродолжительным пиком весеннего паводка. Сток рек осуществляется к местному базису оз. Жамантуз. В связи с тем, что месторождение Семизбай находится в 100 км от близлежащего жилого поселка (г. Степногорск) обеспечение питьевой водой можно осуществлять из водозаборной скважины в заброшенном поселке Ворошилово (15 км от месторождения). По данным анализов скважина пригодна для использования в бытовых условиях. А также есть возможность использования воды из водозаборной скважины, которая находится в разрушенном вахтовом лагере.

Климат района резко континентальный с температурой летом $+18^0C \div +22^0C$ (максимум 35^0C), зимой – $-17 \div -20\ ^0C$ (минимум 45^0C).. Зима малоснежная, продолжительная, лето жаркое и сухое. Безморозный период начинается со второй половины мая и заканчивается в конце сентября. Годовая сумма осадков не превышает 300 мм, из которых большая часть в виде ливневых дождей, приходится на лето. Толщина снежного покрова не превышает 10 см., глубина промерзания грунта от 1,6 до 2,8 м. Характерной особенностью климата являются почти постоянно дующие ветры с преобладанием юга – западных и севера – восточных направлений с максимальной скоростью 18-20 м/сек.

Тектоническое положение месторождения

В геологическом отношении район месторождения находится на северной окраине Ишкеольмесского антиклинория, в зоне погружения складчатого фундамента северо-восточной части Казахского щита под мезозойско-кайнозойский осадочный чехол Западно-Сибирской плиты Урало-Сибирской эпипалеозойской платформы. Основной структурой является Семизбайская эрозионно-тектоническая депрессия, которая представляет собой древнюю долину, выполненную терригенными мезозойско-кайнозойскими отложениями аллювиально-пролювиального генотипа. Протяжённость депрессии с запада на восток более 40 км, ширина от 2 до 5 км. Мощность осадочных пород увеличивается от 50 м в верховьях депрессии до 180 м и более в её нижней восточной части.

Технология вскрытия

Урановое месторождение Семизбай относится к группе гидрогенных месторождений. Генезис месторождения пластово-инфильтрационный. Месторождение приурочено к песчано-глинистым отложениям. Невыветренные залежи состоят из уранинита, пирита и других сульфидов, заполняющих поры в боковой породе и находящихся обычно в ассоциации с углеродом, который присутствуе в форме древесного или асфальтитового материала. Отдельные рудные скопления залегают почти параллельно напластованию и имеют пластообразную, почти удлиненную форму. Большим развитием руды там , где в песчаниках имеются мощные водопроницаемые зоны. Вмещающие породы представлены песчаниками, глинами, конгломератами, алевролитами.

На основании раннее проведенных поисково–оценочных работ установлены контуры. Исходя из этого, на основании пункта 1 статьи 8 Закона Республики Казахстан "О недрах и недропользовании" от 27 февраля 2006 года N 72, установлено, что месторождение по

степени вскрытия сложности относится к 3 группе подгруппе «г» и разведывается вертикальными буровыми скважинами.

На практике при разработке месторождений Семизбай методом подземного выщелачивания применяется линейное и гексагональное расположение скважины. При гексагональном расположению скважин, когда в центре откачная, по краям – закачные скважины. Результаты расчетов и экспериментальных данных показывают наличие застойных зон, где отсутствует фильтрация раствора и бурение забалансовых скважин. Такие зоны приводят к снижению степени извлечение урана и трата денежных средств на бурение, соответственно, к степени отработки месторождения (рис.2). На практике условий увеличения степени извлечение и сокращение времени выработки месторождения проводят линейный расположение скважин (рис.3). Добычная ячейка обычно состоит из двух (шести) закачных и одной откачной скважины, принадлежащих к трем последовательно расположенным рядам. Ниже можно увидеть результаты эффективности линейного расположение скважин.

Блок 1а

Схема вскрытия – гексагональный

Запас – 56,330 т.

Время отработки: 55 мес.

H2SO2 - ????

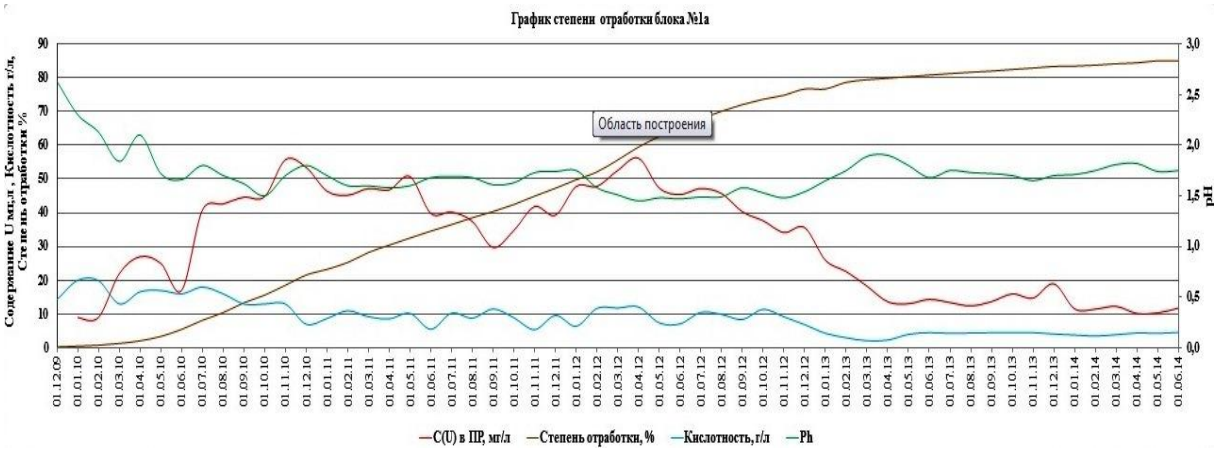


Рисунок 2 – График степени отработки блока №1а

Блок 2а

Схема вскрытия – гексагональный;

Запасы – 58,950 т.;

Время отработки: 17 мес.

H_2SO_2 - ????

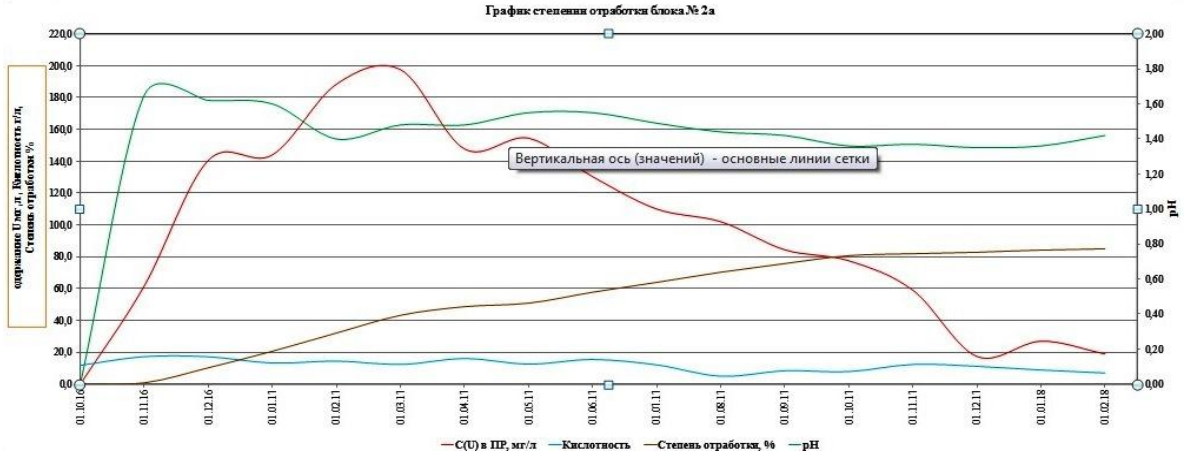


Рисунок 3 – График степени отработки блока №2а

Выводы

При мониторинге вскрытия вертикальными буровыми скважинами и при отработке с линейным расположением скважин на руднике «Семизбай» была доказана его эффективность при сокращении отработки блоков, увеличении степени извлечения, снижения себестоимости, экономии серный кислоты и электроэнергии.

Литературы:

1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». - Алматы, 2006.

2. Инструкция по подземному скважинному выщелачиванию урана (методические рекомендации).- Алматы, 2006.

3. Якжин А.А. Поиски и разведка урановых месторождений. – Госгеолтехиздат. - Москва, 1961.

4. Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Язиков В.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. Гылым, Алматы, 1997.

5. Закона Республики Казахстан "О недрах и недропользовании".

Түменбаева М.С.

«Семізбай» кенішінде уран кенін ашу сұлбасын және игеру ерекшелітерін оңтайландыру ерекшеліктері

Түйндеме. Мақала «Семізбай» кенішінде уран кенін ашу сұлбасын және игеру ерекшелітерін оңтайландыруды қамтиды, уранды өндіру мөлшерін көбейтеді, әрі өңдеу уақытын кемітеді.

Түйін сөздер: жерастыңғыма шаймалау әдістері сызықты, гексогонды, «Семізбай» кеніші

Tumenbayeva M.S.

Features of optimization of the opening scheme and mining of uranium deposits in the mine "Semizbay"

Summary. The article contains information about the optimization of the pattern of opening and mining of uranium deposits, the conditions for increasing the degree of extraction and reducing the time of production in the Semizbay Deposit.

Keywords: underground leaching techniques, linear, hexagonal, mine Semizbay.

УДК 553.3/.4-23

Т.К. Тунгышбаев

Научный руководитель – А.А.Бекботаева, заведующий кафедрой ГСПиРМПИ, ассоциированный профессор, доктор PhD

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

talgattungyshbai@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕАГЕНТОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНОГО ЦИКЛА ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ИРКОЛЬ»

Аннотация. *Статья содержит анализ геотехнологических параметров отработки эксплуатационных блоков и работы технологических скважин месторождения «Ирколь» и были подобраны химические реагенты для интенсификации извлечения урана из недр.*

Ключевые слова: *бифторит аммония, сульфаминовая кислота; лигносульфонат; хлорид железа.*

Введение

Практически с первых лет отработки месторождении эффективность работы добычного комплекса рудника ПСВ на прямую зависит от состояния технологических скважин. Непростые геологические условия месторождения, наличие тонкозернистых песков в некоторых местах, а также повышенное содержание карбонатов на отдельных участках, придают этой проблеме стратегическое значение.

Практические исследования

В ходе эксплуатации технологических скважин, в подавляющем большинстве случаев наблюдается снижение их дебита, обусловленное отложением на фильтрах и в прифильтровых зонах кольматирующих образований химического происхождения. Практика эксплуатации месторождений урана, отрабатываемых способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) показывает, что кольматационные процессы неизбежны и скорость их зависит от многочисленных факторов, в первую очередь:

– минерального состава и геологического строения рудного тела,

– режима эксплуатации блока,

– способа бурения, конструкции скважин и фильтров, способа и сроков освоения скважин после установки фильтра, гидрохимического состава подземных вод,

– типа растворопоодъема,

– типа реагента, применяемого для выщелачивания.

В условиях ПСВ обычно выделяют следующие виды кольматации:

1) Химическую, связанную с образованием в порах химических осадков.

2) Механическую, вызываемую закупоркой поровых каналов механическими взвесями или частицами, содержащимися в фильтрующихся растворах.

3) Ионообменную, связанную с изменением размера пор в присутствии органического вещества и глинистых минералов в проницаемых породах под действием изменения pH и минерализации фильтрующих растворов.

4) Газовую, обусловленную образованием углекислого газа и сероводорода в пласте в результате взаимодействия кислоты с вмещающими породами.

Таким образом, эффективность эксплуатации технологических блоков, скорость отработки и выполнение плановых показателей предприятия, во многом зависят от своевременного и качественного проведения ремонтно-восстановительных работ на каждой отдельно взятой скважине.

Существующие, так называемые классические, методы восстановления производительности скважин можно разделить на несколько направлений:

1) Физико-механическое и динамическое воздействие на водопроницаемую часть скважин (промывка водой, прокачка, свабирование).

2) Химические обработки прифильтровых зон скважин различными реагентами.

Наибольшую эффективность в условиях месторождения Ирколь, показал комплексный метод восстановления производительности скважин, разработанный специалистами предприятия и успешно применяемый на руднике ПСВ с 2014 года. Данная технология сочетает в себе эрлифтную прокачку с промывкой и реагентной обработкой растворами серной кислоты в едином комплексе работ, дает хорошие результаты, однако на отдельных участках, эффективность восстановления производительности скважин оставляет желать лучшего, в связи с чем ведется непрерывный поиск оптимального решения для «больных» скважин.

Наибольшее распространение на практике, благодаря своей доступности и высокой эффективности, получил метод химической обработки скважин. Принцип действия этого метода заключается в подаче в прифильтровую зону скважины химических реагентов, растворяющих или разрыхляющих кольматирующие соединения, которые удаляются последующей прокачкой скважин. Реагент подается в скважину наливом через устье, либо непосредственно в зону фильтра и выдерживается в ней определенное время, необходимое

для растворения кольматантов. После окончания обработки скважину тщательно прокачивают, производят необходимые замеры и запускают в работу.

Совместно с Институтом высоких технологии было проведено научно-исследовательские работы, направленных на интенсификацию отработки эксплуатационных блоков и скважин с применением комплекса химических реагентов по увеличению проницаемости закольматированных руд.

По результатам анализа геотехнологических параметров отработки эксплуатационных блоков и работы технологических скважин месторождения «Ирколь» были подобраны химические реагенты для интенсификации извлечения урана из недр. Химические реагенты входящие в комплекс многофункционального назначения были опробованы на геотехнологических скважинах эксплуатационных блоков с целью определения их эффективности на интенсификацию ПСВ урана. В состав комплекса многофункционального назначения входят следующие химические реагенты: бифторид аммония, сульфаминовая кислота; лигносульфонат; хлорид железа (III) (Таблица №1).

Таблица 1 - Состав комплекса многофункционального назначения

Наименование	**Концентрация**	**Свойства**
Сульфаминовая кислота (САК);NH_2SO_2OH	2-5%	Образует прочный комплекс с ионами Fe^{2+}, снижает их активность в растворе, в результате чего повышается соотношение Fe^{3+}/ Fe^{2+} и повышается значение Eh, понижает pH раствора.
Лигносульфанат (ЛСТ)	1-3%	Анионный ПАВ, в воде находятся в коллоидном состоянии, уменьшает степень набухания глинистых минералов в продуктивном горизонте.
Хлорид железа Fe^{3+}; $FeCl_3$	1%	Обладает высокой окислительной способностью часто встречаются в выщелачиваемой породе (E_0=+0,77в)

Выводы

В ходе работ установлено, что использование бифторида аммония в качестве добавки к кислотной смеси, используемой для обработок закольматированных скважин, в совокупности с технологией РВР, внедренной на предприятии, позволяет с высокой эффективностью поддерживать плановые показатели дебитов скважин.

Для объективности эксперимента, в ходе проведения опыта, было обработано более двух десятков скважин расположенных на одиннадцати разных технологических блоках. Однако, несмотря на некоторые различия в геологических условиях, отличия в глубинах, стадиях отработки, степени закольматированности и др., метод показал положительный эффект на всех скважинах без исключения.

Проведение опытных работ позволило разработать новую, эффективную технологию РВР для скважин, находящихся в особо трудных условиях интенсивной кольматации. Ранее, стандартные методы, стоящие на вооружении предприятий НАК «Казатомпром», не позволяли обеспечить высокую степень реанимации производительности таких скважин. Результаты эксперимента и статистические данные, полученные в ходе проведения работ, могут быть использованы при широком внедрении технологии в производственном масштабе.

Литературы:

1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. - Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». - Алматы, 2006 г.
2. В.П. Новик-Качан, Н.В. Губкин, Д.Т. Десятников, Н.И. Чесноков. Добыча металлов способом выщелачивания. - Министерство цветной металлургии СССР.
3. А.И. Калабин. Добыча полезных ископаемых подземным выщелачиванием. - Атомиздат, Москва, 1969 г.
4. А.Менлибаев, А.М. Интыкбаев, Б.О. Дуйсебаев. Основное оборудование для производства урана. - Издательство «Бастау». - Алматы, 2004 г.

Тунгышбаев Т.К.

Иркөл кенорнындағы геотехнологиялық ұңғымалардың өзара әрекеттесу циклін арттыру үшін көпфункциялы химиялық кешен үшін химиялық реагенттерді қолдану

Түйіндеме. Мақалада Иіркөл кенорны технологиялық ұңғыларының жұмыс блоктарын игерудің геотехнологиялық параметрлерін талдау және уранның тереңнен өндірілуін арттыру үшін химиялық реагенттер таңдалынды.

Түйін сөздер: аммоний бифториді, сульфамин қышқылы; лигносульфонат; темір хлориді

Tungyshbaev T.K.

The use of a chemical complex of multifunctional reagents for increasing the turnaround time of geotechnological wells in the conditions of the Irkol field

Summary. The article contains an analysis of the geotechnological parameters of the development of operational blocks and the operation of technological wells of the Irkol deposit and chemical reagents were selected to intensify the extraction of uranium from the depths.

Keywords: ammonium bifluoride, sulfamic acid; lignosulfonate; ferric chloride

УДК 553.3/.4

Р.К.Тутебаев

Научный руководитель – А.О. Байсалова, доктор PhD, лектор кафедры ГСПиРМПИ ИГиНГД имени К.Турысова

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

rus.tutebaev@mail.ru

Проведение ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин способом гидросвабирования рудника «Центральный Мынкудук»

Аннотация. *Статья содержит основную характеристику района, общие причины выхода технологических скважин из строя, ремонтно-восстановительные работы в технологических скважинах и проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин методом гидросвабирование.*

Ключевые слова: *кольматация, геотехнологические скважины, ремонтно-восстановительные работы, рудник Центральный Мынкудык.*

Основные характеристики района

Орографически месторождение Мынкудык расположено на территории плато Бетпак дала, представляющем собой крупную равнинную возвышенность, с севера и запада ограниченную изрезанным эрозионным уступом высотой до 80-100 м, а на юге полого наклоненную к долине р. Шу. Плато Бетпак дала характеризуется слаборасчлененным равнинным рельефом с абсолютными отметками 220-300 м, осложненным мелкими котловинами – такырами.

Месторождение Мынкудык находится в благоприятных условиях для добычи урана способом ПВ – минерализация пластовых вод продуктивных горизонтов составляет 2-5 г/л.

Общие причины выхода технологических скважин из строя

В ходе эксплуатации, в подавляющем большинстве случаев наблюдается снижение дебита или приёмистости скважин, обусловленное отложением на фильтре и в прифильтровой зоне кольматирующих образований химического происхождения, глинистых частиц, оставшихся в результате некачественного удаления бурового раствора при освоении скважины, образованием песчаных пробок в фильтре вследствие суффозии песка из продуктивного пласта, механической кольматации закачных скважин, в результате наличия в выщелачивающих растворах мехвзвесей. Помимо этого, возникают нарушения герметичности обсадных колон, нарушение целостности фильтров, обрывы водоподъёмного оборудования и др.

В связи с этим, возникает необходимость в проведении различных мероприятий по восстановлению дебита скважин - удаление песчаных пробок, а также кольматирующих образований с поверхности фильтра и прифильтровой зоны, восстановление герметичности обсадных колон, замена фильтров.

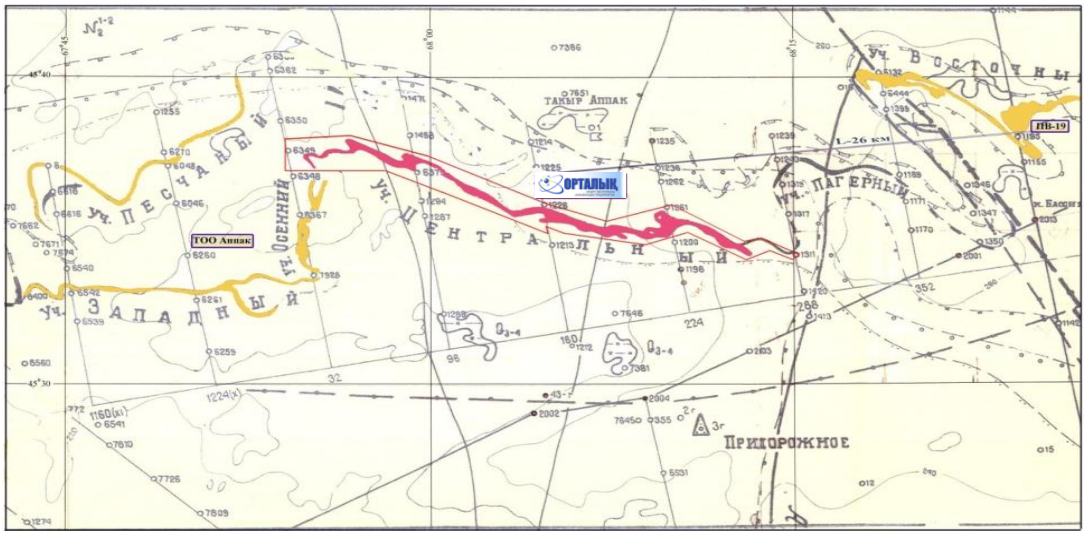


Рисунок 1 - Обзорный план участка «Центральный» месторождение «Мынкудык»

Технологические скважины выходят из строя при эксплуатации по следующим основным причинам:

- Повреждение труб эксплуатационной колонны и фильтра в процессе монтажных и ремонтно-восстановительных работ.
- Нарушение герметичности обсадных колон на резьбовых соединениях в результате знакопеременных температурных и напорных воздействий растворов.
- Несоответствие технических параметров фильтров (проходных отверстий, скважности и др.), геолого-гидрогеологическим характеристикам пород рудного горизонта.
- Зарастание фильтров и прифильтровой зоны продуктами химической и механической кольматации, в результате чего производительность скважин снижается.

Химическая кольматация

При условии взаимодействия выщелачивающего раствора с твёрдой и жидкими фазами продуктивного пласта, возникают физико-химические явления, в первую очередь связанные с образованием в порах химических осадков, образованием газов и растворением отдельных минералов, которые изменяют физические параметры пластового раствора.

В химическом отношении подземные воды представляют собой истинные и коллоидные растворы различного состава и концентраций. Растворимость многих веществ охватываемых

потоком технологических растворов зависит от pH раствора и сильно меняется при изменении величины этого показателя.

Особенно сильно кольматационный эффект проявляется при наличии в пласте карбонат содержащих пород, которые при взаимодействии с разбавленной серной кислотой образуют нерастворимые сульфаты кальция и бария. При их выпадении в осадок происходит закупорка пор и микротрещин в породе.

Процессы химического взаимодействия растворителя с вмещающими породами сопровождаются выделением газов и вызывают значительный подъём пьезометрического уровня в пласте (газоваякольматация). Подобного рода кольматация носит временный характер при начале закисления и практически отсутствует на дальнейших стадиях процесса выщелачивания.

Механическая кольматация

- Механические взвеси образуются в результате недостаточной очистки продуктивных растворов, осаждения пыли в отстойниках и попадания в растворы продуктов перерабатывающего комплекса. Механическаякольматация пласта в результате попадания в него тонких мехвзвесей, может распространяться на большие расстояния от фильтра скважины и привести пласт в первоначальное состояние бывает очень затруднительно.
- Глинизация фильтра и прифильтровой зоны в процессе вскрытия рудоносного горизонта с применением глинистого раствора.

К механической кольматации относится и глинизация фильтра при спуске его в скважину, и глинизация рудного горизонта при его вскрытии с применением глинистого раствора, когда на стенке скважины образуется глинистая корка, ограничивающая поступление глинистого материала в пласт. Проницаемость глинистой корки в 10^3-10^4 раз меньше проницаемости пласта, поэтому в рудовмещающие породы попадает только глинистый раствор, содержащий тонкодисперсные и коллоидные частицы глины, проникающие в пласт на десятки метров. Глинистые частицы набухают в водной среде, и в связи с этим, изменяется внутренняя геометрия порового пространства породы, а её коэффициент фильтрации может уменьшиться в несколько десятков раз.

Глинистая корка на стенке скважины с течением времени уплотняется за счёт усиления адсорбционных и молекулярных связей между глинистыми частицами, её удаление представляет значительную сложность.

- Кольматация водоприёмных щелей фильтра в результате несоответствия проходных отверстий фильтра гранулометрическому составу рудовмещающих пород.

Несоответствие проходных отверстий фильтров гранулометрическому составу рудного горизонта вызывает заклинивание или перекрытие отверстий песком, глиной, уменьшая его скважность, что может снизить удельный дебит скважины.

Способы восстановления производительности технологических скважин

Способы восстановления проницаемости пластов делятся на три основных вида: физические, химические, и физико-химические.

К физическим методам относятся эрлифтные прокачки скважин установками XRVS, пневмоимпульс и промывка скважины от песчаных пробок установками УОС и УРБ-2А-2.

К химическим методам относятся реагентные обработки фильтров и прифильтровых зон скважин с применением серной или соляной кислот, бифторида аммония, сульфанола, триполифосфат натрия, сульфаминовой кислоты или других реагентов.

К физико-химическим методам относятся комбинации реагентных обработок с механическим воздействием (свабирование) на целевые участки скважины.

Технические средства проведения ремонтно-восстановительных работ

Все виды ремонтных работ и методы их выполнения требуют наличия различного оборудования и вспомогательных устройств.

Для чистки скважин от песка применяется установка УОС. Установка смонтирована на прицепе содержит барабан с навитым на него растворопоъёмным шлангоукладчиком,

подающим устройством, ёмкостью для сбора раствора, грязевым насосом НБ-32 и пульт управления.

Высокая производительность установки обеспечивается минимальным временем спускоподъёмных операций и технологией размыва, когда нижний торец растворопоодъёмной трубы непосредственно сближен с песчаной пробкой. В среднем очистка одной скважины обеспечивается за 12-24 часа. Для чистки скважин от песка используются и обычные эрлифты.

При пневмоимпульсной обработке в фильтре скважины с помощью пневмокамеры создаются упругие колебания, возбуждающиеся при быстром истечении в жидкость, находящуюся в скважине, воздуха, который находится в корпусе пневмокамеры под давлением. Для данного вида обработки применяется установка пневмоимпульса.

Проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин методом гидросвабирование

Гидравлическое свабирование скважин – метод интенсивного возвратно-поступательного воздействия жидкости (выщелачивающего раствора) на прифильтровую зону скважины, при котором происходит промывка порового пространства.

Порядок выполнения работ:

Включить подачу раствора в скважину насосом;

После завершения подачи раствора в скважину настроить оборудование для откачки растворов из скважины эрлифтным способом;

Проверить работу компрессора;

Приступить к эрлифтной прокачке скважины;

откачать раствор из скважины;

Чередовать подачу раствора с откачкой, согласно составленной для определенной откачной скважины технологической карты.

Рисунок 2 - Буровая установка УРБ 2А-2 на шасси КАМАЗ

Вывод

Свабирование является одним из универсальных, безопасных способов вызова притока при освоении скважин различных категорий, отличается простотой процесса, не требует большой номенклатуры оборудования, может быть эффективным при освоении скважин, вышедших из бурения, после ремонта, обработок призабойной зоны химическими реагентами, стимуляции скважин комплексными физико-химическими воздействиями и т. д.

Литературы:

1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». – Алматы. – 2006.

2. В.П. Новик-Качан, Н.В. Губкин, Д.Т. Десятников, Н.И. Чесноков. Добыча металлов способом выщелачивания. - Министерство цветной металлургии СССР.

3. А.И. Калабин. Добыча полезных ископаемых подземным выщелачиванием. – Атомиздат; Москва. -1969.

4. А.Менлибаев, А.М. Интыкбаев, Б.О. Дуйсебаев. Основное оборудование для производства урана. - Издательство «Бастау»: Алматы. – 2004.

5. Регламент проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин методом гидросвабирование на руднике «Центральный Мынкудук» ТОО «ДП №ОРТАЛЫК». - 2016.

6. Оценка воздействия на окружающею среду (ОВОС). Книга № 4. - 2016.

Р.Қ.Түтебаев

Орталық Мыңқұдық кенішінің гидросвабтау арқылы технологиялық ұңғымалардың шығымын қалпына келтіру бойынша жөндеу және қалпына келтіру жұмыстары

Аннотация. Мақала алқаптың негізгі сипаттамаларын, технологиялық ұңғымалардың бұзылуының жалпы себептерін, технологиялық ұңғымаларда жөндеу және қалпына келтіру жұмыстарын, сондай-ақ гидросвабтау әдісімен технологиялық ұңғымалардың шығымын қалпына келтіру бойынша жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарын қамтиды.

Түйінді сөздер: кольматаж, геотехнологиялық ұңғымалар, жөндеу жұмыстары, Орталық Мыңқұдық кеніші.

R.K.Tutebayev

Repair and restoration work to restore the flow rate of technological wells by means of hydrosubbing of the Central Mynkuduk mine

Annotation. The article contains the main characteristics of the area, general reasons for the failure of process wells, repair and restoration work in process wells and repair and restoration work to restore the flow rate of process wells by the method of hydrosurfing.

Keywords: colmatage, geotechnological wells, repair work, the Central Mynkuduk mine.

УДК 553.4

Т.К. Шайыахмет

Научный руководитель – А.Б. Байбатша, доктор геол.-минерал. наук, проф.
Казахский Национальный технический исследовательский университет имени К.И. Сатпаева - Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы
Tauke1992@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕСКЕМПИР

Аннотация*. Приведены систематизированные и обобщенные сведения отечественных ученых и зарубежных экспертов (приглашенные для подсчета и оценки запасов месторождения) об особенностях геологического строения, главных геологических структурах, тектонике, а также геолого-структурных особенностях рудных тел золоторудного месторождения Бескемпир Акбакайского рудного поля.*

Ключевые слова: *золоторудное месторождение, рудное тело, рудные жилы, рудоконтролирующие дайки, вмещающие породы, разломы.*

Введение

На месторождении известно две основные и две второстепенные рудные жилы. Основные жилы: Бескемпир (пологое падение), Сюрприз (крутое падение) и второстепенная жила Сюрприз-2 (крутое падение) контролируются дайками. Второстепенная жила Березитовая (пологое падение) не связана с дайками, отличается убогими содержаниями золота, и блоков с промышленным содержанием металла по ней оконтурить не удалось.

Систематизация и обобщение результатов ранее проведенных исследований.

Месторождение Бескемпир по существу является восточным флангом месторождения Акбакай, сдвинутым по Бескемпирскому пострудному разлому к востоку на 1800 м и приподнятым по отношению к Акбакаю на 300 м. Разлом падает к югу под углом 75-85^0 и ограничивает месторождение на глубине порядка 400-500 м (Отчет о детальной разведке…, Поречин А.А., Данилов В.И, и др., 1986).

Месторождение жильного типа, оно расположено в пределах южного эндоконтакта Кызылжартасского интрузива и контролируется широтными дайками диоритовых порфиритов-лампрофиров. Золотая и сульфидная минерализация приурочена к жильному кварцу, линейным зонам березитов и в минерализованным участкам даек. Кварцевые жилы и березиты развиты с обоих боков даек. Контакты кварц-березитовых жил, полос интенсивно оруденелой дайки и окварцованных гранодиоритов, гранодиоритов с безрудной и неравномерно оруденелой дайкой четкие. Вмещающие гранодиориты практически не содержат золото. Нередко разновидности руд отделяются тонкими трещинами с глинкой трения или без нее. Только при наличии в одном и том же поперечном сечении полос неравномерно оруденелой и безрудной дайки, контакт рудного тела является менее четким, но также отчетливо фиксируется тонкой трещиной либо полосой перехода мощностью 5-10 см. Кроме того, разделение дайки на нерудную и неравномерно оруденелую полосы происходит на локальных по протяженности интервалах, при переходе рудного тела из одного ее бока в другой, большей же частью, неравномерное оруденение по дайке развито на полную ее мощность, и она полностью включается в контур рудного тела. В некоторых интервалах рудное тело залегает на небольшом (1-3 м) удалении от контакта дайки и представлено маломощной кварц-березитовой жилой, в единичных случаях, наоборот – на небольших по протяженности интервалах (до 10 м), рудное тело представлено только неравномерно оруденелой дайкой без кварц-березитового окаймления (рис. 1).

Рудные тела месторождения надежно увязываются как по простиранию, так и по падению. До глубины 210 м одновариантность увязки подтверждена поверхностными и подземными, в том числе восстающими выработками. Глубинная увязка произведена по данным бурения. По геологическим данным увязка обоснована, во-первых, выдержанностью элементов залегания жил, во-вторых, структурным контролем рудных тел дайками, которые, помимо элементов залегания, визуально четко отличаются как одна от другой (дайка диоритовых порфиритов для жилы Сюрприз и дайка кварц-биотитовых порфиритов для жилы Бескемпир), так и от поперечных даек лампрофиров, плагиопорфиритов и др. Однозначность увязки подтверждена и методами скважинной геофизики. Аналогичные значения поляризуемости и проводимости, увязанные между скважинами методами электрической корреляции и радиоволнового просвечивания, совпадают в пространстве с рудными телами, причем других сколько-нибудь значимых аномальных зон не выделяется.

Жила Сюрприз разведана с поверхности канавами и траншеями, и по простиранию штреками на четырех горизонтах (20, 60, 120 и 180 м). На горизонте 180 м рудное тело прослежено штреком на 1100 м. Горизонтальная протяженность жилы достигает 1700 м. Ниже она разведана скважинами до горизонта примерно +20 (470 м) (скв. 936, 990). Обе эти скважины показали содержание золота 3,5-3,4 г/т при стволовой мощности 1 м. По восстанию жила прослежена восстающими выработками. По падению она разведана колонковыми скважинами, пробуренными по сети 80х40 м.

В структурном отношении жила контролируется дайкой диоритовых порфиритов – лампрофиров, локализуясь попеременно в контактах одного или обоих боков ее или внутри дайки, а на некоторых участках – на небольшом (1-4 м) удалении от нее. Рудное тело обычно представлено полосой интенсивно оруденелой или неравномерно оруденелой дайки, одной или двумя жильными зонами окварцованных прожилков березитов (хлоритизированных гранодиоритов). В последнем случае кварц-березитовые жилы тяготеют к контактам рудоконтролирующей дайки, и она полностью включается в контур рудного тела, независимо от степени ее гидротермальной переработки. Непрерывное кварцево-жильное выполнение отсутствует. Протяженность собственно кварцевых жил и линз по простиранию

не превышает 30-40 м, чаще составляет порядка 10 м, а мощность 0,10-1,40 м. Они обычно залегают в контактах рудоконтролирующей дайки, окаймляясь соизмеримыми по мощности полосами березитов с внешней стороны и окварцованной дайки с внутренней.

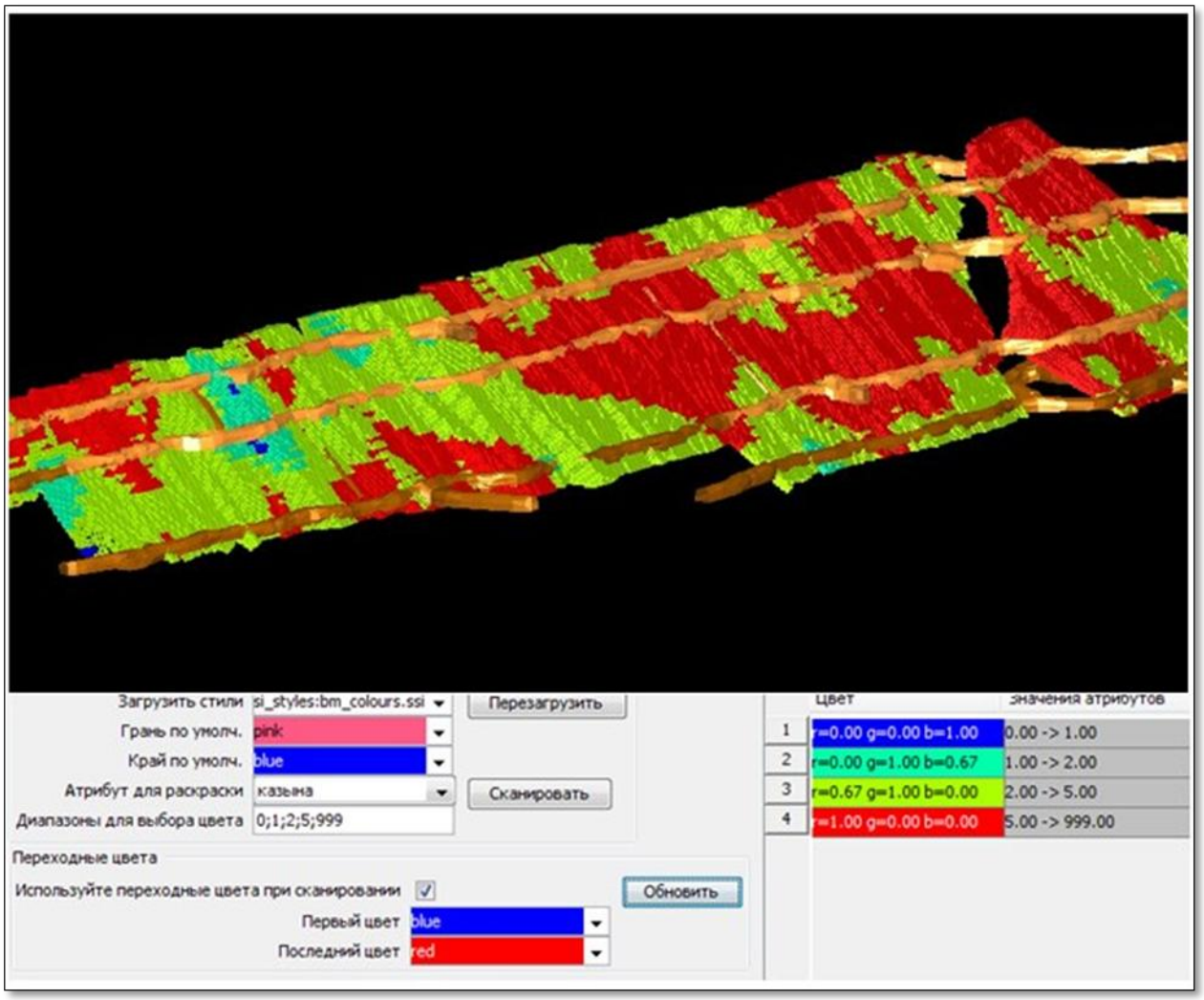


Рисунок 1 - Блочная модель жил месторождения Бескемпир, окрашенных по содержанию золота в рудной жиле.

На всем протяжении рудное тело имеет практически широтное простирание, падая к северу под углом 65-70°. Только на небольших по протяженности участках жила имеет локальные изгибы в пределах до 20° (азимут падения 345-15°, угол падения 60-80°).

Средняя протяженность жилы около 1000 м. Мощность ее изменчива, варьирует в пределах от 0,10 до 6,46 м, средняя составляет 1,6-1,7 м. Коэффициенты вариации не превышают 70 %.

В приповерхностной части по восстанию жила постепенно выклинивается, линия выклинивания полого погружается к флангам от центральной части жилы. На западном фланге на поверхности месторождения в районе 22-профиля жила срезается Бескемпирским разломом. Восточнее профиля 22 линия среза постепенно погружается, достигая глубины примерно 570 м в районе профиля 50. Далее жила на этих глубинах не разведывалась. При этом остается высокая вероятность обнаружения промышленных руд именно на глубоких горизонтах восточного фланга этой жилы. В пользу этого говорят данные скважин 918 и 1160 (0,6 м мощности при содержании золота 1,7 г/т и 1,27 м – при 3,4г/т соответственно), а также постепенное погружение Бескемпирского разлома.

Золотоносность глубоких горизонтов жилы неравномерная и, в целом, невысокая. По гор. 180 м можно отметить один относительно обогащенный золотом участок, характеризующийся и некоторыми особенностями внутреннего строения. Участок прослежен в интервале 510-535 м штрека, примыкает к разлому 8 с востока. Здесь плоскостью разлома жила приведена в локальное соприкосновение с жилой Сюрприз-2, а сама смещена в плане разломом с амплитудой 22-23 м. Рудное тело в этом интервале представлено всей дайкой, которая окаймлена с висячего бока кварцевой, а с лежачего – оруденелой дайковой полосой. В промежутке между рудными полосами дайка окварцована тонкими кварцевыми прожилками и просечками. Прожилки полого падают к юго-востоку – ориентированы диагонально к контактам дайки. Мощность рудного тела составляет 1,5-2,5 м, мощности собственно кварцевой жилы и руднодайковой полосы варьируют от 0,1 до 0,6 м. Содержания золота в кварце составляет 17-56 г/т, в окварцованной тонкими диагональными прожилками дайке 2-10 г/т, а в целом по рудному телу от 2,5 до 7 г/т. Следует отметить, что западнее профиля 28, вплоть до линии среза жилы Бескемпирским разломом, вероятность обнаружения балансовых запасов золота очень высокая.

Жила Бескемпир выполняет наклонный к северу под углом 40-45^{o} разрыв широтного простирания и на всем протяжении контролируется дайкой кварц-биотитовых порфиритов, имеющей кулисообразное строение. На западном фланге (западнее пересекающихся разломов 6 и 7) жила становится забалансовой и до Бескемпирского разлома является непромышленной. На восточном фланге жила оконтурена методом неограниченной экстраполяции, до полного выклинивания она не прослежена. С глубиной жила, очевидно, естественно выклинивается на западном фланге и срезается Бескемпирским разломом в центральной части.

Жила разведена, помимо поверхностной, штреками на четырех горизонтах и ниже горизонта 180 м скважинами (период разведки). При эксплуатации месторождения было пройдено большое количество восстающих и 4 подэтажных штрека ниже гор. 180 м. Внутреннее строение, морфология и особенности жилы практически одинаковы во всей разведанной части, независимо от глубины и положения в том или другом тектонически обособленном блоке.

Протяженность рудного тела 1700 м, глубина распространения оруденения в центральной части и в восточном фланге составляет 360-400 м, при протяженности жилы по падению 550-600 м. Аналогично жиле Сюрприз, коэффициенты вариации мощности жилы не превышают 70 %, средняя мощность составляет 1,70-1,80 м. От жилы Сюрприз, рассматриваемая жила отличается и некоторыми особенностями морфологии, внутреннего строения и закономерностям размещения обогащенных участков. Морфологической особенностью жилы Бескемпир является наличие закономерно размещенных в ее плоскости раздувов рудного тела, обусловленных кулисообразным строением рудоконтролирующей дайки. По внутреннему строению жила отличается, во-первых, большей устойчивостью, как по длине, так и по мощности частных кварцевых, кварц-березитовых и березитовых жил, которые окаймляют рудоконтролирующую дайку или залегают на небольшом удалении от неё. Во-вторых, сама дайка, хотя и бывает смятой и тектонически рассланцованной, однако сплошность ее не нарушена продольными внутрирудными прожилками и, как следствие, внутри неё нет четких оруденелых дайковых полос, как это было характерно для крутой жилы. Полосы интенсивно оруденелой дайки всегда протягиваются в ее эндоконтактах. Реже бывает интенсивно или неравномерно оруденелой вся дайка. При этом наложенная сульфидная минерализация и окварцевание равномерно (при интенсивном оруденении) распределены по всей массе дайки, в отличие от брекчиевидной текстуры руд по дайке Сюрприз.

Как отмечалось выше, характерной морфологической особенностью жилы Бескемпир является наличие в ее плоскости закономерно расположенных раздувов рудного тела. Помимо повышения в 1,5-3 раза мощности, в раздувах, как правило, отмечается и повышение концентрации золота, т.е. они заключают вполне определенную часть запасов

богатых руд. Образование раздувов рудного тела обусловлено кулисообразным строением рудоконтролирующей дайки. Протяженность каждой частной дайки составляет, как правило, 70-100 м, затем она выклинивается, а на ее продолжении прослеживается тектонический шов – трещина, которая постепенно затухает. К интервалам кулисообразного захождения рудоконтролирующих (рудолокализующих) разрывов один за другой и приурочены разрывы рудного тела. Все такие раздувы друг от друга отличаются только мощностью и продуктивностью, а внутреннее строение их одинаково и рассматривается ниже на типичном примере. В интервале 70-110 м восточного штрека гор. 180 м отмечается кулисообразное захождение рудоконтролирующих разрывов. Начиная от отметки 70 м, одна из частных даек постепенно выклинивается, но кварц-березитовая жила продолжается, сохраняя на протяжении 20 м высокий уровень золотоносности, мощность ее составляет 0,5-0,6 м. Одновременно в 5 м южнее появляется другая частная дайка, которая далее непрерывно протягивается на 100 м, в свою очередь, сменяясь новой. От отметки 70 м штрека мощность рудного тела резко увеличивается, достигая 5-6 м, протяженность раздува 20 м, а содержание золота в ней порядка 9 г/т.

Таким образом, несмотря на прерывистое строение рудолокализующего разрыва, вмещающего как дайку, так и наложенные кварц-березитовое оруденение, рудное тело в местах кулисообразного захождения друг за друга частных швов, сохраняет свою сплошность. Без того, продуктивность его, при переходе от одного шва к другому, значительно повышается, как за счет увеличения мощности, так и за счет повышения содержаний золота. По простиранию раздувы рудного тела имеют средний шаг 70-80 м, а в приповерхностной части жилы, на ее западном фланге, этот шаг сокращается до 40 и даже 20 м. Восточный фланг глубинной части жилы, начиная от уровня профиля 54, наоборот, характеризуется постепенным увеличением шага между раздувами, сами раздувы часто проявлены нечетко, не отличаясь существенно по мощности от остальной части жилы. Причиной этого является изменение в строении рудоконтролирующего разрыва – дайка, его выполняющая, становится практически непрерывной. Частные дайки, в местах их кулисного захождения, соединяются маломощными апофизами, оруденение соответственно наследует условия залегания дайки.

Заключение. Приведенные сведения в статье данные уточняют геологическое строение месторождения и служат ценным материалом для оценки ресурсов золота, осуществления рациональной и безопасной разработки месторождения.

Работа выполнена в рамках государственного заказа по программно-целевому финансированию темы № 2018/BR05233713 «Комплексное геологическое изучение недр для развития ресурсной базы и разработки новых источников рудного сырья Казахстана».

Литературы:

1. Бакенов М.М. Геология и золотоносность Акбакайского рудного поля: монография/ М.М. Бакенов, В.В. Коробкин, М.Б. Кадыкова. – Алматы: КазНТУ, 2012 – 128 с.

2. Отчет с подсчетом запасов руды и золота по месторождению Бескемпир по состоянию на 01.01.2017г. – Алматы: ТОО «Маралды Минерал», 2017 – 189 с.

Т.К. Шайыахмет

Алтын рудалы Бескемпір кенорны геологиялық құрылысының кейбір ерекшеліктері

Түйіндеме. Мақалада Қазақстан Республикасындағы өнеркәсіптік маңызға ие алтын кенорыны Бескемпір ауқымында қалыптасқан бірқатар ірі кен денелерінінің геологиялық құрылысы сипатталған. Келтірілген деректер кенорынды ұтымды және қауіпсіз игеруде үлкен маңызға ие болып табылады.

Түйін сөздер: алтынды кенорын, кен денесі, кенді желілер, кенбақылаушы дайкалар, кенсыйыстырушы таужыныстар, жарылымдар.

T.K. Shaiyakhmet

Some peculiarities of the gold-ore deposit geological structure

Summary. The article describes the geological structure of the ore bodies of the Beskempir gold deposit, which is of industrial importance in the Republic of Kazakhstan. The above information is of high importance in the rational and safe mining of the deposit.

Key words: gold deposit, ore body, ore veins, ore controlling dykes, host rocks, faults.

УДК 552.4

А. Юсуфи

Научный руководитель – А.А *Бекботаева, доктор PhD, ассоц.профессор, зав. кафедрой ГСПиРМПИ ИГиНГД им. К. Турысова*

Зарубежный руководитель – А. Мушински

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

a.yousufi@kpu.edu.af

ПЕТРОГРАФИЯ УЛЬТРАБАЗИТОВ ЛОГАРСКОГО РАЙОНА АФГАНИСТАНА

Аннотация. *В данной работе изучены петрографические характеристики ультрабазитовых горных пород района Логар в Афганистане. Эти участки имеют форму лакколита длиной около 65 км, шириной 40 км и толщиной 1000 м. Его нижние части состоят в основном из перидотитов и дунитов, а средняя часть - из гарцбургитов и дунитов, верхние части сложены пироксенитами и лерцолитами.*

Ключевые слова: у*льтрабазиты, дуниты, гарцбургиты, лерцолиты, Логарский массив.*

Общие сведения

Логарский ультрабазитовый массив располагается в средней части Кабульского тектонического блока. Район проектируемых работ расположен к югу от г.Кабула и административно входит в провинцию Логар, частично охватывая северные территории провинций Газни и Пактия. Площадь района характеризуется умеренно расчлененным среднегорьем с абсолютными высотами 2500-3500 м и относительными превышениями 400-600 м. В южной и восточной частях находятся горные гряды с относительными превышениями более 1000 м. Центральная часть территории охватывает равнинную область с широкими речными долинами и полого наклоненными, выровненными предгорьями.

История изученнности Логарского массива

Геологическая изученность Логарского массива остается очень слабой. Некоторые данные о нем содержатся в работе Г.Меннасье [1]. В частности он отмечает, что контакт между перидотитами и серпентинитами и вмещающим их сланцами серии Катагаэ (эоцен) интрузивами. В северной части Логарского массива, в горах Ко-э-Корохе, он указывает, что серпентиниты в виде трубок пересекают известняки серии Хингель (пермь-триас) и видоизменяют их в мраморы. Эти трубки, по его мнению, является подводящими каналами перидотитовой магмы. Серпентиниты Логарского массива в районе с.Лаландара, прорывают сланцы, филлиты н мраморы серии Катагаэ, которые он относит к юре?, мелу - среднему эоцену. Н.Н. Феруэ [2] ультрабазиты Логарского массива относит к раннему мелу, а возраст вмешающих пород им условно оценен как ордовикский и силурский. К большому сожалению, очень важные выводы предшествующих исследователей не подкреплены необходимым фактическим материалом, а интересующие нас вопросы взаимоотношения гипербазитов с вмещавющими породами, вероятно, считался само собой разумеющимся.

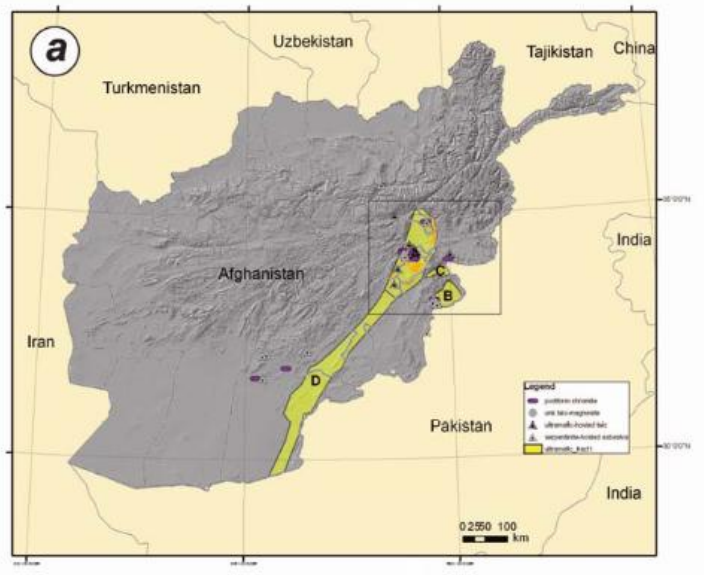


Рисунок 1 - Расположение участков и районов, а также отложений, связанных с ультрабазитами в Афганистане

Морфология Логарского массива

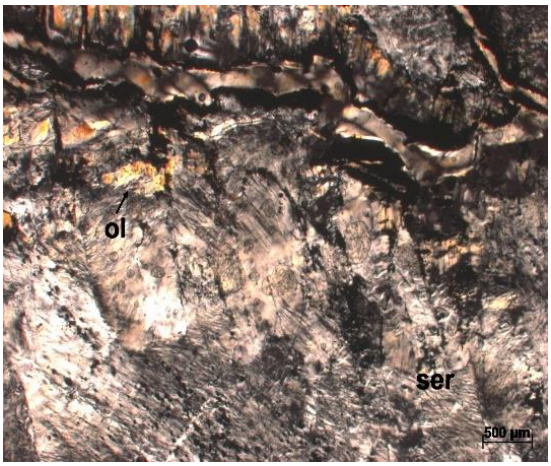
Массивы встречаются в вулкано-терригенных и карбонатных породах протерозоя, позднего палеозоя и раннего мезозоя. Наиболее изученным массивом Логар является лакколит. Он выглядит как табличное тело длиной 65 км и шириной 40 км. Это тело расположено с запада на восток тело и имеет мощность более 1000 метров. Лакколит состоит из гарцбургитов, дунитов, пироксенитов, лерцолитов и серпентинитов. Его нижние горизонты состоят из перидотитов и дунитов, средние горизонты состоят из гарцбургитов и подчиненных дунитов, а верхние - из пироксенитов с незначительным количеством лерцолитов. Контакты между дунитами и перидотитами различимы, но не четко выражены, тогда как контакты между пироксенитами и перидотитами четко выражены.

а. с анализатором б.без анализатора

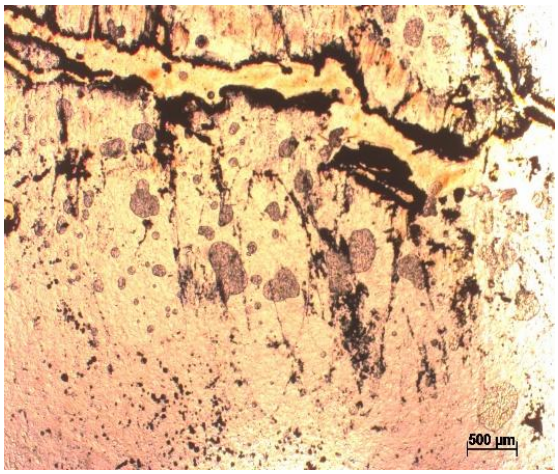
Рисунок 2 – Микрофотография дунита в параллельных и скрещенных николях (Х2,5). Минеральный состав: оливины с рудным минералом хромитом. Структура аллотриоморфная

Также встречаются пироксенитовые жилы толщиной от нескольких сантиметров до 5-10 метров и длиной 300-500 и более метров. Серпентинизация хорошо выражена в массиве. Зоны серпентинизированных пород имеют размеры от десятков сантиметров до 200 м, реже ширину до 700 м и длину от 5 до 10 км.

Контакты между ультраосновными телами и вмещающими породами часто нарушаются, но локально можно увидеть серпентинитовые апофизы во вмещающих слоях.



а. с анализатором



б. без анализатора

Рисунок 3 – Микрофотография серпентинита в параллельных и скрещенных николях (X2,5). Минеральный состав: оливины с серпентином. Структура аллотриоморфная

Контакты с вмещающими породами как главного тела Логарского массива ультрабазитов, так и его сателлитов. Один сателлит площадью около 3500 м^2 вытянутый в широтном направлении (отношение длины массива к его ширине 4:1), расположен на левом берегу р.Кабул в 5 км ниже по течению от пос. Лаландар и контактирует с пачкой филлитов. Контакт резкий. Серпентиниты сильно брекчированы, но вмещающие породы катаклазом не затронуты, и зона экзоконтакта четкая с хорошо выражено зональностью.

Выводы

Ультрабазиты Логарского района, расположенные в южной части провинции Кабул, Афганистан, распространены на обширной территории. Исследование выполнено на образце, взятом из начальной точки этого массива, исследование выполнено микроскопическим методом. В результате этого исследования было определено, что массив ультрабазитов, в основном, образуется из перидотитов, дунитов, гарцбургитов, пироксенитов, лерцолитов и серпентинитов. В большей части эти породы в высокой степени подверглись вторичным изменениям и превращены в серпантины. Наличие минерала хромита в каждом шлифе показывает связь ультрабазитов с большим массивом хромита в Логаре.

Литературы:

1. Меннесье Г. Геологические наблюдения в горох Кабула (Афганистан). – Советская геология: Москва. - № 7. – 1963.

2. Феруз И.М. Геологическое строение Кабульской тектонической зоны, Афганистан. Автореферат канд.диссер. Москва, МГУ. - 1973.

3. Славин В.И., Мирзад С.Х. Тектоническое районирование Афганистана. –Советская геология: Москва. - № 4. - 1969.

4. Лодочников В.Н. Серпентинит и серпентиниты ильчирские и другие. - Тр.ЦНИИГРИ. Москва. - Вып.38. - 1936.

5. United States Geological Survey, Open File Report 2007 – 2014. Chapter #2. – P.16.

6. Мусазай А.М. Ультрабазитовые комплексы Афганистана. – Кабул, Кабульский политехнический университет. – 1997.

7. А.Н.Феногенов, В.Г.Чернов. Интрузивная природа Логарского альпинотипного гипербазитового массива в Афганистане. Отчет 1084.

А. Юсуфи

Ауғанстандағы Логар ауданының асанегізді базиттерінің петрографиясы

Аннотация. Бұл жұмыста Ауғанстандағы Логар ауданының асанегізді таужыныстарының петорграфиялық сипаттамасын зерттелді. Бұл бөлікшелердің пішіні лакколит тәрізді, ұзындығы 65 км, ені 40 км және қалыңдығы 1000 м. Төменгі бөлігі негізінен перидотиттер мен дуниттерден тұрады, ал ортаңғы бөлігі – гарцбургиттер және дуниттерден, жоғарғы бөлігі пироксениттер мен лерцолиттерден құралған.

Түйін сөз: ультабазиттер, дуниттер, гарцбургиттер, лерцолиттер, Логар массиві

A. Yousufi

Petrography of ultrabasic rocks in Logar district of Afghanistan

Annotation. We studied the petrographic characteristics of ultrabasic rocks of the Logar region in Afghanistan. These ultrabasic massif are the laccolith about 65 km long, 40 km wide and 1000 m thick. Its lower parts consist mainly of peridotites and dunites, and the middle part consists of harzburgites and dunites, the upper parts are composed of pyroxenites and lherzolites.

Keywords: ultabasites, dunites, harzburgites, lherzolites, Logarsky massif

УДК 553.3/.9

Zh.Zh. Ashirov

Scientific adviser: Mataeva Gulnur Gabdulgumarovna

"Semey Geological prospecting college" East Kazakhstan Region`s Administration Department of education, City Semey, Kazakhstan

GOLD RESOURCES OF EAST KAZAKHSTAN REGION

Annotation. *The article reveals gold deposits in Kazakhstan and shows why our country is rich in gold. This article is devoted to exploration the gold deposits of East Kazakhstan region. The largest of them is the Bakyrchik deposit where the gold extracting plant is in operation. We visited this geological enterprise last month to get acquaintance with the most important gold deposit in our region.*

Keywords: *gold deposits, subsoil, Bakyrchik, Polymetal, pyrite, quarry, persistent ores, profits, carbon compounds and arsenic.*

Kazakhstan has over 90 kinds of natural resources, thanks to a very favorable geographical position of the country that transfers into a very diverse geological composition, offering geological materials with a long period of formation, from the ancient Archaean deposits to recent quaternary deposits.

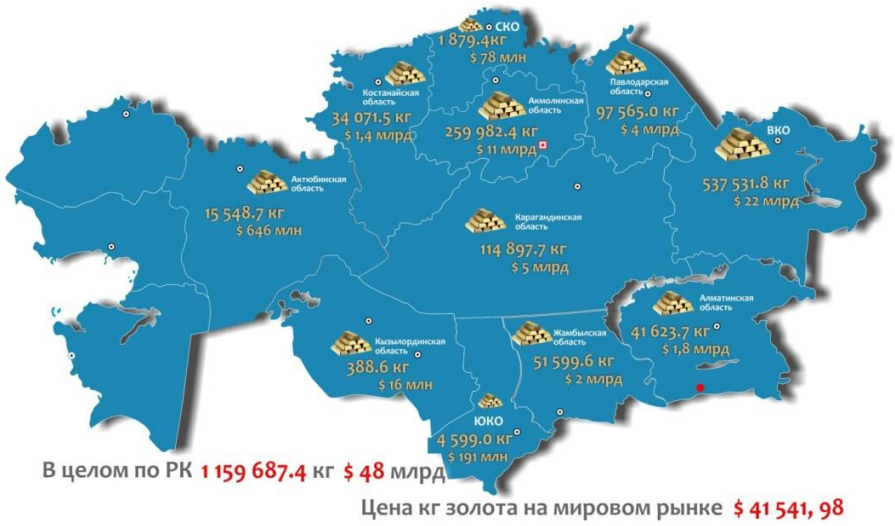
According to the results of the geological and economic assessment of the available mineral reserves of Kazakhstan, the most economically significant resources are coal, oil, copper, iron, lead, zinc, chromium, gold, manganese etc.

Today, I would like to tell you about gold resources of Kazakhstan and put emphasis on the gold resources of East Kazakhstan Region as well.

There is no doubt that gold plays considerable role in any society or economy. Our country is not an exception. As is known Kazakhstan takes the 10^{th} place by the resources of gold in the world. It is not bad point, our ex-president, Nursultan Abishevich Nazarbaev, is sure that Kazakhstan will soon be among the top five on producing of it.

First and foremost, I would like to give you general information concerning gold. As is known gold is one of the most valuable metals in the world. The density of gold is 19,32 g per cm. Drilling hardness is approximately 200-500 MPa and melting point is 1063 degree centigrade. One more essential feature of gold is not react with carbon, air and nitrogen. Regarding other characteristics, gold has got well thermal conductivity, electrical conductivity, softness and viscosity. As regards the use of gold, there is an extensive demand in electrical engineering, rocketry and also in jewelry.

According to current map of gold deposits of Kazakhstan and provided statistical data, the largest gold deposit in Kazakhstan is located in the East Kazakhstan region, its reserves are estimated at 537.5 thousand kilograms, which is equivalent to $ 22 billion. The second place in wealth of Kazakhstan's lands is Akmola region. 259.9 thousand kilograms of gold are stored there, and that is 11 billion dollars. 114.8 thousand kilograms of gold are in the depths of the Karaganda region (five billion dollars) (picture 1).



Picture 1 - Gold deposits of Kazakhstan

An ordinary person who does not relate to the issue of gold mining, hardly understands how, in principle, the process of extracting gold from the ground is built. Kazakhstan's underground storeroom is approximately 800 tons of gold. Of course, it is stored in the depths not in the form of nuggets, but, one can say, in micro doses.

For understanding: from one ton of extracted ore it is often possible to "squeeze out" only two or three grams of gold! Not a lot, but according to modern gold mining standards, such content is considered cost-effective.

There are fixed 14 significant deposits of gold in Kazakhstan: 11 of them are middle ones, 2 are unique and one more is huge.

On the territory of our country studied three kinds of deposits:

- Complex
- Veins
- Stockwork

The gold deposits of Kazakhstan of the complex type are Ridder-Sokolnoe, Tishinskoe. The vein type includes the deposits Bestobe, Aksu, Akbakai and others. Stockwork type deposits are Vasilkovskoye, Bakyrchik, Bolshevik. There are deposits of skarn type, but they are very few - about 2% of the total number of gold mines in the country.The largest deposits in Kazakhstan are Vasilkovskoye and Bakyrchik. Vasilkovsky has proven reserves of 370 tons, and the content of noble metal in the ore is 2.8 g / t. Bakyrchik has a proven gold reserves of 326 tons, and the gold content per ton of ore is 6.9 g.

Medium deposits include Aksu, Zholymbet, Bestobe, Akbakai. They are developed mainly in the underground way.At the Aksu deposit, veins of various thickness and occurrence elements with gold content from 2.0 g / t to 40-50 g / t were traced. Production volumes - 770 kg of metal per year.Mine Bestobe produces 1360 kg of gold per year. The maximum metal content per ton of ore can reach hundreds of grams.

Concerning East Kazakhstans` resources of gold, as I have mentioned above it takes 1st place by deposits of gold in it. The riches of the subsoil of Eastern Kazakhstan have attracted the attention of man since ancient times. Mining of valuable metals, such as copper and tin, originated here in

ancient times, more than four thousand years ago. However, the industrial method of mineral resources Ore Altai began to be developed only at the beginning of the XVIII century. Currently, there are such gold deposits like Tishinskoe, Chekmar, Orlovskoe, Bakyrchik etc. The Tishinsky field was explored immediately after its discovery in October 1958. From 1959 to 1963, 148 inclined wells were drilled in 18 exploration profiles from the surface, of which 112 were ore wells. The deposit of copper and gold ores in East-Kazakhstan region, on the Ore Altai is called Orlovskoe, discovered in 1959. The ore field consists of sedimentary rocks. Ore bodies deep from 100 to 1 100 m. Composition of ores: Cu, Zn, Pb, Ba; impurities Au, Ag, Cd, Hg, As, Sb, Se, Te, Ch minerals: pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, etc.

Bakyrchik is the largest gold deposit after the Vasilkovskoye, and takes the 6th place in the world. These two gold deposits constitutes 80 per cent of all gold deposits of Kazakhstan. The earliest development of the Altai deposits of our time dates back to the 30s of the 18th century and is associated with the name of the famous miner Akinfiy Demidov, who sent his mining workers to Altai back in the 20s, where, according to gossips that reached him, local people found copper ore. At the beginning of the 20th century, the Petersburg Cabinet Office transferred the ore regions of Eastern Kazakhstan to a concession to the industrialists of England, France, and Austria-Hungary. Needless to say that the "guests" in a foreign land did not do business in the most decent way: pursuing one goal - to maximize profits, they predatorily worked out the remaining rich ores without complying with the elementary requirements of the protection of mineral resources and safety measures.

Having passed one or two boreholes and not having particularly good results, the concessionaires rejected the fields and stopped work. The first information about the Bakyrchik gold deposit is given in the reports on the work of the Kolbinskaya exploration group in the 1940s. Since then, there have been repeated attempts to develop it. Over the past half century, famous gold miners from South Africa, Australia, the USA, and the UK have visited Bakyrchik. And all left with nothing. In 1992, the first group of foreign investors arrived here. They also tried to develop and implement environmentally friendly technology. It did not work out. In 1996, other foreign investors began work on the introduction of the Lurgi roasting technology. Due to falling gold prices, this project also failed. Bakyrchik mining company LLP, 70 percent of whose property at that time was owned by Central Asian Mining Limited, continued to maintain the mine. But the main thing, for the purpose of which they came to the East Kazakhstan region, that is, to extract gold from sulphide ores, stood. The miners were engaged in oxidized ores - they are easier to process, but poor in gold content (one to two grams of gold per ton of ore). That is, the processing did not bring colossal profits, because the production was laborious and economically inefficient.

Frankly speaking, they broke their teeth against persistent Bakyrchik ores. The development of the field was hampered due to the high content of carbon in the ore, as well as arsenic, which created the threat of environmental pollution. After 13 years of relative lull, another contender for these reserves has come - Polymetal from the Russia. The company, not least, already has experience working with such doubly "hard-nosed" ores. Polymetal, the largest silver producer in Russia and one of the leading gold miners, works in Kazakhstan at two enterprises apart from Bakyrchik. They are Varvarinskoye gold-copper deposit in Kostanay region and Komarovskoye field also in Kostanay region.

Now, at Bakyrchik, mining operations are in full swing, and next to the quarry, one after another, new facilities have been built. In some, equipment is repaired, others serve as a home for shift workers, a crusher and mills for grinding ore work in separate workshops. According to the ex general director of Bakyrchik, Yuri Ovchinnikov, the life cycle of this deposit will be 22 years, and the capacity of the factory will be about two million tons of ore per year, which will allow producing about 130 thousand tons of gold-bearing concentrate per year. That is, the final product will not be a precious metal bar, but a gold-containing "cocktail" with an admixture of carbon compounds and arsenic. It will be of two types: most of the concentrate is high in carbon and the smaller is low. The low carbon concentrate will be sent to the Khabarovsk Territory at the Amur Hydrometallurgical Plant - this is the only enterprise in the CIS with a normally operating autoclave

leaching technology, that is, obtaining gold ingots from the concentrate (Dore alloy). But high carbon concentrate is sold outside our countries. It is likely in China. In fact, this is good news, because from an environmental point of view, Kazakhstan, thus, completely gets rid of the extracted arsenic fractions. Then the Dore alloy obtained from concentrates will be returned to Kazakhstan for refining at the Tau-Ken Altyn enterprise, from where they will start producing the final sale. (picture 2).

Picture 2 - Bakyrchyk in present time

The company has proposed its own method of approach. This is a departure from the purely underground method of ore extraction to the combined one. The combined method results in lower capital costs, engineering risks, fast construction, reduction in cut-off grade for open rock and a decrease in the amount of balance ore. Before the year 2026, mining will be carried out by open-pit mining, then a transition to underground work is planned. While underground work, the production volume is reduced to 1.2 million tons and will last until 2039. Annual production will be up to 10.5 tons of gold per year, starting in 2019.

To tell the truth, less than a month ago I have visited Bakyrchyk with my group mates, and have seen all mentioned point by myself. The staff of that enterprise was glad to see us and with rapture has explained all processes and we were told about its history and goal for the future, as well. Let me enumerate some interesting facts that I was told there. Initially, there was used underground mining, however it did not bear fruit. Hence they started open mining work, which enabled them to get gold concentration in powder. The right side of quarry composed of carbonaceous siltstone with sandstone, that is why it is extremely unstable. It is vital to note that they works by week daily plan, which empowers them follow the exact plan.

As I have noticed before they extract nearly 2 million tons of ore, and for last month their plan was to mine 177000 tons of ore. Concerning quarry which depth is +282m above see level, was started by the depth +410m above the see level (Picture 3).

Picture 3 - Impressions received in Bakyrchyk

We also have seen the process of drilling and getting of sample for research (picture 4).

Picture 4 - Sample for researches

Due to this enterprise local residents get job. It is no secret that more than 40 percent of the workers in Bakyrchik are local residents. Many work directly, someone - at the contractors. In fact, in every family living in the local village of Auezov, there is at least one person who is somehow connected with the enterprise.

Bakyrchik has just begun to straighten its shoulders, but if the new owners keep up the pace and do not “break down”, then in the next quarter of a century they will be able to finish the work that began in the last century.

References:

1. https://mk-kz.kz/articles/2017/10/05/v-vostochnom-kazakhstane-raspolozhen-odin-iz-mirovykh-larcov-s-zolotom.html

2. https://kursiv.kz/news/otraslevye-temy/2018-09/kazakhstan-zanimaet-15-e-mesto-v-mire-po-zapasam-zolota

3. http://kazspecgeo.com/article/mestorozhdeniya-zolota-v-kazaxstane.html

Ж.Ж. Аширов

Шығыс Қазақстан өңірінің алтын қорлары

Аннотация. Бұл ғылыми жұмыс Қазақстанның алтын кен орындарын және біздің еліміздің неге алтын қорына бай екенін көрсетеді. Ғылыми жұмыс Шығыс Қазақстан өңірінің алтын кен орындарының барлау жұмыстарына арналған. Солардың ішіндегі ең ауқымдысы- алтын өндіру фабрикасы жұмыс жасап тұрған Бақыршық кен орны. Біз өткен айда өңіріміздегі ең маңызды кен орнымен танысу мақсатында, осы геологиялық кәсіпорынға бардық.

Түйін сөздер: алтын кен орны, жер асты, Бақыршық, Полиметалл, пирит, карьер, қатты немесе төзімді кен, пайда, көміртекті қосылыстар мен күшәлә.

Ж.Ж. Аширов

Золотые ресурсы Восточно-Казахстанской области

Аннотация. Статья показывает золоторудные месторождения в Казахстане и почему наша страна богата золотом. Статья посвящена разведке золоторудных месторождений в Восточной-Казахстанской области. Самое крупное из них - Бакырчикское месторождение, где действует золотоизвлекательная фабрика. Мы посетили это геологическое предприятие в прошлом месяце, чтобы познакомиться с самым важным месторождением в нашей области.

Ключевые слова: месторождения золота, недра, Бакычик, Полиметалл, пирит, карьер, стойкая руда, доходы, углеродные соединения и мышьяк.

UDK 624.131:631.48:632.5

Pugach Andriy M.[1], Dereviahina Nataliia I.[2]
[1]Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine, Dnipro, Doctor of Public Administration
[2]Dnipro University of Technology, Ukraine, Dnipro, Candidate of Engineering Sciences
e-mail: natali.derev@gmail.com

STUDY OF DYNAMICS OF DEFORMATIONS OF FOUNDATION BASE IN CONDITIONS OF TECHNOGENIC STAGE-BY-STAGE UNDERFLOODING OF A LOESS MASSIF

Abstract. *Based on the analysis of actual data and the results of numerical modeling, dependencies of deformations of the investigated residential complex due to technogenic moistening of a loess massif of soils are investigated. It was established that a dynamics of subsidence of bench marks in time is closely correlated with a moistening mode. A model of a disturbed soil massif that considers specific features of loess rocks was constructed. Options of redistribution of loads from residential sections onto an additional pile field, regulated base moistening and grouting of soils are considered as engineering measures to prevent further deformation of the residential complex. Technological scheme of cementation of the soil base is recommended, as well as measures after the base stabilization, such as monitoring of further deformations of the complex itself and parking structures, and possibilities of constructing auxiliary drainage.*

Keywords: *loess massif, deformations, groundwater, hydrogeological conditions.*

An analysis of engineering and hydrogeological conditions of a territory of the city of Dnipro, a mode of groundwater and a state of their balance indicate the complexity of a mechanism of forming of a process of underflooding within the city. At the present date, underflooding of an urban area is a sufficiently developed phenomenon which is observed practically everywhere, as in areas with a lowered relief and permeable sandy soils (left bank and lower terraces of the right bank), and within the right bank with higher marks of earth surface and loess rocks with low permeability. It is known that loess rocks are practically widespread in Dnipropetrovsk oblast occupying 69.8% of its territory ($22.28 \cdot 10^3$ km^2) [1]. They demonstrate significant subsidence deformations at additional loads and subside under their own weight during moistening, which is the prevailing factor among the causes of activation of landslide processes in recent years. The dominant influence of a rise of groundwater level on conditions of construction and operation of already built-up territories determines the necessity of performing design and research work on prediction of a state of rock massifs and justification of corresponding protective measures.

Therefore, the purpose of this paper is to justify hydrogeomechanical parameters and to develop technical recommendations for works on strengthening the bases of foundations, which allow controlling, predicting and managing processes occurring at a base of a building and a loess massif as a whole in real time. *Methods of research* – systematization of geological and hydrogeological data, factor-range analysis of parameters, numerical modeling of geomechanical processes, engineering analysis of technical situations.

Geological and hydrogeological characteristic of the object. The investigated residential complex consists of two residential sections and parking. Residential sections (eleven- and fifteen-storey) are built on a wall constructive scheme with cross-bearing walls. Parking is constructed on a framework constructive scheme of monolithic reinforced concrete.

Residential sections are erected on a pile foundation – friction piles with a widened base with length of 20-27 m. The foundations of parking are erected on a dense cushion of thickness of up to 2 m from a blast-furnace slag. The backfilling of cavities of a pit is made with fill-up ground with an inclusion of construction waste. From three sides of the residential complex at a distance of 5.0-15.0 m from the outer walls underground water-bearing communications with a diameter of 100...400 mm (water pipeline, sewage, storm drainage) are located. Responsibility class of the building is II, safety coefficient for the intended purpose – 0.95. The geological section to a depth of 43.0 m is represented by a complex of interstratifying loess clay sands and loamy soils, which are underlain by sandy soils and hard rocks. From

the day surface, the covering deposits are overlaid with bulk deposits and soil and vegetation grounds with a thickness of 0.7-7.4 m.

Underground waters of a non-pressure water-bearing complex lie at a depth of 31.4-32.0 m from the day surface. The site relates to a category of non-flooded by groundwater in terms of geological and hydrogeological conditions. Presence of a technogenic horizon (perched water table) was noted at a depth of 5.1 m in bulk soils in the soil moistening zone. The chemical composition of water of a technogenic perched water table indicates that it is a contaminated tap water. Surveys revealed and outlined a zone of moistened soils due to leaks of water from underground water-bearing communications. Almost the entire building of a parking lot, a high-rise fifteen-storey section and partially an eleven-storey section were in the boundaries of a moistened zone at the time of surveys [2-3]. Stratum is divided into nine engineering-geological elements (EGE).

Moistening mode of soils is disturbed. In the moistening zone, the soils have a much higher moisture content than outside of the moistening zone: in clay sands of EGE-3 by 5-13%, in loamy soils of EGE-4 by 3-10%, in clay sands of EGE-5 by 7-10%, in loamy soils of EGE-6 by 5-7%, in clay sands of EGE-7 by 5-9%, in clay sands of EGE-8 by 3-6%. Clay sands transferred into plastic and fluid state, loamy soils into a low-plastic, high-plastic and very soft plastic state.

Moistening of loess soils caused deterioration of physical properties of soils (moisture content, consistency, and density), decrease of deformability characteristics by a factor of 1.68-3.77 (coefficient of compressibility variability) and strength by a factor of 2.6-4.3, subsidence properties of soils manifested. The total subsidence of soils outside the moistening zone under natural pressure is 54.73 cm, the type of soil conditions in terms of subsidence is the second. The thickness of subsided soils reaches 31.25 m.

Modeling of deformation dynamics of the base and the object condition. Since March 2010, uneven subsidence of foundations of residential buildings and parking with manifestation of rupture strains and tilting was visually and instrumentally recorded. Subsidence values varied from 0 to 192 mm as of 02.25.2011. The highest concentration of subsidence of bench marks is traced within the contour of a zone of technogenic moistening at a conjugation of parking and a fifteen-storey residential section (Fig.1).

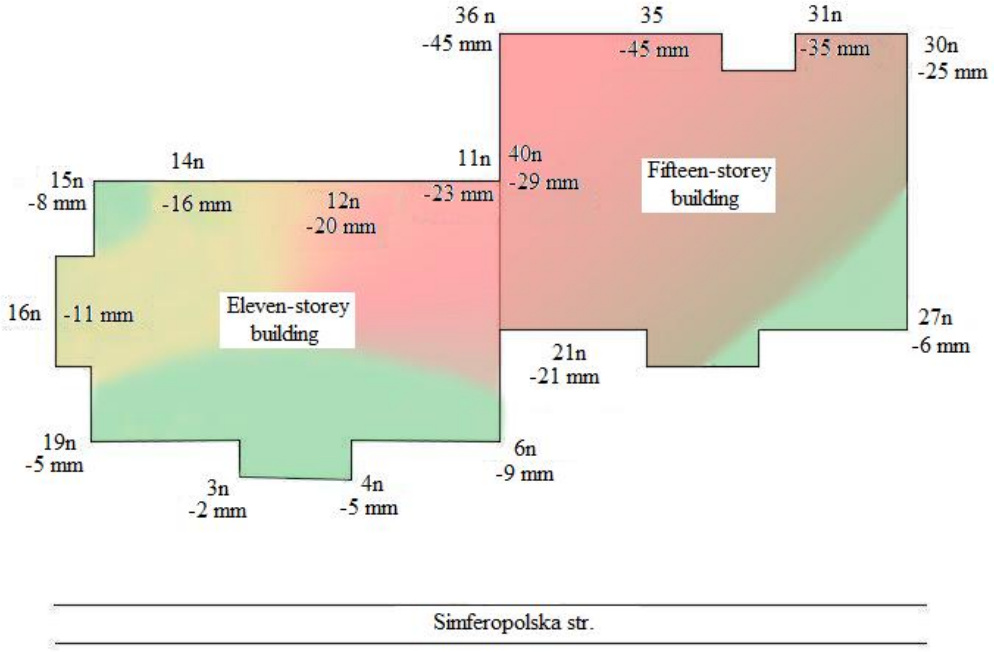


Figure 1 – The plan of installation of bench marks on the residential complex and the subsidence as of 09.17.2018: 3n-37n – the number of bench marks with an instrumental measurement of subsidence (red zones indicate the maximum subsidence of buildings, green – the minimum)

In order to form a picture of dynamics of development of moistening phases of the massif and a quantitative estimation of main factors of their formation, a numerical model of the loess massif was built,

based on the finite element approximation of the section of built-up area of the residential complex. Dimensions of the model are defined with the condition of minimizing the influence of its contours on a stress-strain state of the modeled area and cover an area of 80 m in length and 42 m in thickness of soil. Soil massif is broken into a network of triangular elements in accordance with the geological and lithological structure of the massif along the section line with the greatest deformations of structures. Zero displacements are also set at the side boundaries of the model and along its lower contour corresponding to the sand bottom. According to the documentation, it is known [3] that the residential sections were erected on friction piles of length from 20 to 27 m with a widened base. Based on this, the model was given a one-piece foundation, equivalent in load to the impact of pile foundation. The force interaction between the elements of the model was ensured by the action of gravitational forces caused by the weight of a soil strata and structures.

The development of shear deformations is most characteristic within a zone of the main moistening, as well as a boundary of its front. Development of rupture disturbances at the edge of the contour of buildings corresponds with the formation of tear cracks. An intensification of subsidence of buildings with simultaneous frontal and subvertical technogenic moistening of loess soils can be noted.

Analysis of the actual subsidence data and simulation results showed a direct dependency between subsidence activation and seasonal factors. The subsidence fading phase corresponds with the period of engineering measures for a renewal of water-bearing communications, but the final stabilization of subsidence does not occur. Increased values of subsidence acceleration were recorded after the pilot stage of injection cementation, which overlapped with a seasonal burst.

According to the method [4-5], which considers structural connections in loess soils, a field of physical gradients of the vertical section of the soil massif was built (Fig. 2), considering three types of energy – undercompaction of rocks, gravitational position and deformations.

Presence of cracks and cavities in the massif, formed in a soil under the influence of technogenic filtration and vertical deformations of the slope, were defined as zones with corresponding values of the rock strength properties. The most dangerous zones are located within EGE 4 and locally within EGE 5 and 6. Activation potential of the slope in these zones varies within 0.07-0.08. Isolines of energy gradients of the massif have visible extremes in zones of greatest deformations. The boundary value of a gradient of activation potential for a range of potentials of 0.08-0.09 is 0.00125. At this value, processes of deep erosion are activated in the loess massif with the subsequent stage of the flow landslide [5].

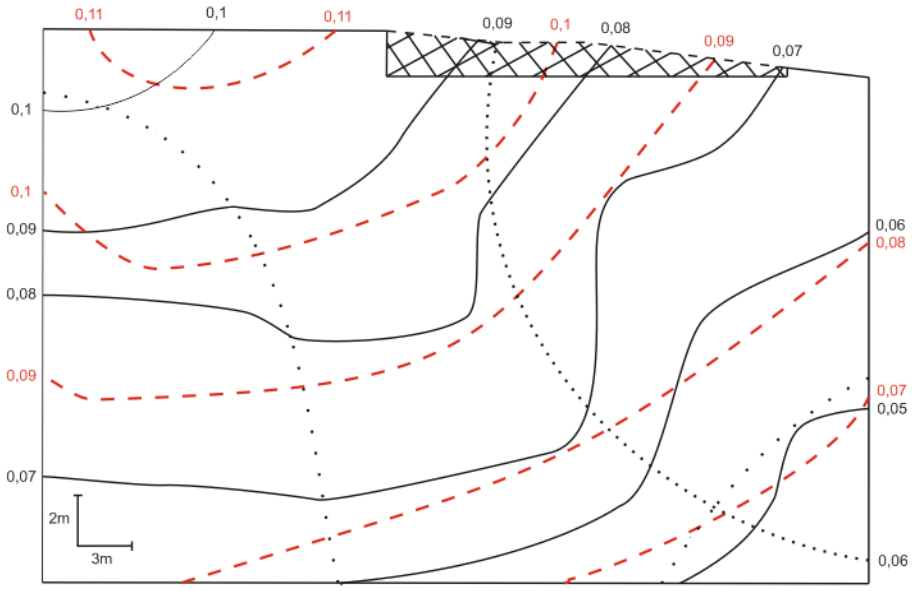


Figure 2 – Isolines: 1- of gradients of energy of a loess slope; 2 - slope activation potential; - predicted sliding surface; – boundary of technogenic moistening

Measures to stabilize the deformations of the residential complex. According to the simulation results, it was established that the main cause of deformations of residential sections and parking is the simultaneous frontal and subvertical technogenic moistening of a loess complex of soils, which are of the second type by subsidence. Moistening dynamics is caused by sources of moisture from water-bearing communications that are heterogeneous in intensity and location in space. According to the estimation of modeling of a stress-strain state of the pile foundation, considering the uneven subsidence that occurred along the perimeter of residential buildings, it was shown that the elastic mode of their deformation has not been exhausted. In the current conditions, stabilization of a soil foundation by the method of high-pressure cementation is the most acceptable [6-7]. It was selected that the first stage of stabilization occurs directly under the pile cap, where the greatest subsidence is observed. Considerable experience of such works showed that in this case there is a moderate increase in a modulus of soil deformation near the piles of up to 2 times and a decrease in porosity of up to 20%, while eliminating subsidence and the effect of negative friction on the side surface of piles. These factors were major in observed processes of deformation of buildings.

The technological scheme of cementation of the soil base was approved to be by intervals from top to bottom (due to unsatisfactory backfilling) and the distribution of injection wells under the pile cap from the most subsided areas to the smallest ones. The discharge pressure is selected in a mode of transition from filtration injection to controlled hydraulic fracturing, which is controlled by the pressure drop and increase in a grouting mix.

To ensure reliable operation of the residential complex, the reconstruction of the main water supply system on Simferopolska str. was performed, as well as a drainage well with automatic pumping of water into storm drainage was constructed.

Conclusions

1. The main reason for the occurrence of deformations of residential sections and parking is simultaneous frontal and sub-vertical technogenic moistening of the loess complex of soils, which are of the second type by subsidence. Moistening dynamics is caused by sources of moisture from water-bearing communications that are heterogeneous in intensity and location in space.

2. Model estimations of a stress-strain state of the pile foundation, considering the uneven subsidence that occurred along the perimeter of residential buildings, show that the elastic mode of their deformation has not been exhausted.

3. Options of redistribution of loads from residential sections onto an additional pile field, regulated base moistening and grouting of soils are considered as engineering measures to prevent further deformation of the residential complex. Stabilization of a soil base by means of high-pressure cementation is the most acceptable in the present conditions.

4. The technological scheme of cementation of the soil base should be approved to be by intervals from top to bottom (due to unsatisfactory backfilling) and the distribution of injection wells under the pile cap from the most subsided areas to the smallest ones.

5. After performing the cementing stabilization of soil base of residential sections, it is recommended to continue the monitoring of their deformations and parking structures.

References:

1. ДБН В.1.1-5-2000 «Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах».

2. Научно-технический отчет об инженерно-геологических изыскательских работах (бурение двух скважин) для определения перечня возможных мероприятий по ликвидации деформаций, просадочности и повреждений конструкций здания по ул. Симферопольской, 11 в г.Днепропетровске, объект № 8103/83, выполненный государственным предприятием «УКРНИИНТИЗ» в 2010 г. [Текст]. – 118 с.

3. Научно-технический отчет по мониторингу секций жилого дома по улице Симферопольской, 11, в городе Днепропетровске, выполненный ООО «РемБуд» в 2010 г. [Текст]. – 45 с.

4. О потенциале активации оползневого лессового массива [Текст] / И.А. Садовенко, Н.И. Деревягина // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 2. – С. 80-84.

5. Phenomena of filtration inversion and depth erosion of technogenic loaded loess slopes [Текст] / I. Sadovenko, N. Derevyagina // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2014. – № 1 (84). – С. 150-153.

6. Теория и практика усиления грунтовых оснований методом высоконапорной цементации [Текст] / Головко С.И. // Монография. Днепропетровск: «Пороги». – 2010. – 248 с.

7. Обоснование возможности использования струйной технологии закрепления грунтовых склонов на основе анализа противооползневых мероприятий [Текст] / И.А. Садовенко, С.Ф. Власов, Н.А. Максимова-Гуляева // Науковий вісник НГАУ. – 2002. – №5. – С. 31-33.

Пугач А.Н., Деревягина Н.И.

Изучение динамики деформаций основания фундамента в условиях поэтапного техногенного подтопления лессового массива

Аннотация. На основании анализа фактических данных и результатов численного моделирования исследованы закономерности деформаций исследуемого жилого комплекса вследствие техногенного увлажнения лессового массива грунтов. Установлено, что динамика осадок реперов во времени тесно коррелирует с режимом увлажнения. Построена модель нарушенного грунтового массива, учитывающая специфические особенности лессовых пород. В качестве инженерных мероприятий по предотвращению дальнейших деформаций жилого комплекса рассмотрены варианты перераспределения нагрузок от жилых секций на дополнительное свайное поле, регулируемое увлажнение основания и тампонажное закрепление грунтов. Наиболее приемлемо в сложившихся условиях укрепление грунтового основания способом высоконапорной цементации. Рекомендована технологическая схема цементации грунтового основания, а также мероприятия после укрепления основания, такие как мониторинг дальнейших деформаций самого комплекса и конструкций паркинга, возможности сооружения сопутствующего дренажа.

Ключевые слова: лессовый массив, деформации, подземные воды, гидрогеологические условия.

Пугач А.Н., Деревягина Н.И.

Лесс массивін кезең-кезеңмен техногендік су басу жағдайында іргетас негізінің деформация динамикасын зерттеу

Аңдатпа. Нақты деректерді талдау және сандық моделдеу негізінде қарастылырылып отырған тұрғын-үй кешенінің грунт лесс массивтерінің техногенді ылғалдану нәтижесінде деформациялану заңдылығы зерттелген. Жұмыс барысында уақыт бойынша реперлердің шөгу қарқындылығы ылғалдану тәртібімен тығыз байланысты екендігі анықталды. Лесс таужыныстарының спецификалық ерекшеліктерін ескеретін бұзылған грунт массивінің моделі құрастырылды. Тұрғын үй кешенінің одан әрі деформациялануын болдырмау бойынша алдын алатын инженерлік іс-шаралар ретінде тұрғын үй секцияларынан қосымша қада алқабына жүктемелерді қайта бөлу, негіздің реттелетін ылғалдануы және грунттың тампонажды бекітілуі қарастырылды. Қалыптасқан жағдайда грунт негізін жоғары қысымды цементтеу тәсілімен нығайту неғұрлым қолайлы. Грунт негізін цементтеудің технологиялық схемасы, сондай-ақ негіз нығайтылғаннан кейін кешен мен паркинг конструкцияларының одан әрі деформациясының мониторингі, ілеспе дренаж салу мүмкіндіктері сияқты іс-шаралар ұсынылды.

Түйін сөздер: лесс массивтері, деформация, жерасты сулары, гидрогеологиялық жағдайлар

УДК [556.388.06.]556.3

Г.С. Абдрасил, Д.В. Ким
Научный руководитель - М.Р. Заппаров, ассоциированный профессор, кандидат геолого-минералогических наук, академик минеральных ресурсов РК
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
gaukhar_abdrassil@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОСЛЕ ПОЛНОГО ЗАТОПЛЕНИЯ РУДНИКА МИРГАЛИМСАЙ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. *Оценка гидрогеологического и геоэкологического состояния территории месторождений Миргалимсай и прилегающих районов после полного затопления горных выработок. Основная задача исследований заключается в оценке влияния процесса затопления горных выработок на физико-географические, гидрологические условий и на гидрогеоэкологическое состояние территории, с целью изучения степени возможного техногенного загрязнения подземных вод, масштабности его распространения, а также изучение опасных геологических процессов, получивших активизацию в результате затопления рудника, их влияния на жизнедеятельность населения, сохранность промышленных и хозяйственных объектов. Практическая ценность при проведении оценки гидрогеоэкологической обстановки на территории исследований, современного состояния поверхностных и подземных вод дает возможность определить источники техногенного воздействия на поверхностные воды и подземную гидросферу, степень нарушенности экологического состояния водных ресурсов под влиянием процессов техногенеза.*

Ключевые слова: *техногенное загрязнение, опасные геологические процессы, гидрогеологические условия, гидрогеохимия, гидрогеодинамика, геоэкология.*

Разработка месторождения Миргалимсай, которая осуществлялась АО «Ачполиметал» была существенно затруднена сложными гидрогеологическими условиями (водопритоки в подземные горные выработки), что привело к принятию решение о подготовке проекта консервации рудников Миргалимсайского месторождения.

Согласно проекта консервация рудников заключалась в полном поэтапном затоплении горных выработок. Первый этап – затопление рудника Кентау – планировалось завершить в 2001 г. Второй этап консервации по проекту – полное затопление Миргалимсайского рудника должен был начаться после 2023-2025 гг. Однако вследствие резкого ограничения подачи электроэнергии на шахтный водоотлив, в марте 1998 г. прекращена работа насосных станции на 19-ом и 25-ом горизонтах, и произошло полное затопление горных выработок рудника Кентау.

При отработке месторождения в шахтных горизонтах рудника закладка штолен и шахт производилась отработанными от обогащения руд «хвостами» из Кантагинского хвостохранилища, содержащие токсичные вещества. Таким образом, был искусственно создан потенциальный (техногенный) очаг возможного загрязнения подземных вод, часть из которых используется для питьевого водоснабжения г. Кентау.

После затопления рудника резко изменились гидрогеодинамические условия, наблюдалось подтопление жилых зданий и сооружений в северной части города Кентау. Поэтому в соответствии с решением технического совещания Межведомственной комиссии, по выработке предложений для исключения подтопления жилых домов и производственных объектов г. Кентау (Протокол от 14 мая 2004 г.), была запланирована и затем пройдена

водосливная выработка (штольня) длиной около 2000 п.м. на отметке ниже 3 горизонта (+410 м) с юго-западной стороны г. Кентау, до ствола шахты Клетьевой на руднике Глубокий. Проходка данной штольни позволила снять угрозу подтопления городской территории.

Основной целью исследовательских работ является*:* оценить гидрогеологическое и геоэкологическое состояние территории месторождения Миргалимсай и прилегающих районов после полного затопления горных выработок, с целью изучения степени возможного техногенного загрязнения подземных вод, масштабности его распространения, а также изучение опасных геологических процессов, получивших активизацию в результате затопления рудника, их влияния на жизнедеятельность населения, сохранность промышленных и хозяйственных объектов.

Произведен сбор, обобщение и анализ ранее выполненных и проведенных в настоящее время работ по изучению техногенного загрязнения подземных вод, распространению и активизации ОГП. На основании результатов ранее проведенных работ, обобщения материалов по мониторингу подземных вод, на территории месторождения Миргалимсай выполнен анализ состояния гидрогеохимических и гидрогеодинамических условий. Анализ результатов выполненных гидрогеологических исследований позволит на данном этапе составить картографическую гидрогеологическую модель территории месторождения Миргалимсай, состоящую из схемы размещения потенциальных загрязнителей подземных вод и постов наблюдения (Рисунок 1), карты глубин залегания подземных вод, карты гидроизогипс, гидрогеологической карты полигона, и карты техногенного воздействия на подземную гидросферу и окружающую среду в целом.

Район исследовательских работ расположен на юго-западном склоне хребта Большой Каратау (в его центральной части). Административно эта площадь входит в состав Туркестанского района Туркестанской области Республики Казахстан.

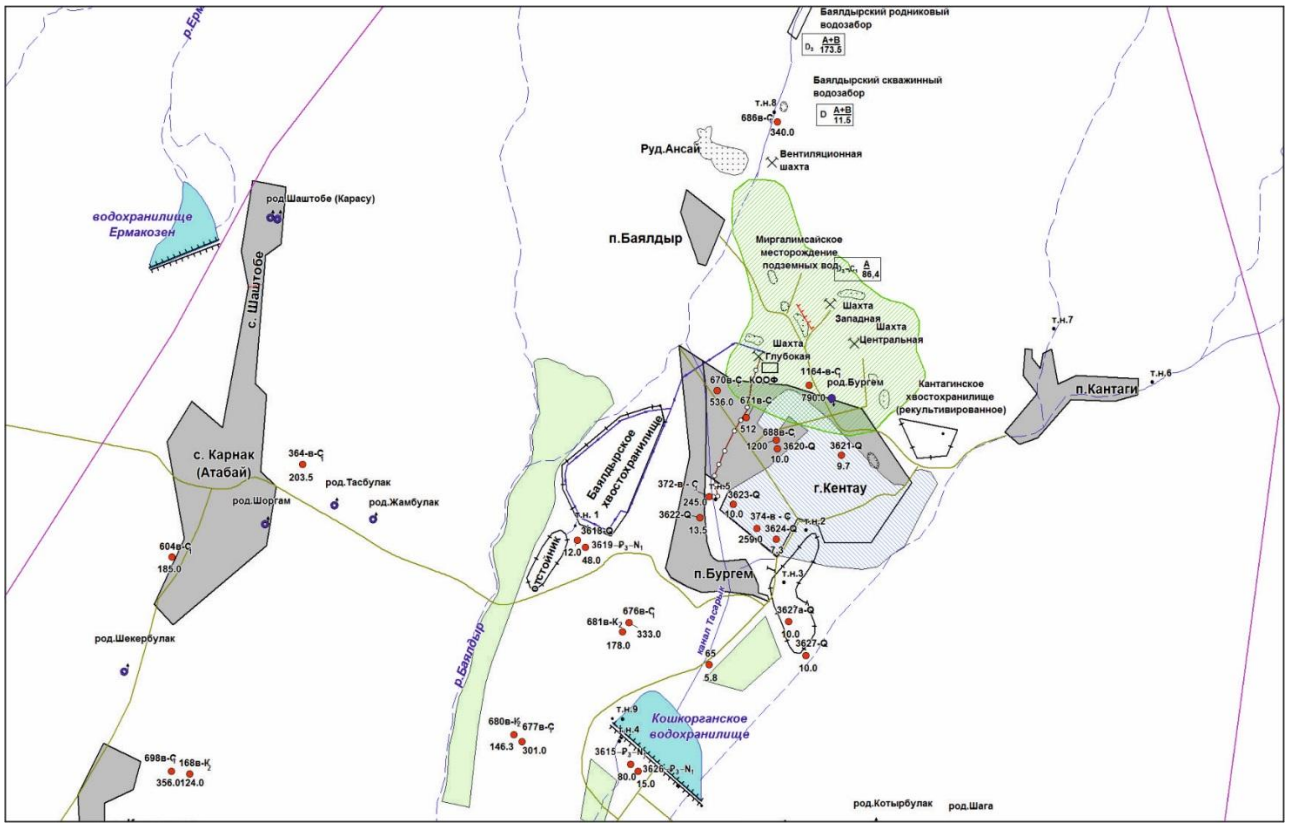


Рисунок 1 - Карта фактического материала

В геологическом строении района принимают участие породы ордовикской, девонской, каменноугольной и меловой систем, представленных песчаниками, алевролитами,

глинистыми сланцами, конгломератами, известняками, доломитами, карбонатными брекчиями, песками и гравелитами, а также нижнепалеоценовые, нижнее - и среднеэоценовые, нижнечетвертичные и верхнечетвертичные - современные аллювиально-пролювиальные и современные аллювиальные отложения - галечники, пески, песчаники, супеси, глины, алевролиты.

По условиям циркуляции и по приуроченности к стратиграфическим разностям пород выделяются следующие типы подземных вод:

1. Грунтовые воды аллювиальных отложений речных долин.

2. Водоносные горизонты напорных вод неогеновых, палеогеновых и меловых отложений.

3. Подземные воды трещиноватых и закарстованных зон карбонатных пород девона и карбона.

4. Подземные воды зоны открытой трещиноватости песчано-сланцевых протерозой - девонских отложений.

Туркестанская область располагается в западной части Южного Казахстана. Находясь в районе с различными физико-географическими условиями, ее территория отличается сложными геолого-структурными формами и развитием системы обособленных гидрогеологических структур. По гидрогеологическому районированию на площади области выделен один гидрогеологический регион (системы бассейнов безнапорных и напорных вод), частично попадающих на территорию области – Джунгаро-Тяньшаньская система жильно-блоковых, пластово-блоковых, блоково-пластовых и пластовых вод (VIII). На площади Миргалимсай-Туркестанского полигона по региону выделяется Центрально-Тяньшаньский сложный бассейн жильно-корово-блоковых, пластовых и блоково-пластовых вод первого порядка.

В свою очередь, в пределах каждого из гидрогеологических бассейнов первого порядка выделяются подпровинции (бассейны подземных вод второго порядка), полностью или частично попадающих на площадь рассматриваемой области: Каратауский бассейн жильно-блоковых и пластово-блоковых вод (VIII-2В).

Для решения поставленной задачи на территории месторождения Миргалимсай определены и выделены следующие объекты (участки) исследований. Из них:

1. Источники загрязнения; - Шахтное поле, Баялдырское хвостохранилище, Отстойник-испаритель г. Кентау, Кошкорганское водохранилище;

2. Загрязняемые объекты; - Территория г. Кентау и близ лежащие поселки, провалы земной поверхности (опасные геологические процессы);

3. Природно-фоновая часть полигона.

Как негативный результат затопления рудников Миргалимсайского месторождения рассматривается вопрос активизации провально-просадочных процессов, имевших место при эксплуатации рудников Миргалимсайского месторождения. На момент затопления, на территории месторождения Миргалимсай были зафиксированы пять крупных провала, расположенных в северной части города и образованных в 1982 году.

Понижение уровня подземных вод, сооружение подземных выработок вызвали проседание земной поверхности, активизировались процессы карстообразования с образованием воронок, проседаний земной поверхности.

Прекращение разработки рудника, его консервация путем затопления горных выработок выразилось в подтоплении северной части города Кентау, где несанкционированно были построены жилые здания, в самопроизвольном самоизливе подземных вод из многочисленных разведочных геологических скважин, пробуренных в пределах шахтного поля и существующих промышленных предприятий (экскаваторного, трансформаторного заводов).

На территории Миргалимсайского месторождения обнаружены 62 площади с пустотами объемом 500000 $м^3$, приуроченные к рудным горизонтам. Глубина карстопроявлений

достигает 300 м. Полости, как правило, заполнены глинистым материалом. Прогнозировать процессы развития провально-просадочных проявлений невозможно.

Исследовательская работа выполняется методом камерального обобщение материалов, а также результатов полевых исследований автора на территории месторождения Миргалимсай в разрезе воздействия на окружающую среду техногенных процессов, связанных как с периодическими колебаниями уровня воды, осушением пластов в период длительной разработке месторождения, так и его затоплением, после прекращения его разработки.

Исследования включают сбор, обобщение, систематизацию всех работ как производственного, так и научно-прикладного направления, проведенных ранее по изучению гидрогеологических условий, механизму воздействия техногенной нагрузки на геологическую среду, которые по сути, отражают степень воздействия техногенеза на подземную гидросферу.

Результаты исследовательских работ дают возможность оценить степень техногенного загрязнения подземных вод на территории месторождения Миргалимсай и построить карту техногенного воздействия на подземную гидросферу, на которой выделяется три степени техногенного воздействия на подземную гидросферу – слабого, активного, и умеренного воздействия.

Литературы:

1. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А. СПРАВОЧНИК. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. «Химия». Москва, 1989 г.

2. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. «Химия». Москва, 1984 г.

3. Крайнов С.Р. Основы геохимии подземных вод. Москва, 1980 г.

4. Попов И.В. Инженерная геология. 2-ое издание. Издательство Московского Университета, 1959 г.

Г.С. Абдрасил, Д.В. Ким

Мырғалымсай кенішін толығымен су басқаннан кейін жер асты суларының ластану дәрежесін зерттеу мен бағалау және қауіпті геологиялық процестердің пайда болуы

Түйіндеме. Кен жұмыстарының су басу процесінің аумақтың физика-географиялық, гидрологиялық және гидрогеоэкологиялық жағдайына әсер етуін бағалау, сол арқылы жер асты суларының техногенді ластану дәрежесін, таралу аймағын, және де кен орнын су басқаннан кейінгі белсене түскен қауіпті геологиялық процестерді зерттеу, олардың халықтың өмірлік белсенділігі, өндірістік және шаруашылық объектілерге әсері.

Түйін сөздер: техногенді ластану, қауіпті геологиялық процестер, гидрогеологиялық жағдайлар, гидрогеохимия, гидрогеодинамика, геоэкология.

G.S. Abdrassil, D.V.Kim

Research and assessment of the extent of groundwater pollution after the flooding of the Mirgalimsai mine and occurrence of dangerous geological processes

Summary. Assessment of the impact of the process of flooding of mine workings on the physiographic, hydrological conditions and hydrogeoecological condition of the territory, in order to study the extent of possible technogenic pollution of groundwater, the scale of its distribution, as well as the study of dangerous geological processes that have been activated as a result of flooding the mine, their impact on vital activity of the population, safety of industrial and economic objects.

Keywords: technogenic pollution, dangerous geological processes, hydrogeological conditions, hydrogeochemistry, hydrogeodynamics, geoecology.

УДК 550.4.02

А.Е. Асқар
Научный руководитель – Т.А.Енсепбаев, заведующий кафедры, академический профессор, кандидат геолого-минералогических наук.
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
ayauasksr@gmail.com

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИНСКИХ ПОРОД НИЖНЕГО КАРБОНА В КОКПАНСОРСКОМ ПРОГИБЕ

Аннотация. *В пределах Чу-Сарысуйского осадочного бассейна выделено 5 типов разреза осадочного чехла, приуроченных к соответствующим внутрибассейновым прогибам - Моинкумскому, Кокпансорскому, Тесбулакскому, Сузак-Байкадамскому и Жезказганскому. Кокпансорский прогиб, расположен между Бугуджильско-Тамгалинским горстом на востоке и погруженным продолжением антиклинория Большого Каратау на юге и западе. Рассматриваемый район связан с генерацией углеводородных газов, конденсатов. Геохимическими анализами было установлено наличие органического вещества преимущественно гумусового и реже - гумусо-сапропелевого типа наряду с угленосными породами визейского яруса. В качестве генерационных комплексов района можно рассматривать лагунные отложения визе-серпухова.*

Ключевые слова: *Кокпансорский прогиб, материнские породы, геохимическая характеристика.*

Кокпансорский прогиб, расположен между Бугуджильско-Тамгалинским горстом на востоке и погруженным продолжением антиклинория Большого Каратау на юге и западе. С Кокпансорским типом разреза связаны морские отложения фамена-нижнего турне, которые на юго-востоке прогиба сменяются красноцветными песчаниками, гравелитами и аргиллитами. Указанная секция перекрыта галитовой толщей с прослоями аргиллитов, песчаников, доломитов и белых ангидритов, представляющих собой покрышку, флюидоупор. Под этой покрышкой выделяются подсолевые толщи-резервуары, которые представляют интерес на участках развития морских отложений фамена-нижнего турне. Турнейский комплекс суммарной толщиной до 300 м, представлен темно-серыми известняками с прослоями аргиллитов, мергелей и алевролитов. Визейско-серпуховский комплекс с максимальной толщиной до 900 м, сложен в нижней части красноцветными и серыми песчано-глинистыми породами, перекрытыми темно-серыми известняками с прослоями мергелей, аргиллитов, алевролитов и песчаников. Известняки трещинные и порово-кавернозные развиты в серпуховском ярусе. Основным флюидоупором является нижнепермская соленосная толща (Рисунок 1) [1].

Термическая зрелость органического вещества. Для оценки потенциала генерации углеводородов, характеристик осаждения и распределения пород нижнего карбона было изучено данные по общему содержанию органического углерода (TOC), пиролиз горных пород, коэффициент отражения витринита (Ro). Условия для образования углеводородов зависят от различных геологических условий, включая содержание органических веществ (TOC), тип керогена, отражательная способность витринита (Ro), содержание и тип глинистых минералов и условия вытеснения углеводородов. Темно-серый известняк и мергель с тонкими прослоями илистого песка в визе и серпухове являются потенциальными материнскими породами.

Содержание TOC обычно используется для оценки содержания OB. В серпуховском ярусе нефтегазоносные черно-серые мергели имеют содержание TOC в диапазоне от 0,15% до 1,24%, со средним значением 0,5%. Нефтегазоносные темно-серые мергели визейского

яруса смешанные с небольшим количеством темно-серого доломитового аргиллита и серого известняка, в котором содержание TOC составляет от 0,19% до 1,91%, в среднем 0,79%.

Рисунок 1 - Схема газоносности продуктивных комплексов Кокпансорского газоносного района.

Водородный индекс (HI) и кислородный индекс (OI) были рассчитаны с использованием данных пиролиза. HI, OI и T_{max} для серпуховского варьируются между 6,25 и 41,30 мг/г (в среднем 19,76 мг/г), 20,16 и 138,46 мг/г (в среднем 66,33 мг/г) и 408-560°C (в среднем 463°C) соответственно. HI, OI и T_{max} для визейского яруса находятся в диапазоне от 1,69 до 26,32 мг/г (в среднем 11,92 мг/г), 50,00–85,71 мг/г (в среднем 59,12 мг/г) и 412-519°C (в среднем 465°C). Эти значения указывают на то, что в породах преимущественно содержится кероген III типа, и он вырабатывает газ во время созревания. Исходя из вышеперечисленных параметров, OB относится к гумусовому типу, смешанному с терригенными материалами. Эта точка зрения сходится с ранее предположенными высказываниями, что исходные породы в Чу-Сарысуйской впадине содержат гумусовые и редко сапропелевые OB.

Значение Ro в материнских породах серпуховского яруса колеблется от 1,12 % до 1,39 % (в среднем 1,23 %), в то время как материнские породы визейского имеют значения 1,48 % - 1,55 % (в среднем 1,51 %). Очевидно, что в обеих случаях материнские породы являются зрелыми, где может образовываться влажный газ. На основании данных по исходным породам нижнего карбона и верхнего девона, можно увидеть, что Ro увеличивается с глубиной захоронения. Приповерхностный Ro близок к 0,6 % и 0,7 %, говорит о том, что этот район подвергся сильному подъему и эрозии [2].

В соответствии с диаграммой зависимости глубина - T_{max} главная зона нефтеобразования (ГЗН) выделяется в интервале глубин 1700-2300 м. Главная зона газообразования (ГЗГ) соответственно ниже 2300 м. Когда значения T_{max} достигает больше 435°C появляется

газовое окно. Скважину AS2, в которой значения T_{max} варьируются между 508-519°C на глубине 2587-2604 м. Исходя из этого можно полагать, что в скважине AS2 начиная с глубины 2600 м выделяется ГЗГ (Рисунок 2).

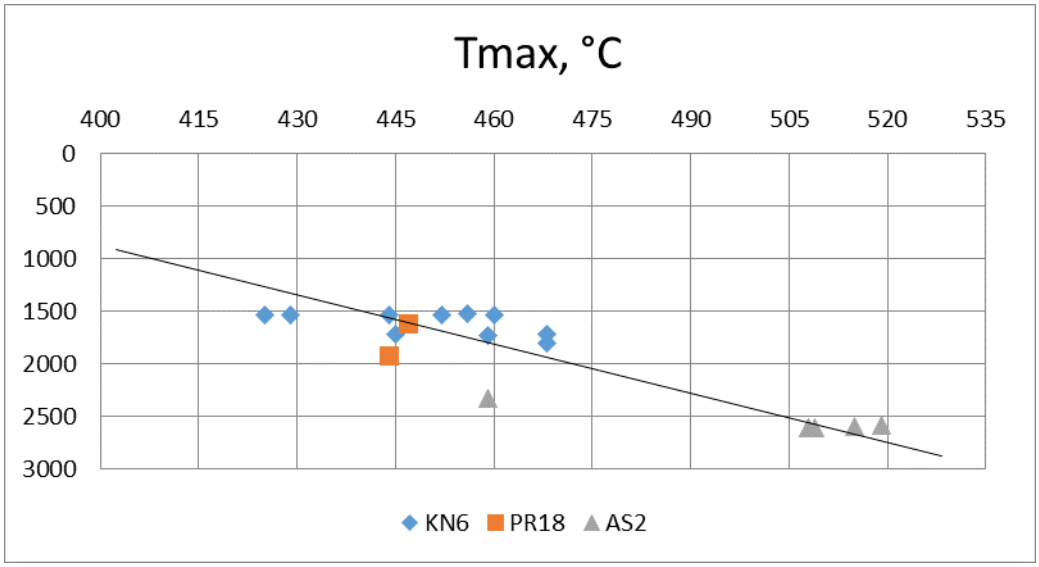


Рисунок 2 - Диаграмма зависимости Глубины и T_{max}, °C.

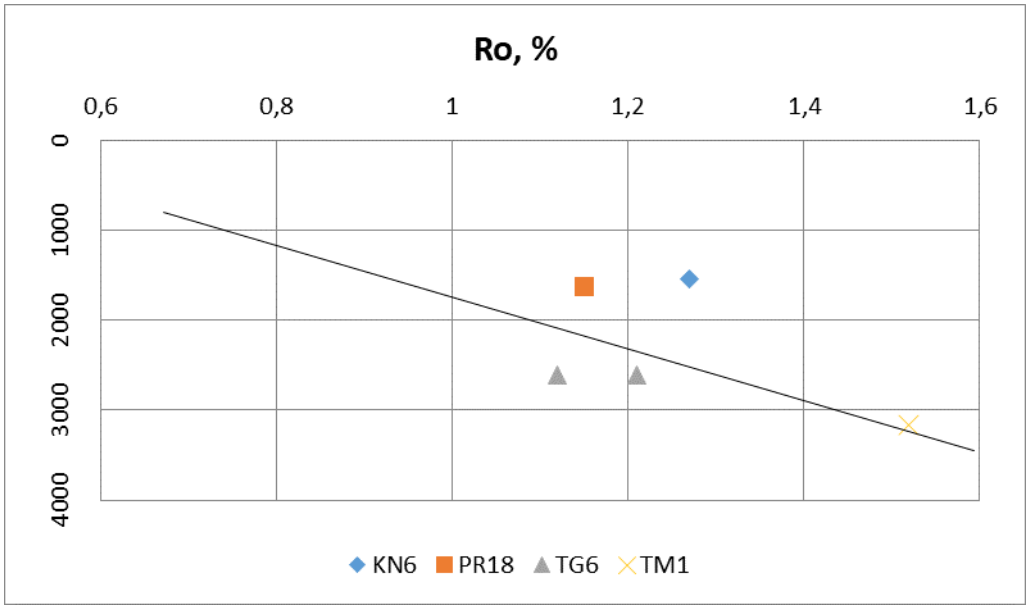


Рисунок 3 - Диаграмма зависимости глубины и отражательной способности витринита (ОСВ) или Ro, %.

Результаты моделирования термической и погребальной эволюции позволяют предположить, что материнские породы в исследуемом районе достигли пика генерации газа в позднем перми. Термическое развитие материнских пород контролировалось большой глубиной захоронения и высоким тепловым потоком. Тектонические движения способствовали образованию высокой степени зрелости материнских пород. Впоследствии область исследования подверглась поднятию и эрозии в результате чего температура (>150 °C) значительно превышал текущую температуру пластов. В пермском периоде наблюдалась сильная тектоническая, магматическая активность, тепловой поток. Тепловой поток и высокий геотермальный градиент способствовали быстрому и высокому созреванию

материнских пород. После триаса область была поднята и разрушена, что остановило генерацию и извлечение углеводородов из материнских пород визейского и серпуховского ярусов. Все параметры предполагают наличие терригенного ОВ с небольшим количеством водных водорослей и бактерий. Высококачественные материнские породы (ТОС 1 %) встречаются в северных и центральных районах, в основном в Орталыке и Придорожной для серпуховского яруса и Орталык, Тамгалытаре и Кендилике для визейского яруса.

Литературы:

1. Бекмухаметова З.А., Коробкин В.В. Геодинамический и структурный анализ осадочных бассейнов. Разработка геолого-геофизической модели формирования осадочных бассейнов южного Казахстана и критериев их нефтегазоносности. Алматы, 2014. - 211 с.

2. Zhengfu Zhao, Xiongqi Pang, Qianwen Li. Depositional environment and geochemical characteristics of the Lower Carboniferous source rocks in the Marsel area, Chu-Sarysu Basin, Southern Kazakhstan. Beijing, 2016.

А.Е. Асқар

Көкпансор ойысындағы төменгі карбонның аналық тау жыныстардың геохимиялық сипаттамасы

Түйіндеме. Көкпансор ойысындағы көмірсутек газдарының, конденсаттардың таралуын фамен-төменгі карбонның терригенді-карбонатты лагунды шөгінділермен байланыстыруға болады. Зерттеліп отырған аймақта аналық тау жыныстардың генерациясы шырқау шыңына соңғы пермьде жетті. Тектоникалық қозғалыстар аналық тау жыныстардың жоғары деңгейде жетілуіне әсер етті. Пермь кезеңінде қатты тектоникалық, магмалық белсенділік пен жылу ағыны болған. Жылу ағыны мен геотермальды градиент аналық тау жыныстардың тез әрі жоғары жетілуіне ықпал етті. Триастан кейінгі кезеңде визе және серпухов жікқабаттарындағы аналық тау жыныстардан көмірсутектердің шығарылуы мен генерациясы тоқталды.

Түйін сөздер: Көкпансор ойысы, аналық тау жынысы, геохимиялық сипаттама.

A.Y.Askar

Geochemical characteristics of the Lower Carboniferous source rocks in the Kokpansor sag

Summary. The generation of hydrocarbon gases and condensates can be associated with marine and lagoon terrigenous-carbonate deposits of Famenn - early carbon. The modeling results of thermal and burial evolution suggest that the source rocks in the study area reached the gas generation peak in the Late Permian. During the Permian, the thermal evolution of the source rocks wascontrolled by the large burial depth and high heat flow. Tectonic movements contributed to this high degree of maturation the Permian period witnessed strong mantle-derived tectonic activity, strong magmatic activity, large-scale heat flow in the study area. Since the Triassic, area has been uplifted and eroded, which stopped the generation and expulsion of hydrocarbons from C1v and C1sr source rocks.

Keywords: Kokpansor sag, source rock, geochemical characteristics.

УДК 553.98

И.С.Әлиасқар

Научный руководитель – Г.Ж. Жолтаев, профессор, доктор геолого-минералогических наук
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
a1_055@mail.ru

ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СЕВЕРО-УСТЮРТСКО-АРАЛЬСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

Аннотация. *Северо-Устюртско-Аральский осадочный бассейн с востока на запад от Арало-Кызылкумской системы поднятий до восточных склонов Бузачинского поднятия имеет протяженность 520 км, а с юга на север от Каратау-Центрально-Устюртской складчато-надвиговой зоны до южных склонов Южно-Эмбенского поднятия около 300 км. С учетом структурных особенностей и распределения нефтегазоносности, в том числе фазового состава углеводородов, по мезокайнозойской, наиболее детально изученной, части*

разреза выделено три нефтегазоносных района и рассматривается в статье: Арыстановско-Култукский, Самско-Косбулакский и Аральский, границей между которыми может служить Аманжол-Челуранская седловина и Арало-Кызылкумский вал.

Ключевые слова: *Северо-Устюртско-Аральский осадочный бассейн, нефтегазоносность, литология, структурный этаж.*

В пределах Северо-Устюртско-Аральского осадочного бассейна доказанная промышленная нефтегазоносность связана с отложениями средней и верхней юры, а также палеогена (кумский горизонт верхнего эоцена). Юрский комплекс является нефтеносным в западных районах бассейна, где выявлены нефтяные месторождения Арыстановское, Каракудук, Комсомольское и Култук, приуроченные к Арыстановской ступени и бортовым частям Култукского прогиба. С кумским горизонтом верхнего эоцена связаны газовые залежи в северо-восточных районах бассейна на месторождениях Чагырлы-Чумышты, Базайское (Жаксыкоянкулак и Жаманкоянкулак) и Кызылойское, структурно приуроченные к Мынсуалмасской ступени и Акулковско-Базайскому поднятию.

С учетом структурных особенностей и распределения нефтегазоносности, в том числе фазового состава углеводородов, по мезокайнозойской, наиболее детально изученной, части разреза целесообразно выделить три нефтегазоносных района: Арыстановско-Култукский, Самско-Косбулакский и Аральский, границей между которыми может служить Аманжол-Челуранская седловина и Арало-Кызылкумский вал. Промышенная нефтегазоносность на Северном Устюрте и Бузачи связана с отложениями мезозой-кайнозойского возраста. Залежи нефти и газа известны почти во всех стратиграфических комплексах, от нижне-среднеюрского до палеогенового.

Первый район включает в себя Култукский, Кулажатский, Барсакельмесский прогибы, а также Култукско-Ирдалинскую моноклиналь и Арыстановскую ступень.

Второй район охватывает Самский и Косбулакский прогибы; Актумсукское и Базайско-Аккулковское поднятия, Ащитайпакскую ступень.

Третий район включает в себя Арало-Кызылкумский вал, Восточно-Аральский прогиб и Восточно-Аральский склон.

В пределах Арыстановско-Култукского нефтегазоносного района в качестве вероятных генерационных зон может быть обоснованно принята цепь субширотных прогибов северо-западной ориентировки - Култукский, Кулажатский и Барсакельмесский. В качестве нефтегазосборной - Култукско-Ирдалинская моноклиналь с Арыстановской ступенью. Последняя является нефтегазоносной зоной с доказанной нефтегазоносностью юрской толщи. Что касается Култукско-Ирдалинской моноклинали, то по совокупности геологических показателей её северо-западное окончание может представлять интерес для поисков месторождений, связанных с выклиниванием, стратиграфическим и тектоническим экранированием отложений позднетриасового и раннеюрского возраста. Подавляющую часть площади указанной моноклинали целесообразно отнести к землям с неясными перспективами, хотя очевидно, что существенных открытий здесь ожидать не приходится. В пределах этого района широко распространены перспективные сероцветные верхнетриасовые отложения, мощность которых в Кулажатской мульде достигает 1700 м.

На территории Каракудук-Арыстановской антиклинальной линии, осложняющей Арыстановскую ступень верхнетриасовые отложения размыты, они присутствуют лишь на восточной периклинальной структуре Уялы. В центральной части Северо-Арыстановской мульды отражающий горизонт прослеживается на глубинах 5600 м. Здесь мощность верхнетриасовых отложений превышает 1000 м. Восточный борт Северо-Арыстановской мульды осложнен двумя разрывными нарушениями субширотного направления. К северо-востоку и юго-западу от этой зоны происходит выклинивание верхнетриасовых отложений. По характеру выклинивания верхнетриасовых отложений здесь возможно предполагать наличие неантиклинальных ловушек. С запада эта зона выклинивания ограничена тектоническим нарушением, а с востока – региональным Арыстановским разломом.

Максимальные отметки поверхности достигают в наиболее прогнутой части мульды (на северо-востоке, вблизи Аманжольского регионального разлома) – 5800 м. В пределах Кулажатского прогиба потенциально нефтегазоперспективные сероцветные верхнетриасовые отложения развиты повсеместно. Мощность сероцветов на структуре Орлиная составляет порядка 450-600 м, на структуре Бегеш – 150-200 м, на остальной части мощность увеличивается до 700-800м, а в наиболее погруженных частях – до 1100-1300 м. В пределах Арыстановской ступени и Култукско-Ирдалинской моноклинали, как упоминалось выше, сероцветные отложения верхнего триаса выполняют лишь погруженные участки. Степень дислоцированности и емкостно-фильтрационные свойства верхнего триаса близки к перекрывающим юрским отложениям (пл. Хакимовская, Астауойская). На данных площадях отмечались также признаки нефти и газа в отложениях юрского возраста. Палеозойские отложения здесь погружены на значительные глубины (7-10 км.) и на современном техническом уровне не доступны бурению. На технически доступных глубинах располагается Жалгыз-Акшокынская зона триас-палеозойских поднятий. Сейсмическими исследованиями в мезозойско-палеозойских отложениях подготовлена к бурению большая группа высокоамплитудных поднятий (Жалгыз, Акшокы, Западный Акшокы, Уялы и др.).

В пределах Самско-Косбулакского газоносного района в качестве газогенерационных зон рассматривают Косбулакский и Самский прогибы. В них генерировать углеводородные газы мог не только юрский, но и палеогеновый комплекс. В качестве газосборных площадей необходимо рассматривать Ащитай-пакскую ступень, Аккулковско-Базайскую антиклинальную зону и Актумсукское поднятие. За исключением Актумсукского поднятия все перечисленные элементы являются зонами с доказанной газоносностью с различной степенью геолого-геофизической изученности.

В пределах Аральского перспективно-газоносного района в качестве генерационной зоны можно рассматривать только отдельные участки Восточно-Аральского прогиба, а в качестве газосборной - Арало-Кызылкумский вал и Куаныш-Ургинскую (Аламбек-Южно-Аральскую) зону. Последняя является зоной с доказанной газоносностью юрского комплекса. К перспективно газоносной, но с неясными перспективами и в целом с низким газовым потенциалом, можно отнести Восточно-Аральский склон.

Разрез осадочного чехла Северо-Устюртско-Аральского бассейна состоит из двух сейсмогеологических комплексов: верхний, слоисто-зеркальный, и нижний, шероховато-слоистый. В свою очередь эти комплексы, несмотря на условность нижней стратиграфической границы осадочного чехла, четко подразделяются на четыре структурных этажа, которые фиксируются базовым пакетом сейсмических отражающих и преломляющих горизонтов [1].

Первый, нижний этаж, предположительно охватывающий девон-нижнепермскую секцию разреза, которые увязываются соответственно с кровлей гетерогенного фундамента и подошвой верхнепермской (верхнепермско-нижнетриасовой) толщи. Данные глубокого бурения в этой части разреза крайне ограничены и концентрируются, в основном, по периферии бассейна. В пределах выделенных впадин и прогибов, где подошва осадочного чехла по сейсмическим данным фиксируется на глубинах 8-12 км, прямые данные об отложениях нижнего этажа практически полностью отсутствуют. Большинство исследователей считает, что здесь в состав чехла будет входить девон-нижнепермский комплекс в обычном осадочном выполнении, в связи с чем он часто рассматривается в качестве перспективного на поиски нефти и газа. При этом девон-нижнекаменноугольная часть разреза по аналогии с прилегающими районами Прикаспийской впадины зачастую рассматривается в качестве потенциально генерационной толщи.

Третий структурный этаж охватывает отложения юрско-палеогенового комплекса. Этот структурный этаж также подразделяется на ряд подэтажей отражающими горизонтами. Юрско-палеогеновая секция характеризуется достаточной стратиграфической полнотой: юра содержит три отдела – нижний, средний и верхний; мел – нижний и верхний; палеоген – палеоцен, эоцен и олигоцен. Суммарная мощность юрско-палеогеновой секции составляет

2,2-3,5 км на поднятиях, ступенях и моноклиналях, увеличиваясь до 4,2-5,6 км в зонах прогибов. В литологическом отношении нижнеюрская толща представлена чередованием темно-серых аргиллитов, серых песчаников и алевролитов, гравелитовых и конгломератовых прослоев, содержащих рассеянную и концентрированную растительную органику и единичные пропластки углей.

Четвертый структурный этаж включает в себя преимущественно неоген-четвертичные отложения. Неоген-четвертичная секция осадочного чехла представлена миоцен-плиоценовыми и антропогеновыми отложениями. Первые из них сложены снизу вверх темными глинами с большим количеством септариевых конкрреций, красно-бурыми и красноватыми глинами с банками устриц, песками, белыми и серыми мергелями, ракушечными известняками, линзами гипса в глинистых породах, оолитовыми и ракушечными известняками с редкими прослоями зеленоватых глин. Четвертичные отложения наиболее широко распространены в прогибах, где представлены глинами, суглинками и песками, мощностью не более 90 м.

Во всех перечисленных районах залежи приурочены к песчаным и песчано-алевролитовым пластам, мощность которых не превышает 20 м. Основными покрышками над установленными залежами являются на Северном Устюрте верхнегорская, цреимущественно глинисто-карбонатная, и палеогеновая - глинистая. В генерационном потенциале юрских отложений основная роль отводится среднеюрским породам, сложенным песчано-алевритово-глинистой толщей с многочисленными включениями и прослоями углефицированного растительного детрита.

Начиная с палеозоя на всех последующих этапах геологического развития бассейна существовали условия, обеспечивающие его структурную дифференциацию, при этом значительная роль в формировании границ бассейна и ряда крупных структурных элементов на раннем (доюрском) этапе развития принадлежала горизонтальным движениям. Наиболее интенсивная переработка бассейна явно происходила на его границах, что лишний раз подтверждает существующие представления о том, что Северо-Устюртско-Аральский бассейн представляет часть древней докембрийской платформы (типичный срединный массив), в различной степени переработанной последующими тектоническими движениями. Сопредельные тектонически активные зоны оказали определяющее влияние на формирование региональной и зональной структуры бассейна, создав широкий спектр разноориентированных элементов внутри контрастно выраженной клиновидной (треугольной) структуры. Сопоставление региональной и зональной тектонических характеристик по базовым структурным поверхностям свидетельствует о том, что коренные перестройки структурных планов на палеозойском и раннемезозойском этапах не затронули рассматриваемый бассейн и проявились главным образом в сопредельных районах Прикаспийской впадины, Каратау-Центрально-Устюртской и Урало-Тобольской складчато-надвиговых зон. Характер залегания доверхнепермских и верхнепермско-триасовых отложений в совокупности с блоковым строением и резкими колебаниями их толщин на поднятиях и в прогибах, свидетельствуют о высоком размахе тектонических движений в предъюрское время, что явилось главным фактором структурной дифференциации осадочного чехла и заметного сглаживания её по мере омолаживания разреза. Структурная дифференциация осадочного чехла на уровне базовых стратиграфических поверхностей создает вполне удовлетворительные условия для дальнейшего использования поэтажного структурно-тектонического районирования в качестве необходимой основы для нефтегазогеологического районирования [2].

Литературы:

1. Доюрский комплекс Северного Устюрта и п-ва Бузачи/ В.В. Липатова, Ю.А. Волож и др. М.: Недра, 1985. 133 с. Труды ВНИГРИ, вып.254.

2. Оценка перспектив нефтегазоносности триасового комплекса Северного Устюрта и площади Каракудук. Актау, 2009. ТОО НЭКФ «Optimum».

И.С.Әлиасқар

Солтүстік Үстірт-Арал шөгінді бассейннің литология-стратиграфиялық сипаттамасы және мұнайгаздылығы

Түйіндеме. Солтүстік Үстірт-Арал шөгінді бассейні шығыстан батысқа Арал-Қызылқұм көтерілген жүйесінен Бозащы көтерілімінің шығыс баурайына қарай 520 км созылып жатыр. Ал оңтүстіктен солтүстікке қарай Қаратау-Орталық Үстірт қатпарлы-жылжымалы зонадан Оңтүстік Ембі көтерілімінің оңтүстік баурайына дейін 300 км созылып жатыр. Құрылымдық ерекшеліктері мен мұнайгаздылық таралуы, сонымен қатар көмірсутектердің фазалық құрамын ескере отырып, мезокайнозой бойынша үш мұнайгазды аудан көрсетілген және мақалада қарастырылған: Арыстан-Култук, Сам-Қосбұлақ және Арал.

Түйін сөздер: Солтүстік Үстірт-Арал шөгінді бассейні, мұнайгаздылық, литология, құрылымдық қабат.

I.S. Aliaskar

Litho-stratigraphic characteristics and petroleum potential of the North-Ustyurt-Aral sedimentary basin

Summary. The North-Ustyurt-Aral sedimentary basin from east to west from the Aral-Kyzylkum system of uplifts to the eastern slopes of the Buzachinsky uplift has a length of 520 km, and from south to north from the Karatau-Central-Ustyurt fold-thrust zone to the southern slopes of the South Embena uplift 300 km. Taking into account the structural features and distribution of petroleum potential, including the phase composition of hydrocarbons, according to the Meso-Cenozoic, the most thoroughly studied part of the section, three oil and gas bearing regions were identified and are considered in the article: Arystan-Kultuk, Sam-Kossulak and Aral, the border between which can serve as Amanzhol- Cheluranian Saddle and Aral-Kyzylkum Val.

Keywords: North-Ustyurt-Aral sedimentary basin, oil and gas potential, lithology, structural floor.

УДК 556.3

А.Қ. Бостан

Научный руководитель - В.А.Завалей, профессор, кандидат геолого-минералогических наук
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
aiza-bostan95@mail.ru

ПОДБАРХАННЫЕ ЛИНЗЫ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПУСТЫНИ И СПОСОБЫ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. *Представляется информация о пустынях, водоснабжении на примере Западного Казахстана. В статье рассматривается геологическое строение и гидрогеологические условия Северного Прикаспия для изучения способов водоснабжения пресной водой пустынных районов Западно-Казахстанской и Атырауской областей. Рассматривается приканальные линзы пресных подземных вод, их схема граничных условий. Даются рекомендации по созданию подбарханных линз пресных подземных вод, анализируются условия питания и приводятся способы их эксплуатации.*

Ключевые слова: *Подбарханная линза, пресные подземные воды, транспирация, водозаборная скважина, эксплуатация.*

Гидрографическая сеть пустынь представлена в основном пересыхающими руслами временных водотоков, в которых вода бывает только в период дождей. Крупные реки берут свое начало далеко от пустынь и, пересекая их, питают живительной влагой лишь узкую полоску земли вдоль своего русла. Озера в пустынях очень часто содержат соленую или горько-соленую воду, непригодную для питья. Поэтому главными источниками питьевой воды в пустынях являются грунтовые и конденсационные воды, которые образуются за счет проникновения в толщу песка влаги от редких дождей и воды, конденсирующейся из атмосферы во время резкого похолодания в ночной период. Для получения пресной воды роются колодцы в местах их залегания. Горизонт пресных вод в разных пустынях расположен на разной глубине. В Центральноазиатских пустынях она составляет около 5 м, а в Сахаре и пустынях Аравийского полуострова - до 30 м. [3]

Изучение и создание подбарханнных линз пресных подземных вод особенно актуально для сельскохозяйственного водоснабжения в аридных зонах.

Рассмотрим данную тему на примере Западного Казахстана. В данном регионе хозяйственно-питьевое водоснабжение, в основном решается за счет привлечения водных ресурсов двух источников поверхностного типа с постоянным (круглогодичным циклом) стоком- рр.Урал и Кигач, воды которых транспортируется магистральным водопроводом на несколько сотен километров. А учитывая, что река Урал, р. Кигач с каждым годом мелеют и сток воды постоянно уменьшается, необходимо предусмотреть альтернативные варианты водоснабжения, использовать подземные водные ресурсы. Гидрогеологами было выяснено, что под барханами находится большое количество мелких линз, которые плавают над солеными водами и не смешиваются. Их можно использовать для водоснабжения участков отгонного животноводства. Поэтому нашей задачей является создание благоприятных условий для получения линз пресной воды.

Месторождения линз пресных подземных вод приканального типа распространены в виде линейно-вытянутых фильтрационных потоков, формирующихся вдоль ирригационных или транспортных каналов.

Естественные ресурсы и запасы на таких месторождениях - формируются за счет фильтрационных потерь из канала. Масштабы приканальных линз пресных подземных вод определяются, прежде всего, природной емкостью водовмещающих пород — мощностью зон аэрации и полного насыщения, — а также режимом источника их питания — поверхностных вод канала. В аридной зоне месторождения приканальных линз пресных вод формируются, например, вдоль многочисленных магистральных ирригационных каналов (Каракумский и др.).

Для изучения описываемых месторождений очень важно установить положение границ линзы в плане и разрезе. В этом отношении можно выделить две наиболее типичные.

Схема граничных условий, складывающихся при формировании линзы в условиях:

а) подпертой фильтрации из канала;

б) свободной фильтрации поверхностных вод из канала, когда уровень грунтовых вод отрывается от русла канала.

Эти условия гидравлической взаимосвязи пресных подземных вод линзы и поверхностных вод канала имеют существенное значение при обосновании расчетной схемы, принимаемой для оценки эксплуатационных запасов, поэтому они должны быть изучены в процессе проведения разведочных работ. В рыхлых, четвертичных образованиях часто распространены соленые воды, нижняя граница линзы пресных подземных вод под каналом имеет сложные гидрогеохимические условия: пресные воды залегают непосредственно на соленых водах, образуя «плавающие» линзы пресных вод. В тех случаях, когда канал работает не круглогодично, в нем со временем изменяются условия формирования границ линзы в плане и разрезе.

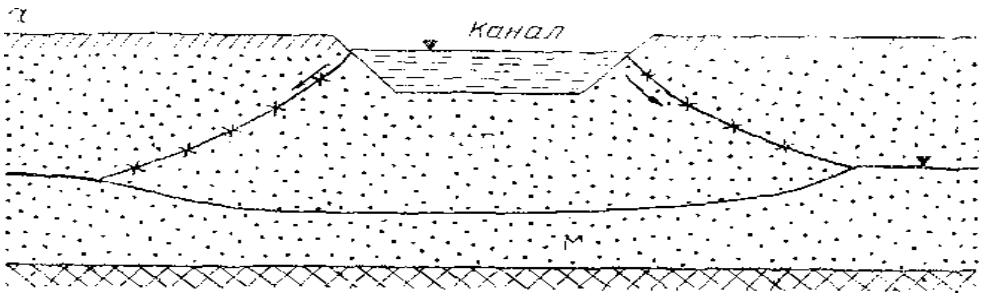


Рисунок 1 - Схема формирования приканальных линз подземных вод

Таким образом, линзы пресных подземных вод могут образовываться в условиях присутствия постоянно (поверхностные воды канала) и периодически действующего

источника питания. При близком залегании грунтовых вод линзы (менее 4 м) инфильтрационные потери из канала (основной источник питания) расходуются на пополнение естественных ресурсов и запасов, а также на испарение. [5]

Изучение природных условий пустынь данного региона показало, что подбарханные линзы в основном атмосферного характера. Толщина пресной линзы может колебаться от нескольких сантиметров до нескольких метров. С увеличением количества осадков возрастает мощность пресной линзы. На территории Северного Прикаспия наибольшее количество осадков выпадает в весенний период года. В осевой части ее толщина может достигать нескольких десятков метров, а диаметр — 200-400м [1].

До недавнего времени подпесчаные линзы связывались с оголенными песками. Наличие последних рассматривалось как одно из непременных условий, обеспечивающих проникновение влаги в зону аэрации. Дело в том, что для пустынь, по крайней мере, для пустынь Средней Азии, транспирация является решающим фактором расходования влаги, поступившей из атмосферы. Естественно было допускать, что там, где нет растительности, а субстрат представлен отвеянными от мелкозема эоловыми песками, обеспечивающими хорошую инфильтрацию и паропроницаемость, создаются наиболее благоприятные условия для накопления пресных вод либо инфильтрационным, либо конденсационным путем.

Успешный поиск воды в пустыне требует знания местной геологии и флоры. Плавающие линзы пресных вод широко распространены под дюнными грядами и береговыми валами крупных водоемов пустынной зоны. Растительность и животные также могут помочь обнаружить небольшие открытые источники воды. Следы пасущихся млекопитающих рано или поздно приведут к воде. Такие птицы, как голуби, азиатские песчаные куропатки, хохлатые жаворонки, посещают водные источники, по крайней мере, раз в день. Над интересующим вас участком поверхности могут роиться мухи; млекопитающие в стремлении добраться до воды могут раскапывать грунт.

Растения появляются вблизи любых источников воды - наземных или подземных. Дальнейшее развитие исследований пустынь Средней Азии внесло за последние годы существенные коррективы в сложившиеся представления. Выяснилось, что подпесчаные линзы пресных вод формируются там, где подстилающие грунтовые воды не очень засолены. Если их минерализация превышает определенный предел, то подпесчаные линзы не формируются или же являются эфемерными, то есть временными [1].

Более надежные указания на возможные места присутствия воды дает сам пустынный ландшафт. Могут содержать воду и участки вулканических пород и песчаников, так как оба типа пород имеют пористую структуру.

Хозяйственный интерес, например, для мелких, преимущественно животноводческих, поселений представляет такырный сток. Плоские водоупорные поверхности глинистых такыров во время дождей превращаются во временные озера. Последующее хранение этой воды осуществляется разными способами, наиболее оригинальный из которых состоит в том, что воду спускают через специальные вырытые колодцы в естественные подземные коллекторы, образующие подтакырные пресные линзы, плавающие на соленой воде.

Важной частью изучения подземных вод является режим и баланс грунтовых вод - показатели одного и того же процесса формирования этих вод. Первый из них отображает определенный порядок изменения во времени количества и качества грунтовых вод в конкретной природной и водохозяйственной обстановке. Второй является количественным выражением процессов накопления и расходования генетически различных или взаимосвязанных водных масс, приводящих к формированию определенного типа грунтовых вод, и взаимоотношения этих масс между собой [4].

Изучая режим грунтовых вод как процесс непрерывного изменения их количества и качества, гидрогеологи познают в целом процесс формирования этих вод. Изучая баланс грунтовых вод, мы исследуем закономерности формирования этих вод, генетические стороны их режима.

При использовании подземных вод для орошения засушливых зон с помощью балансового метода решаются следующие задачи:

1) Районирование территории по условиям инфильтрации осадков и поливных вод, испарению грунтовых вод и подземному стоку, которые в основном предопределяют мелиоративное состояние земель;

2) Обоснование режимов орошения;

3) Обоснование мелиоративных мероприятий по борьбе с вторичным засолением почв.

На территории пустынь испарение из приповерхностного слоя происходит более интенсивно. Это объясняется условиями водного баланса этого слоя. В незакрепленных песках просочившаяся в приповерхностный слой влага может уходить только путем испарения и гравитационного просачивания. В области закрепленных песков эта влага, кроме того, извлекается из приповерхностного слоя травами и другой растительностью с неглубокой корневой системой. Поэтому расход влаги на испарение в этих песках будет понижен [2].

Сухая почва поглощает содержащиеся в атмосфере пары воды и конденсирует их на поверхности частиц и в мельчайших порах, в результате чего образуется гигроскопическая вода.

Гигроскопическая вода, будучи тесно связанной с частицами почв и пород, передвигается в порах только в виде водяного пара.

Движение рыхлосвязанной (пленочной) воды происходит очень медленно по поверхности твердых частиц.

Капиллярное движение воды возникает как в верхней части зоны аэрации, при просачивании атмосферных вод через почвы и породы, находящиеся в состоянии полного смачивания пленочной водой, так и в подзоне капиллярного поднятия над уровнем грунтовых вод. В подзоне капиллярного поднятия вода поднимается вверх и удерживается силами поверхностного натяжения вогнутых водных менисков, возникающих в капиллярных порах.

Установлено, что испарение с растительного покрова всегда превышает испарение с поверхности обнаженной почвы. Если создать определенные условия в песчаных массивах, то можно создать искусственную техногенную пресную линзу.

Подходящими условиями для создания линзы могут быть: наличие атмосферных осадков не менее 200 мм/год; наличие массивов провеянных барханных песков; наличие зональных подстилающих линз воды, залегающих на глубине несколько метров, имеющих минерализацию не более 40 г/л; отсутствие растительности - отсутствие транспирации и испарения с уровня грунтовых вод [2].

Отсюда можно заключить, что из всех этих условий наиболее эффективно и реально создание техногенным путем условия отсутствия транспирации за счет ликвидации на определенной площади растительного покрова. Для этого предлагается мульчирование барханной поверхности. В роли мульчи могут быть использованы различные материалы, в том числе материалы неорганического происхождения.

Неорганическая мульча отличный материал для увеличения объема пресных подземных вод. При покрытии почвы нетканым материалом , сама почва дышит, а сорняки не растут. Срок службы такой мульчи при бережном использовании исчисляется пятью и более годами. Она не разлагается и поэтому не требует постоянного обновления. За счет покрытия мульчей, вода с атмосферных осадков будет проникать в песок, и накапливаться под барханами, плавая по соленой воде и при этом не испаряться благодаря свойствам агроволокна. Наряду с этим мульча устраняет растительность.

Мы хотим предложить данный способ создания техногенной линзы пресной воды на небольших барханных участках, используемых для выпаса скота.

В заключение следует подчеркнуть, что во многих районах пустынь эти линзы являются единственным относительно легкодоступным источником получения пресных природных вод.

Литературы:

1. В. Н. Кунин, Линзы пресных вод пустыни. Методы исследования оценки ресурсов и эксплуатации, Москва, Издательство Академии наук СССР, 1963г.
2. В. М. Максимов, Справочное руководство гидрогеолога, Том 1, г. Ленинград, «Недра», 1967г.
3. А. М. Овчинников, Общая гидрогеология, Москва, Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1955 г.
4. Гидрогеология СССР. Том XXXV. Западный Казахстан. Актюбинская гидрогеологическая экспедиция. Редактор А. В. Сотников. М., издательство «Недра», 1971 г.
5. Ф.Н. Мильков, Природные зоны СССР / Ф.Н. Мильков. - М.: Мысль, 1977. - 296 с.

А. Қ. Бостан

Жерасты тұщы суларының барханысты линзаларын жасау және оларды пайдалану әдістері

Түйіндеме. Мақалада Батыс Қазақстан мысалында сумен жабдықтау, шөлдер жайында ақпарат ұсынылады. Батыс-Қазақстан және Атырау облыстарының шөлді аудандарын тұщы сумен жабдықтау жолдарын зерттеу үшін Солтүстік Прикаспийдің геологиялық құрылымы мен гидрогеологиялық жағдайлары қарастырылады. Тұщы жер асты суларының канал түріндегі линзалары мен олардың шекаралық шарттарының сұлбалары қарастырылады. Тұщы жер асты суларының бархан асты линзаларының құрастырылуына ұсыныс беріледі

Түйін сөздер: Техногендік шектеулі барханасты линзасы, тұщы жерасты сулары, су жинау ұңғымасы, пайдалану.

A. K. Bostan

Creation of technogenic subarched lenses for fresh groundwater and methods of their operation

Summary. The article presents information about deserts, water supply on the example of Western Kazakhstan. The geological structure and hydrogeological conditions of the Northern Pre-Caspian Sea are examined to study fresh water supply methods in the desert regions of the West Kazakhstan and Atyrau oblasts. Primary channel lenses of fresh groundwater and their boundary conditions are considered. Recommendations are given on the creation of under-ground lenses of fresh groundwater.

Key words: Artificial local under-dune lens, fresh groundwater, transpiration, water intake borehole, exploitation.

УДК 556.3

Д.Е. Емберген, А.С.Досхожаев, А.К. Садыкова

Научный руководитель – А.С. Досхожаев, ассоциированный профессор института геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, город Алматы

bekmuratov_41@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАРАТАЛЬСКОГО РАЙОНА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ С ЦЕЛЬЮ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЕ КАЛЬПЕ

Аннотация. *В данной статье запроектировано строительство новой системы водоснабжения с подачей подземных вод высокого качества и полностью соответствующим санитарным нормам.*

Главной целью статьи является бесперебойное обеспечение питьевой водой населения села Кальпе, а также задачами статьи является:

- увеличение доступа населения к качественной питьевой воде гарантированного качества и в необходимом количестве;

- увеличение численности населения использующего воду из централизованных источников водоснабжения;

- повышение надежности водоисточников и систем водоснабжения путем обеспечения полного соблюдения требований санитарных правил и норм стандарта качества.

Ключевые слова: *село Кальпе, разведочные работы, Заилийский антиклинорий, водоносный горизонт.*

Развитие цивилизации неразрывно связано с использованием воды, потребление которой происходит во все расширяющихся масштабах. Обеспечение населения водой, отвечающей определенным санитарно-гигиеническим требованиям, является одной из основных задач водоснабжения. Системы водоснабжения представляют собой комплекс инженерных сооружений и устройств, обеспечивающих получение воды из природных источников, ее очистку, транспортирование и подачу потребителям. Системы водоснабжения предназначены также для удовлетворения потребностей в воде промышленности и сельского хозяйства.

В настоящее время многочисленные потребители предъявляют к воде строгие требования, различные как в количественном, так и в качественном отношении. Рост водопотребления привело во всем мире к количественному и качественному дефициту воды. Поэтому в современных условиях требуется комплексный подход к решению задач водоснабжения, учитывающий интересы различных групп потребителей воды, рациональное ее использование, предусматривающее разработку мероприятий по охране источников от загрязнения и истощения, совершенствование систем водоснабжения, использование научно обоснованных норм водопотребления, разработку маловодных и безводных технологических процессов, совершенствование водного законодательства и другие.

Дальнейшее развитие водопроводных систем и сооружений связано также с совершенствованием и созданием новых видов механического и электрического оборудования, средств автоматизации. Использование в практике проектирования и строительства укрупненных элементов заводского изготовления, внедрение методов блочного монтажа узлов технологического оборудования, являются одной из мер интенсификации развития систем водоснабжения. Достижения научно-технического прогресса позволяют решать названные и другие проблемы водоснабжения наиболее рациональными и экономичными методами и способами.

Кальпе — село в Каратальском районе Алматинской области Казахстана. Административный центр Карашенгельского сельского округа. Находится на реке Биже примерно в 14 км к юго-западу от города Уштобе, административного центра района.

Территория Каратальского района относится к зоне резко-континентального климата, для которой характерны суровая зима, жаркое лето, короткая весна и осень. Как правило, климатические условия района формируются под влиянием четырех основных факторов: удаленность от Атлантического океана, приток прямой солнечной радиации, особенности атмосферной циркуляции, свойства подстилающей поверхности.

Основное направление ветра северо-восточное со средней скоростью 2-4м/с и максимальной – 9-12м/с. Абсолютный минимум среднемесячной температуры воздуха -7,9^{o}C в январе, максимум в июле +26,7^{o}C.

Продолжительность периода с температурой выше 10 ^{o}C составляет 178 дней, что вполне достаточно для произрастания риса. В данном районе большие колебания температуры наблюдаются не только в течение года, но и в течение суток.

Гидрогеологические условия района определяются, в основном, геологическим строением, рельефом и климатом. По геологическому описанию видно, что в районе развит сложный комплекс горных пород.

Водоносность комплексов пород различных формаций, характер накопления и движения в них подземных вод обусловлены ландшафтно-климатической зональностью, степенью развития открытых трещин в скальных породах, их разностях и пористостью в рыхлообломочных. В толщах пород формаций коренной основы распространены подземные

воды зоны открытой трещиноватости. В условиях резкого расчленения мощность трещиноватой зоны весьма значительна и изменяется от первых десятков метров до 100 м и более. Водообильность этих толщ в целом невысокая – расходы родников в среднем изменяются от 0,5-1,5 до 4,5–5 дм^3/с, достигая в зонах тектонических нарушений 7 дм^3/с. В пределах низкогорных массивов, где питание подземных вод затруднено вследствие относительно малого количества выпадающих атмосферных осадков, расходы родников составляют от сотых долей до 1 дм^3/с.

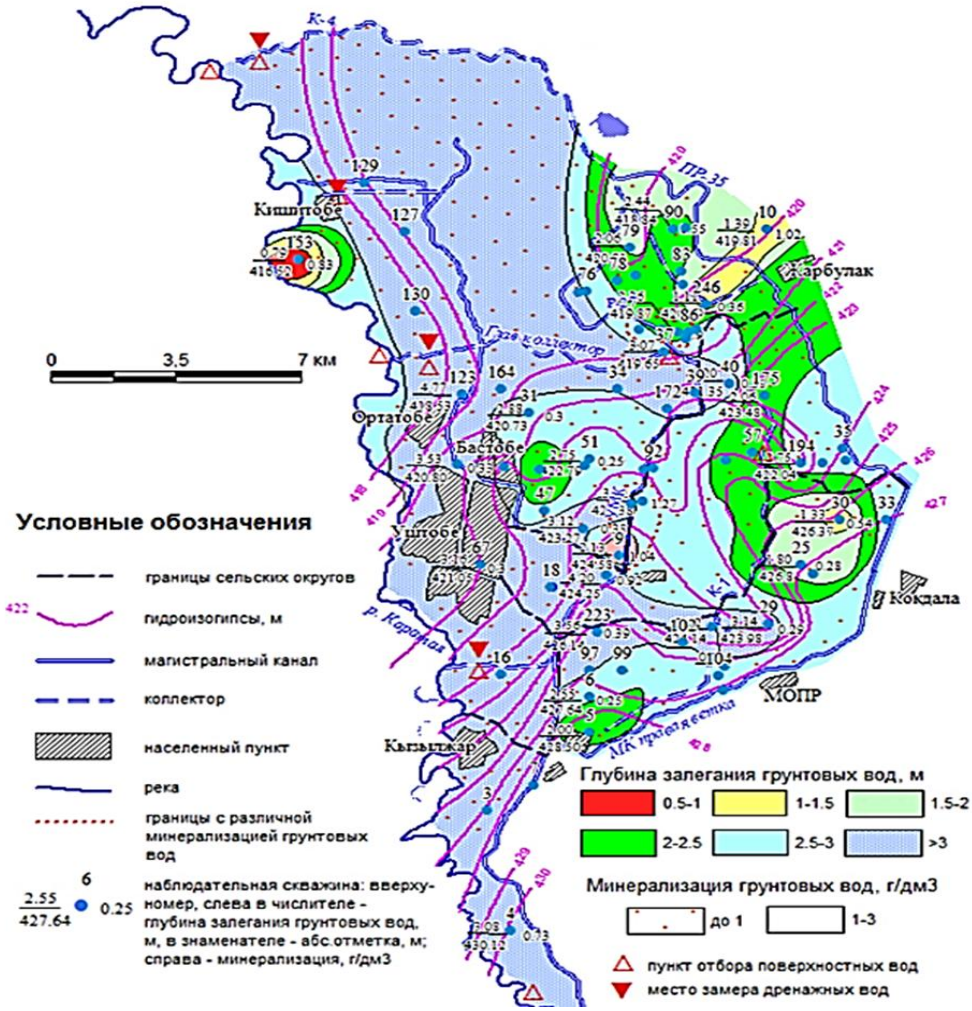


Рисунок 1 – Карта по режимам грунтовых вод в Каратальском районе

Минерализация воды зоны открытой трещиноватости весьма невысокая. В высокогорье и среднегорье формируются ультрапресные воды с минерализацией до 0,2 г/дм^3, обладающие значительной выщелачивающей углекислой агрессивностью по отношению к бетону. По мере снижения абсолютных отметок общая минерализация воды повышается до 0,5 г/дм^3. Режим вод находится обычно в прямой зависимости от климатических факторов: максимумы расходов наблюдаемых родников совпадают (с незначительным опозданием) с периодами весеннего таяния снега и ледников и выпадения атмосферных осадков. Амплитуды колебаний уровня не превышают 1,5 м.

Поровые воды приурочены к отложениям различных геолого-генетических комплексов пород. В пределах распространения комплекса четвертичных гляциальных отложений высокогорной зоны подземные воды местами выходят на поверхность в виде мощных сосредоточенных струй с расходами до 150-300 дм3/с.

Выклинивающиеся воды мореных отложений, сливаясь в тальвегах логов и долин, образуют постоянно действующие водотоки. Для подземных вод флювиогляциальных отложений характерны невыдержанные уровни, изменяющиеся от десятков до 100м и более. Но мощность водоносного горизонта не превышает обычно 10-15 м, расходы родников составляют 0,1-5 дм^3/с. Общая минерализация воды изменяется в пределах 0,06-0,5 г/дм^3, жесткость – от 0,7 до 6 мг-экв. Воды обладают зачастую углекислой агрессивностью.

Водоносный горизонт комплекса аллювиально- пролювиальных отложений распространен в пределах долин рек и предгорной наклонной равнины. В толще отложений развит единый мощный поток подземных вод со свободным зеркалом, имеющий общий уклон от гор к равнине, а на отдельных участках – в сторону русел рек. Глубина до воды изменяется от 200 м в верховьях конусов до нескольких метров на периферии. Уменьшение общей мощности отложений на равнине и появление в их разрезе суглинистых прослоев обусловливают сокращение живого сечения подземного потока и выклинивание части его на поверхность. Воды обладают низкой минерализацией (до 0,2-0,3 г/дм^3) и устойчивым гидрокарбонатным кальциевым составом, как по площади распространения, так и в вертикальном разрезе. Воды проявляют слабую углекислую агрессивность по отношению к бетонам.

В районе распространены пресные и слабосолоноватые грунтовые воды, минерализация которых в апреле изменялась от 0,09 до 1,93 г/дм^3. Химический состав преимущественно гидрокарбонатный, реже гидрокарбонатно-сульфатный натриевый или натриево-магниевый. Лишь в скв. №86, расположенной на орошаемых землях Бастобинского сельского округа, минерализация грунтовых вод в апреле составила 5,9 г/дм^3, химический состав сульфатный натриево-магниевый.

Показатель SAR колеблется в большинстве скважин в пределах 0,1-8,9, что характеризует грунтовые воды удовлетворительного качества, не подверженные процессам вторичного засоления. В ряде скважин №№ (55,174,185,86,179), преимущественно в сентябре-октябре, показатель SAR достигал 10,6-16,8, что свидетельствует о средней степени засоления почв, а в скв. №№ 9 и 134 SAR в апреле составил 19-22, в сентябре снизился до 13,9-21,5 — это относится к высокой степени солонцевания почв.

Таблица 2 - Содержание основных компонентов минерализации, их минимальных и максимальных значений и область характерных величин.

Компоненты	Содержание в мг/л			
	минимальный	максимальный	Область характерных значений	ПДК по ГОСТу 2874-82
HCO_3^-	219	348	210-241	-
HCO_4^{2-}	4	43	23-35	500
Cl^-	2	21	5-14	350
NO_2^-	0,0	1,0	0,0-0,2	-
NO_3^-	0,01	14	1-6	45
Ca^{2+}	20	105	5-14	-
Mg^{2+}	13	33	9,4-13,4	-
$Na^+ + K^+$	3	42	7-14	-
NH_4^-	0,0	2	0,02-0,2	2 по N
Сухой остаток	96	417	240-348	1000
Общая жесткость мг-экв/л	13,5	6,4	3,7-4,6	7,0
PH	6,6	8,5	7,4-8,5	7,0-9,0

В районе преобладают пресные грунтовые воды с минерализацией до 1 г/дм^3 (11050 га). Слабосолоноватые грунтовые воды составляют не более 7% от всех орошаемых земель массива, они расположены локальными пятнами в центральной и краевых частях массива на площади 795 га. По сравнению с прошлым годом произошло увеличение площадей с минерализацией 1,0-3,0 г/дм^3 на 602 га в Бастобинском сельском округе. В Городском округе Уштобе количество площадей с такой минерализацией, наоборот, уменьшилось на 285 га.

Литературы:

1. Отчет о мелиоративном состоянии Каратальского района Алматинской области, г. Алматы, 2016.

2 Оспанов К.Т. Сельскохозяйственное водоснабжение. Учеб.пособие. - Алматы: КазНТУ, 2014.

2. Акименко Н.Ю. Сети водоснабжения и водоотведения населённого пункта. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Транспортирование воды» для студентов специальности 050805 «Водные ресурсы и водопользование», для всех форм обучения / ВКГТУ. – Усть-Каменогорск, 2010. – 73 с.

Д.Е. Емберген, А.С.Досхожаев, А.К. Садыкова

Қалпы ауылында сумен жабдықтандыру жүйесін жобалау мақсатында Алматы облысы Қаратал ауданының жерасты суларын зерттеу

Түйіндеме. Мақалада жоғарғы сапалы жерасты суын беретін жаңа сумен жабдықтандыру жүйесінің құрылысы жобаланған.

Мақаланың негізгі мақсаты Қалпы ауылының тұрғындарын тұрақты ауыз суымен қамтамасыз ету. Және де мақалада келесі міндеттерді қамтиды:

- тұрғындардың сапалы ауыз суға және қажет мөлшерде қол жеткізуі;
- орталықтандырылған сумен жабдықтау көздерінен суды тұтынушылар санын көбейту;
- санитарлы ережелер мен нормаларға сәйкес су көздері мен сумен жабдықтау жүйесінің сапасын арттыру.

D.Y. Yembergen, A.S.Doshozhaev, A.K. Sadykova

The study of groundwater Karatal district of Almaty region with the aim of integrated design of water supply systems in the village of Kalpe

Summary. This article proposes the construction of a new water supply system with the supply of high-quality groundwater and fully compliant sanitary standards.

The main purpose of the article is the uninterrupted supply of drinking water to the population of the village of Kalpe, and the objectives of the article are:

- increasing the access of the population to high-quality drinking water of guaranteed quality and in the required quantity;
- increase in population using water from centralized sources of water supply;
- improving the reliability of water sources and water supply systems by ensuring full compliance with the requirements of sanitary rules and quality standards.

УДК 556.3

Т.В. Жукова[1], В.М. Ибраимов[2], Р.С. Султанмуратов[2]
Научный руководитель – В.А. Завалей, профессор,
кандидат геолого-минералогических наук
[1]Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет
им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
[2]ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR»,
Казахстан, г.Алматы
tanya-zhukova_95@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ТРЕЩИННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВЕРХНЕ-АНДАСАЙСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация. *Верхне-Андасайское золоторудное месторождение расположено в Мойынкумском районе Жамбылской области. Промышленная разработка Верхне-Андасайского месторождения невозможна без создания и развития достаточно мощной инфраструктуры в его районе – включая сеть добывающих и перерабатывающих объектов, вахтового поселка и различных инженерных сооружений, в том числе технического водозабора.*

Территория описываемого района в геологическом отношении характеризуется большим разнообразием пород, а также сложностью структурно-тектонических особенностей. Наряду с широким развитием допалеозойских и палеозойских пород, слагающих низкогорные и мелкосопочные участки, в обширных впадинах развиты рыхлые или слабо сцементированные породы мезо-кайнозойских и четвертичных отложений.

Как выяснилось в процессе проведения поисково-разведочных работ наиболее перспективной для целей технического водоснабжения является водоносная зона открытой трещиноватости девонских пород.

Ключевые слова: *Верхне-Андасайское золоторудное месторождение, технический водозабор, водоносная зона открытой трещиноватости девонских пород, поисково-разведочные работы.*

В административном отношении территория Верхне-Андасайского золоторудного месторождения входит в состав Мойынкумского района Жамбылской области. Областной центр – г.Тараз, находится в 515 км по дороге южнее от месторождения.

Согласно международной разграфки масштаба 1:200 000 участок находится в северной части листа L-43-XXV [1].

В географическом отношении месторождение располагается в пределах Шу-Балхашского водораздела, представляющего собой слабовсхолмленную местность, в долине р.Андасай.

Гидрографическая сеть представлена временными водотоками по тальвегу саев в период таяния снегов продолжительностью 3-5 суток [2]. В низинах поймы реки Андасай временный водоток продолжается в течение весеннего паводка, сухое русло наполняется водой, но уже к середине лета вода сохраняется в разрозненных плесах [1].

Учитывая отсутствие постоянных поверхностных источников, для целей технического водоснабжения объектов Верхне-Андасайского золоторудного месторождения, компания разрабатывающая месторождение, решила провести поиски и разведку подземных вод с их дальнейшей оценкой. Ранее на участке разведочные гидрогеологические работы не проводились. Отсюда необходимость в разведке и оценке эксплуатационных запасов подземных вод была очевидна.

Территория описываемого района в геологическом отношении характеризуется большим разнообразием пород, а также сложностью структурно-тектонических особенностей. Наряду

с широким развитием допалеозойских и палеозойских пород, слагающих низкогорные и мелкосопочные участки, в обширных впадинах развиты рыхлые или слабо сцементированные породы мезо-кайнозойских и четвертичных отложений.

Поисково-разведочные работы выполнялись в долине русла реки Андасай, имеющей временный водоток, в пределах геологического отвода, после разработки и согласования проекта предусматривающего комплекс геологоразведочных работ.

Первым горизонтом на участке разведки является верхнечетвертичные аллювиальные отложения слагающие пойму реки Андасай, мощностью до 7-9 м [3]. Ширина долины, сложенная осадочными горными породами на участке разведки, варьируется от 65 до 200 м (рисунок 1). Породы верхнечетвертичного возраста на участке разведки представлены щебнем, галькой, дресьвой с супесью и песчаным заполнителем. В подошве водоносных пород залегают трещиноватые породы девона.

Водоносная зона открытой трещиноватости девонских пород является вторым гидрогеологическим подразделением на участке разведки. Породы представлены туфами, порфиритами, песчаниками и конгломератами.

Как и предусматривалось проектом [1], на участке пробурено 4-ре разведочно-эксплуатационных скважины №№ 6791, 6792, 6793, 6794 (рисунок 1). Для выбора наиболее перспективных участков для места заложения разведочно-эксплуатационных скважин на участке разведки выполнялась электроразведка методом вертикального электрического зондирования с целью изучения геометрии водовмещающих пород, её форм, структуры.

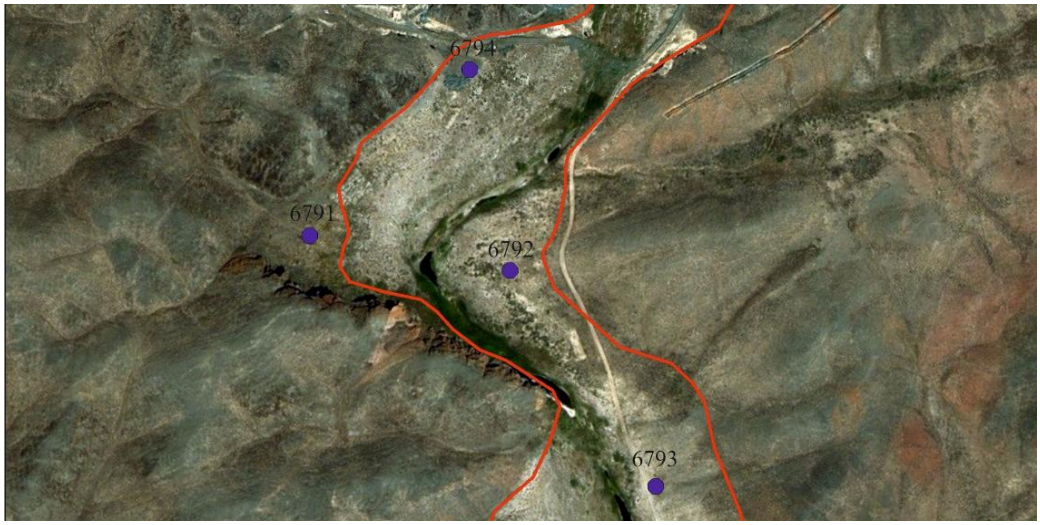


Рисунок 1 - Космоснимок, масштаб 1:5000

Исследования методом вертикального электрического зондирования позволили получить величину кажущегося удельного сопротивления (ρ) горных пород и закономерность его изменения в вертикальном разрезе (рисунок 2).

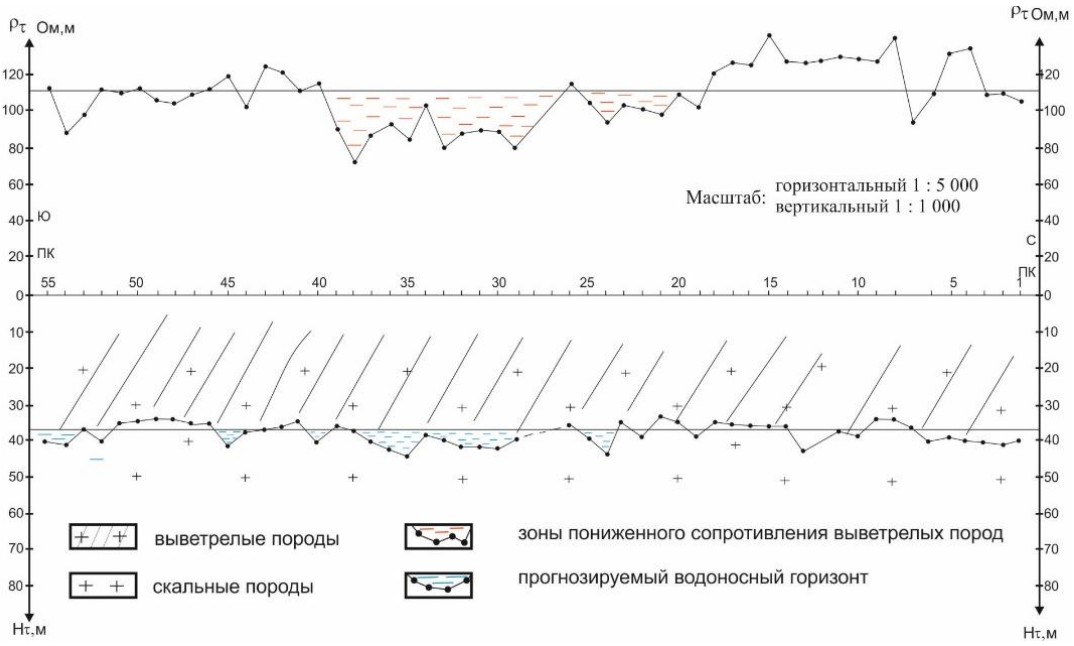


Рисунок 2 - Геоэлектрический разрез по профилю I. Участок Андасай

Как и ожидалось участок разведки водоносной зоны трещиноватости девонских пород характеризуется неоднородной трещиноватостью, тектоническими нарушениями, фильтрационной изменчивостью пород, гидравлической взаимосвязью с верхнечетвертичным аллювиальным горизонтом. Данный факт подтверждается разными гидрогеологическими параметрами, полученными в результате бурения и опробования четырех разведочно-эксплуатационных скважин, вскрывающих породы девона. Расстояние между скважинами варьируется в пределах 165-365 м (рисунок 1). После буровых работ в каждой скважине проводилась одиночная опытная пробная откачка (таблица 1). Из каждой скважины отбиралась проба воды на сокращенный химический анализ.

Таблица 1 - Результаты опробования разведочно-эксплуатационных скважин в долине р.Андасай

№ скв.	Уровень подземных вод, м	Дебит		Понижение, м	Удельный дебит*, $дм^3/с$
		$дм^3/с$	$м^3/сутки$		
6791	3,46	3,66	316,22	0,64	5,7
6792	2,23	2,24	193,5	0,6	3,73
6793	2,65	0,35	30,24	13,05	0,027
6794	2,95	0,5	43,2	13,53	0,037

**Удельный дебит скважины – количество воды, выдаваемое скважиной при откачке (в $дм^3/с$) при понижении уровня воды в ней на 1 м.*

Из приведенных данных видно, что для дальнейшей эксплуатации пригодны 2 скважины №№ 6791, 6792. В свою очередь скважины №№ 6793, 6794 являются малодебитными.

В скважинах №№ 6791, 6792 проведено две кустовые откачки, результаты которых отражены на рисунках 3, 4.

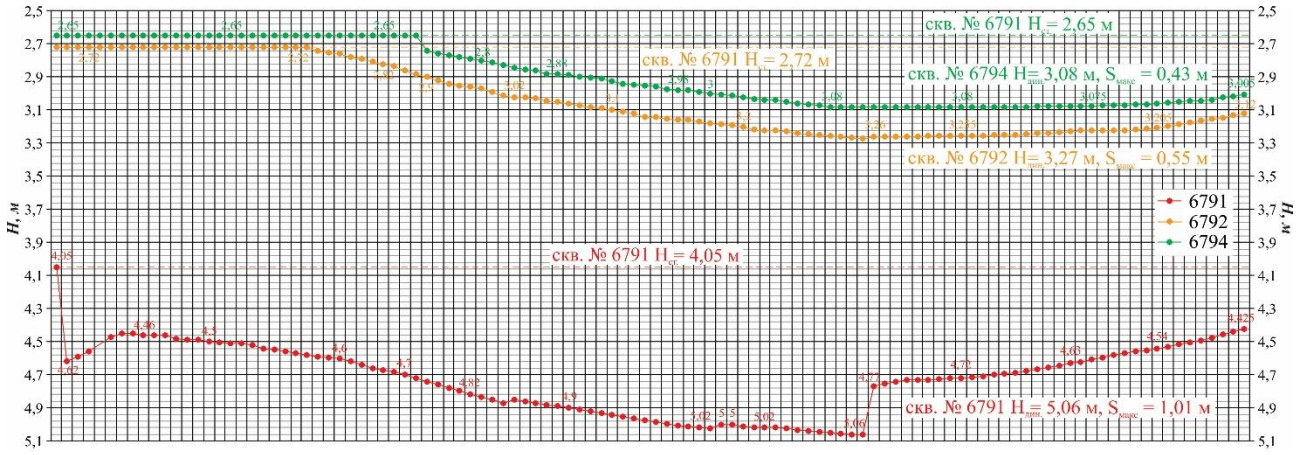


Рисунок 3 - График изменения динамического уровня воды в скважинах №№ 6791, 6792, 6794 во время и после проведения опытной кустовой откачки

Как видно из представленных графиков, воды горизонта взаимосвязаны, и на 6 часу откачки (рисунок 3) происходит влияние, вызванное возмущающей скважиной № 6791 в скважине № 6792 затем в скважине № 6794, что свидетельствует о гидравлической взаимосвязи трещиноватых пород девона и аллювиальных отложений верхнечетвертичного возраста.

Согласно методическим указаниям по поискам и разведке подземных вод на месторождениях 3-й группы сложности [4], когда коллектором являются трещиноватые породы, рекомендуется применять гидравлический метод оценки эксплуатационных запасов подземных вод. В дальнейшем на участке скважин №№ 6791, 6792 оценка запасов подземных вод будет выполняться гидродинамическим методом.

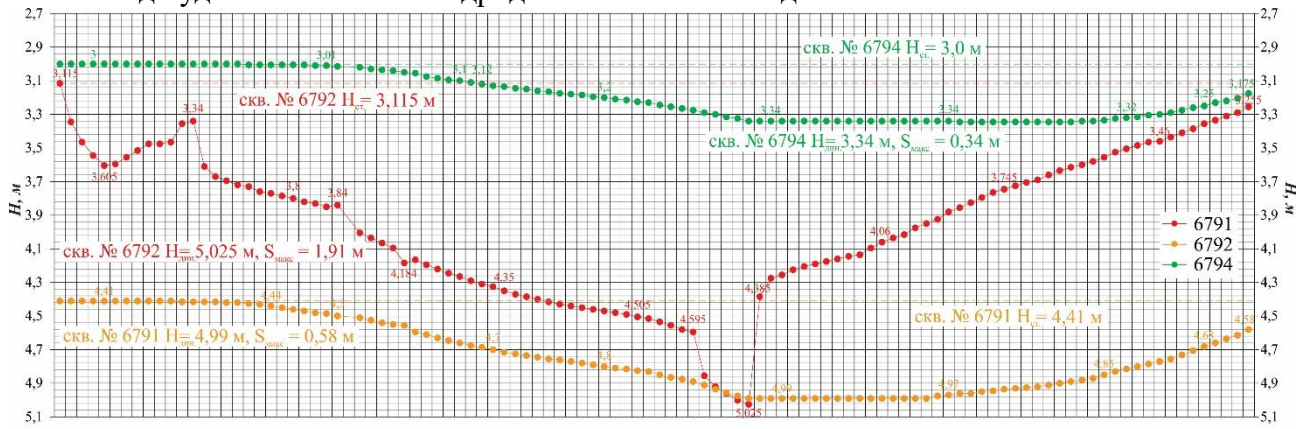


Рисунок 4 - График изменения динамического уровня воды в скважинах №№ 6792, 6791, 6794 во время и после проведения опытной кустовой откачки

Литературы:

1. Ибраимов В.М., Султанмуратов Р.С., Жукова Т.В. Проект на проведение разведки и оценки эксплуатационных запасов подземных вод для производственно-технического водоснабжения объектов Верхне-Андасайского месторождения ТОО «Khan Tau Minerals» в Мойынкумском районе Жамбылской области / ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR». - Алматы, 2018. – 76 с.

2. Пашканьян Л.Н. и др. Отчет по оценке эксплуатационных запасов дренажных вод рудника Бескемпір и Ақсақал для производственно-технического водоснабжения золотоизвлекательной фабрики АО «АК Алтыналмас» / Тау-Кен ЖК. - г. Павлодар, 2013 г.

3. Ваулин О.В. Жамбылская область. Золото. Справочник. Тараз-Бишкек: Издательство «РОКИЗОЛ», 2016. – 94 с.

4. Методические указания по применению классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод. – Алматы, 1997. – 14 с.

Т.В. Жукова, В.М. Ибраимов, Р.С. Султанмуратов

Жоғарғы Андасай алтын рудалы кен орнын техникалық сумен жабдықтау үшін жарықшақты жер асты суының пайдаланымдық қорын барлау ерекшеліктері

Түйіндеме. Жоғарғы Андасай алтын рудалы кен орнының аумағы Жамбыл облысы, Мойынқұм ауданына кіреді. Оның аумағында тұрақты жер үсті су көздері жоқ. Сондықтан Жоғарғы Андасай алтын рудалы кен орнын техникалық сумен жабдықтау үшін, кенорнында өңдеу жұмыстарын жүргізетін компания жер асты суларын іздеу мен барлау жұмыстарын жүргізуді шешті. Аймақта жоба бойынша [1] №№ 6791, 6792, 6793, 6794 болатын төрт барлау –пайдалану ұңғымалары бұрғыланған (сурет 1). Барлау аумағындағы сулы аймақтың девондық тау жыныстарының жарықшақтығы біркелкі емес жарықшақтықпен, тектоникалық бұзылыстар, тау жыныстардың фильтрациондық өзгергіштігі, жоғарғы төрттік аллювиальді горизонтпен гидравликалық байланысуымен сипатталады.

Ары қарай пайдалануға № 6791, № 6792 ұңғымалары жарамды.

Түйін сөздер: Жоғарғы Андасай алтын рудалы кен орны, техникалық су бөгеті, девондық тау жыныстардың ашық жарықшақтарының сулы аймағы, іздеу-барлау жұмыстары

T.V. Zhukova, V.M. Ibraimov, R.S. Sultanmuratov

Specialities of crack underwater supply's exploration for technical water supply of the Upper-Andasay gold ore field

Summary. Upper-Andasay gold ore field is a part of Moyynkumsky district of the Jambyl region. There are not any constant surface spring. The company exploiting the field decided to make a search and reconnoitre underground water for technical water supply.

There was drilled [1] four-exploration wells №№ 6791, 6792, 6793, 6794 (picture 1). The non-uniform jointing, tectonic violations, filtrational variability of breeds, and hydraulic interrelation with the Upper Quaternary alluvial horizon characterize the water-bearing zone of jointing of the Devonian breeds.

Wells №№ 6791, 6792 are serviceable for continued operation.

Keywords: Upper-Andasay gold ore field**,** technical water supply**,** the water-bearing zone of jointing of the Devonian breeds**,** search and reconnoitre works.

УДК 556.3:628.1(574.57)

Д.В. Ким[1], Г.С. Абдрасил[1]

Научный руководитель – Муртазин Е.Ж.[2], заместитель директора по науке, кандидат геолого-минералогических наук.

[1] Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

[2] Институт гидрогеологии и геоэкологии им. Ахмедсафина, Казахстан, г. Алматы

bellini1989@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ГОРНЯЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Аннотация. *Горняцкое месторождение подземных вод расположено по правому руслу р. Кора, выше города Текели, в Алматинской области. В период 2017-2018 гг. проведены работы по переоценке запасов подземных вод, в результате которых уточнены геологическое и структурно-тектоническое строение, гидрохимические и гидрогеологические особенности месторождения, обоснована методика подсчета запасов подземных вод и утверждены эксплуатационные запасы подземных вод в количестве 7000 м^3/сут, приведены рекомендации по освоению месторождения.*

Отмечены гидрохимические, гидрогеологические особенности Горняцкого месторождения подземных вод. Рассмотрены геологическое и структурно-тектоническое строение месторождения. Описаны результаты опытно-фильтрационных работ. Приведены разультаты интерпретации и основные заключения ранее выполненных работ.

Ключевые слова: *Горняцкое месторождение, Текели, протерозойские породы, трещиноватость, химический состав, сульфиды, эксплуатационные запасы*.

Подземные воды - важнейшее стратегическое сырье, наличие которого является определяющим фактором для социально-экономического развития государства. Традиционно эксплуатационные запасы подземных вод определяются исходя из заявленной потребности, увеличение которой говорит о развитии того или иного региона, определенного производства [2, 4].

Горняцкое месторождение подземных вод расположено по правому руслу р. Кора, выше города Текели в Алматинской области и условно оконтурено площадью 52,7 км^2. Впервые запасы месторождения были оценены в количестве 3888 м^3/сут на неограниченный срок эксплуатации в 1987 г. (Протокол ТКЗ № 537 от 30.06.1987 г.) [1, 3].

Необходимость переоценки запасов Горняцкого месторождения подземных вод была обусловлена несколькими факторами, самым важным из которых является увеличение потребности относительно ранее утвержденных запасов. Суммарная потребность в хозяйственно-питьевой воде для водоснабжения г.Текели составляет 7000 м^3/сут (81 дм^3/с).

Согласно схеме гидрогеологического районирования, территория описываемого района работ, относится к Тарбогатай-Джунгарскому (VIII-4) сложному бассейну безнапорных и напорных жильно-блоковых, корово-блоковых и пластовых вод I порядка, связанному с каледонской складчатой областью, в пределах Джунгаро-Тянь-Шанского региона (VIII) [1].

В районе месторождения выделяются 4 водоносных горизонта: водоносный современный аллювиальный горизонт (Q_{IV}), слабоводоносная зона трещиноватости девонских туфогенно-осадочных пород (D), слабоводоносная зона трещиноватости кембро-ордовикских терригенно-осадочных и метаморфических пород (ϵ_2–O_1), линейно-водоносная зона трещиноватости и карста среднерифейских терригенно-карбонатных и карбонатных пород (R_2).

Наиболее перспективной для централизованного водоснабжения г.Текели является линейно–водоносная зона трещиноватости и карста средне-рифейских карбонатных и терригенно-карбонатных пород. Водовмещающими отложениями являются неравномерно трещиноватые известняки, доломиты, в меньшей степени углисто-кремнистые сланцы, дайки гранитов и кварцевых порфир.

Наибольшее развитие из них получили известняки с преобладанием трещин напластования (по падению слоев) и тектонически секущие их на глубину до 270 м. Трещины выветривания распространены до глубины 80-100 м. Кавернозность и закарстованность известняков незначительная, обычно тяготеют к зонам разломов.

В различных по составу и степени метаморфизации сланцах развиты трещины выветривания, слоистости и напластования. Последние прослеживаются на глубинах до 100-150 м. Иногда углисто-кремнистые сланцы разбиты трещинами различного направления, в зонах разломов подроблены до состояния «сыпучки». Вне разломных зон они обладают водоупорными свойствами, т.е. служат кровлей для нижележащей обводненной толщи. Немаловажное гидрогеологическое значение имеют дайки гранитоидов, прорывающих терригенно-карбонатную толщу.

Таким образом, весь терригенно-карбонатный массив месторождения представляет собой трещинно-пористую среду с относительно однородными фильтрационными свойствами. Мощность водоносного горизонта определяется глубиной развития зоны активной трещиноватости, которая на месторождении по данным бурения и расходометрических исследований оконтурена до глубины 200 м (Рис. 1).

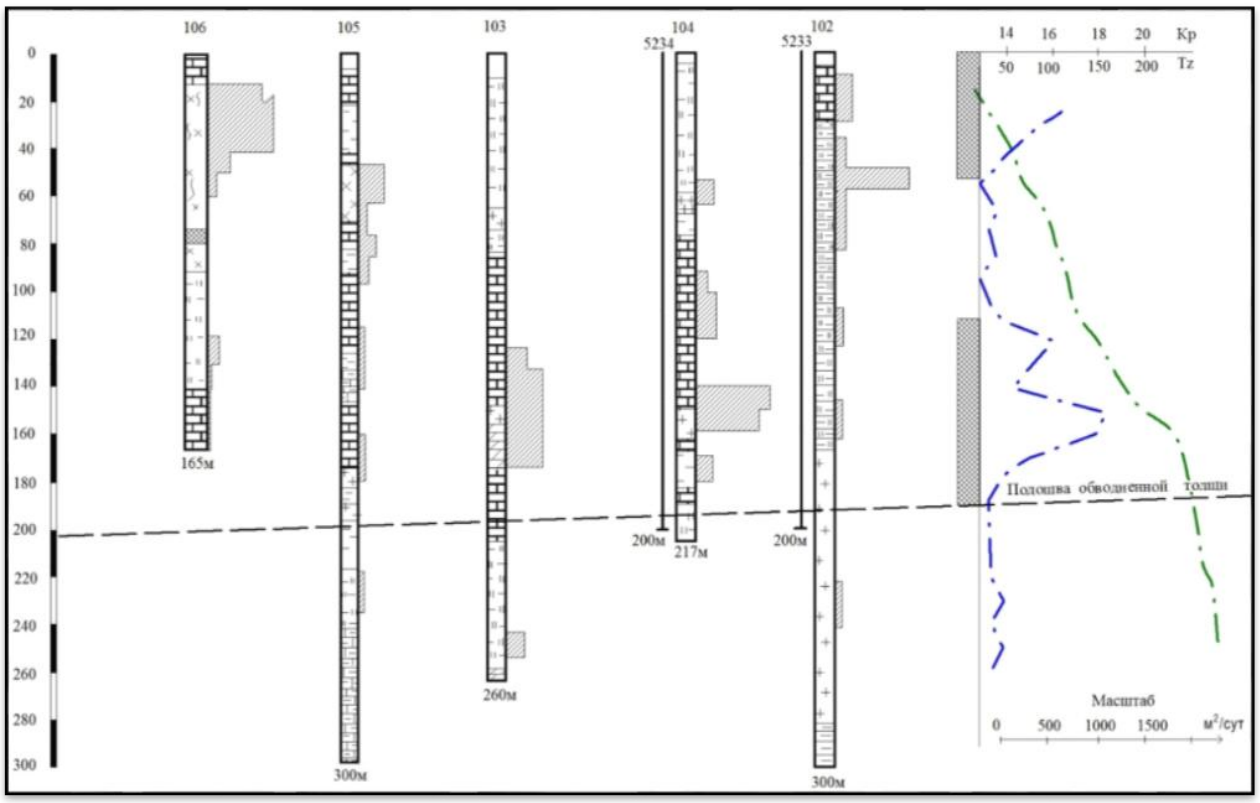


Рисунок 1 – Фильтрационная схема и интегральные характеристики водообильности пород

Особенностями Горняцкого месторождения подземных вод, является локальное полосообразное распространение водовмещающих пород, обладающих высокой тектонической раздробленностью, в толще которых как крупные тектонические зоны разломов, так и дайковые тела мелкозернистых плотных гранитов с мощностью более 100 м, служат водоразделами, разделяющими блоки с различной минерализацией подземных вод.

Ниже на рисунке 2 в северо-восточном углу схемы отчетливо выделяется отдельный блок, который не имеет взаимосвязи с остальным массивом, что установлено по результатам двухмесячной опытно-эксплуатационной откачки в 1986-1987 г.

Дебиты скважин, опробованных эрлифтом в 1983-1987 гг, колеблются от 6,45 (скв. 105) до 45 дм^3/с (скв. 104) при понижениях уровня воды соответственно на 9,6 и 47,44 м (Табл. 1). В то время как по состоянию на 2018 г. дебиты колеблются от 20,3 (скв. 5236, 5235, 5233) до 35,0 дм^3/с (скв. 5234) при понижениях уровня воды соответственно на 16,1 и 25,5 м соответственно.

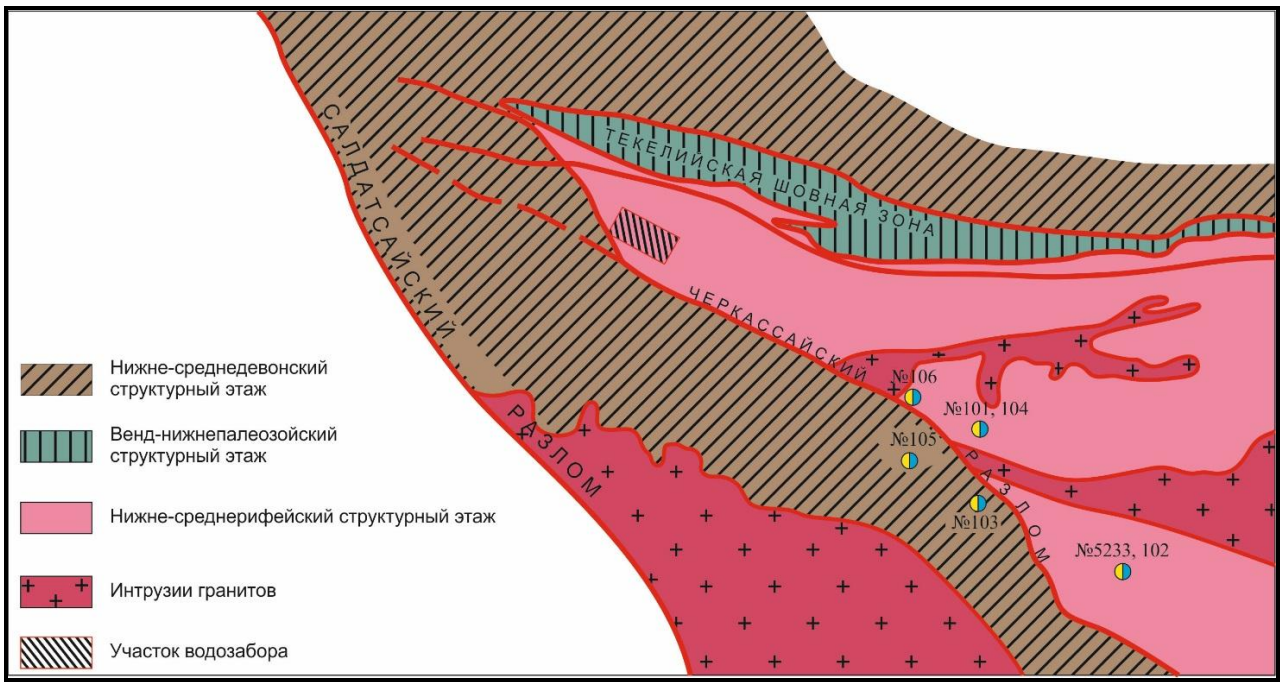


Рисунок 2 – Тектоническая схема Горняцкого месторождения подземных вод

Таблица 1 - Результаты опытно-эксплуатационной откачки при двух ступенях дебита 1986-1987 гг.

№№ п/п	Номер скважин	Расстояние до скважины 104, м.	Пьезомет-рический уровень, м.	Срезка уровня в наблюдательных скважинах при первой ступени дебита (45дм^3/с.) м.	Срезка уровня в наблюдательных скважинах при второй ступени дебита (35дм^3/с) м.
1	104	-	+17,0	47,44	36,82
2	101	6,1	+17,0	31,59	26,43
3	106	547,5	+4,77	17,50	13,45
4	105	586,3	22,31	3,99	3,33
5	103	585,7	3,10	не реагирует	не реагирует
6	102	984,6	+0,30	не реагирует	не реагирует

Довольно ощутимая разница в понижениях обуславливается затоплением горных выработок и как следствие восстановлением естественной гидродинамической обстановки района, в то время как в период разведки месторождения в ходе длительного шахтного водоотлива развилась депрессионная воронка размерами 3,5 км.

В процессе разведки Горняцкого МПВ в 1987 году в среднерифейских терригенно-карбонатных образования вскрыты пресные подземные воды с величиной сухого остатка в пределах 0,2-0,9 г/дм^3. Химический состав подземных вод в основном гидрокарбонатный кальциево-магниевый, иногда гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриево-магниевый.

В период проведения в 2018 году разведочных гидрогеологических исследований качество подземных вод изучалось по скважинам №№5333-5336. По всем скважинам вскрыты пресные подземные воды с величиной сухого остатка от 318 до 1000 мг/дм3. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые, иногда гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриево-магниевые.

За весь период наблюдений качество подземных вод соответствовало гигиеническим требованиям «Санитарных правил», утвержденных приказом Министра национальной экономики РК от 16 марта 2015 г. за №209.

Была проведена схематизация гидрогеологических условий Горняцкого месторождения и обоснована методика подсчета эксплуатационных запасов подземных вод, которые оценены и утверждены в количестве 7000 м^3/сут.

В тоже время не исключено в процессе длительной эксплуатации водозабора для водообеспечения г. Текели, подтягивание некондиционных подземных вод полиметаллических месторождений, состав которых за счет выщелачивания сульфидов становится гидрокарбонатно-сульфатным магниево-кальциевым с минерализацией до 1,8-2,1 г/дм^3. В дальнейшем требуется дополнительное изучение данного месторождения подземных вод путем построение математической модели для прогнозирования изменения качества подземных вод в процессе длительной эксплуатации.

Литературы:

1. Водные ресурсы Казахстана. Справочник. 2002.

2. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз и управление. Том VIII. Ресурсы подземных вод Казахстана. 2012.

3. Месторождения подземных вод Казахстана. Справочник. 1999.125.

4. Подземные воды Казахстана - стратегический ресурс водной безопасности страны. - Алматы, 2017. - 220 с.

Д.В. Ким, Г.С. Абдрасил

Горняцкое жерасты су қорының құрылымдық ерекшеліктері және гидрохимиялық аймақтары.

Горняцкое жерасты су қорының гидрохимиялық, гидрогеологиялық ерекшеліктері көрсетілген. Жерасты суы қорының геологиялық және құрылымдық-тектоникалық құрылымы қарастырылды. Тәжірибелік сүзілу жұмыстарының нәтижелері сипатталған. Түсіндірме нәтижелері мен бұрын жасалған жұмыстардың негізгі қорытындылары келтірілген.

Түйін сөздер: Горняцкое жерасты су қоры, Текелі, протерозой таужынысы, жарықшақтылық, химиялық құрам, сульфидтер.

D.V. Kim, G.S. Abdrassil

Structural features and hydrochemical zonality of the Gornyatsky underground water deposit.

The paper addresses the hydrochemical, hydrogeological features of the Gornyatsky underground water deposit. Geological and structural-tectonic structure of the field considered. The results of pilot filtration works are described. The interpretation results and the main conclusions of the previously performed works are given.

Key words: Gornyatsky deposit, Tekeli, Mid-Riphean rocks, fracturing, chemical composition, sulfides.

УДК 556.324 (574)

В. В. Кулагин, А.Т. Макыжанова, А.Е. Жакып, А.Т.Нуракын

Научный руководитель – Е.С.Ауелхан, ассоциированный профессор, кандидат технических наук.

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

altynai.zhakyp@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КАПШАГАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ПОДЗЕМНЫЙ ОТТОК ГРУНТОВЫХ ВОД С ШЕНГЕЛЬДИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

Аннотация. *В данной статье рассматривается критическая ситуация по Капшагайскому водохранилищу, которое обеспечивает питьевое водоснабжение города Капшагай, Шенгельдинский массив орошения и орошаемые земли Балкашского района, динамика уровня грунтовых вод за 2012-2017 гг., а также результаты наблюдений за уровенно-солевым режимом грунтовых вод на участке реконструкции.*

Ключевые слова. *Капшагайское водохранилище, река Иле, Шенгельдинский массив орошения, уровень грунтовых вод, гидрологический режим, вегетационный период, орошаемые земли, минерализация, поверхностный сток.*

В настоящее время сложилась критическая ситуация по Капшагайскому водохранилищу, которое обеспечивает питьевое водоснабжение города Капшагай, Шенгель-динский массив орошения и орошаемые земли Балкашского района площадью 27,6 тыс.га. Главной водной артерией бассейна озера Балкаш и Капшагайского водохранилища является река Иле. Бассейн реки Иле составляет 80% суммарного поверхностного стока озера Балкаш. Основная стокообразующая часть бассейна реки Иле расположена на территории КНР, где водосбор имеет достаточно развитую гидрографическую сеть.

Приток реки Иле полностью зависит от сопредельного государства. Дальнейший, постоянно увеличивающийся водозабор китайской стороной и ухудшение качества воды в реке может привести к экологической катастрофе в Балкаш-Алакольском бассейне. Так, уровень Капшагайского водохранилища в 2014 и 2017 годах году снижался до критической отметки и НПГ составлял474,82, а объем наполнения уменьшился до 13,33 кубокилометра (Фото 1).

Фото 1 - Современный вид Капшагайского водохранилища

За весь многолетний период наблюдений такого уменьшения стока не было. При сохранении данного режима работы водохранилища, когда уровень существенно отличается от проектного – 485 м, это осложняет работу ГЭС, создает много проблем в верхнем бьефе, нарушаются условия судоходства, работа водозаборных сооружений и освоение береговых территорий, и уже привел к проблемам подачи питьевого водоснабжения, работе Капшагайской ГЭС и насосных станций на Шенгельдинском массиве орошения (Фото 2,3). Для сравнения, в 2005 году НПГ составлял 477,4 при объеме наполнения в 16.34 кубокилометра при стоке 735 $м^3$/с и среднем расходе - 585 $м^3$.

В орографическом отношении район весьма разнообразен. На юге он ограничен Илейским Алатау, а на севере горами Чулак. Горы Чулак входят в описываемый район почти полностью. Абсолютные отметки колеблются от 618 м на западе и до 1131 м на востоке. Значительную часть района занимает широкая тектоническая Илейская впадина, выполненная комплексом кайнозойских отложений.

Фото 2 – механичекая очистка дамбы обвалования

Фото 3 - критический уровень воды в аванкамере насосной станции

Река Иле, являющаяся третьей по водоносности рекой Средней Азии, пересекает Илейскую впадину с востока на запад. Капшагайское водохранилище (КВ) создано в среднем течении р. Иле, в наиболее пониженной части Илейской впадины.

В настоящее время протяженность береговой линии Капшагайского водохранилища составляет 430 км, длина – 187 км, ширина – 15-20 км, площадь водного зеркала 1847 км 2.

С перекрытием р. Иле плотиной Капшагайской ГЭС резко изменились естественные условия Илейского бассейна. Сток всех боковых притоков р. Иле переведен в мелиоративно-энергетический график. Это создало серьезные экологические проблемы как на вновь созданных массивах орошения, так и в дельте р. Иле и оз. Балкаш.

Шенгельдинский массив орошения расположен в административных границах районного округа г. Капшагай Алматинской области, между степной и пустынной зонами, на северном побережье Капшагайского водохранилища.

В геоморфологическом отношении территория объекта относится к предгорной наклонной равнине. Поверхность участка в незначительной степени осложнена небольшими, с севера на юг понижениями с относительной глубиной не более 0,3-0,5 м. Территория имеет общий уклон (в пределах 0,007-0,01) в направлении к Капшагайскому водохранилищу.

Наклонная равнина сложена мощной толщей мезокайназойских пород, которая характеризуется дифференциацией обломочного материала по мере удаления от горных массивов, являющихся источником сноса.

В гидрогеологическом отношении территория относится к центральной части Илийского артезианского бассейна, в котором выделяются шесть гидрогеологических этажей

Уровенный режим грунтовых вод на орошаемых землях Шенгельдинского массива, тесно связан с режимом орошения, фильтрационными свойствами покровной толщи и зоны насыщения, естественной и искусственной дренированностью территории, а также, как показали наблюдения 2004-2017 годов, и с уровнем Капшагайского водохранилища, являющегося региональной областью разгрузки подземных вод.

Направление потока грунтовых вод, в основном, с северо-востока на юго-запад в сторону Капшагайского водохранилища, являющегося региональной областью разгрузки. Протекающая в северо-западной части участка и впадающая в Капшагайское водохранилище небольшая речка Шенгельдинка субмеридионального направления представляет собой местную область разгрузки подземных вод и обуславливает локальные изменения в движении грунтовых вод.

На положение УГВ заметное влияние оказал гидрологический режим Капшагайского водохранилища, от которого зависели колебания УГВ в течение вегетационного периода. В течение вегетации почти на всей территории отмечалось понижение УГВ, которое наибольших значений достигло в конце июня. Амплитуда спада УГВ с апреля до конца июня составила 0,3-3,05м. Только в скв. №№ 500 и 510, находящихся на северной и южной

границах участка, отмечался подъем УГВ, интенсивность которого увеличилась с началом водоподачи и максимальных значений достигла в конце августа, когда УГВ поднялись на 1,35 и 3,35м соответственно. С конца июля до конца августа практически по всем скважинам наблюдался второй подъем УГВ, амплитуда которого была немного больше весенней, что связано с инфильтрацией оросительных вод и подпором со стороны Капшагайского водохранилища. Глубина залегания УГВ в это время составляла 2,31-8,78м (Табл. 1).

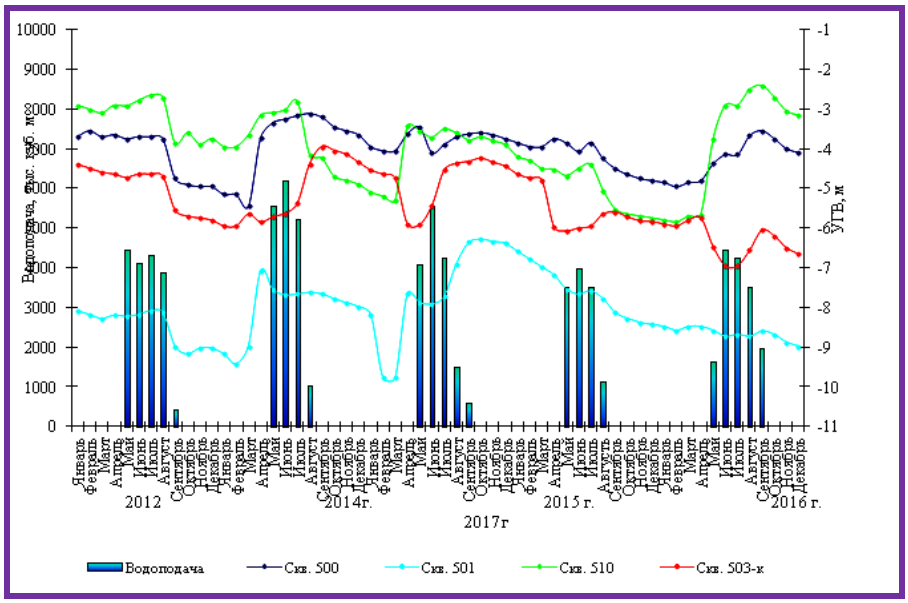


Рисунок 1 - Динамика УГВ за 2012-2017гг.

В межвегетационный период, с сентября по декабрь, происходит спад УГВ, который продолжается до конца года и достигает исходных значений с небольшими изменениями. На рисунке 1 отражена динамика уровенного режима в многолетнем разрезе. Так, на орошаемых землях, расположенных в северной, наиболее удаленной от уреза воды Капшагайского водохранилища, части объекта реконструкции, проявляется ирригационный тип режима грунтовых вод (скв.№ 501). Для него характерны наибольшая глубина залегания УГВ (8 и более м) в предполивной период, стабильный подъем с началом орошения за счет инфильтрации оросительных вод и относительно плавный спад в течение всего межвегетационного периода до начальных отметок. При этом, чем глубже залегали грунтовые воды, тем меньше отмечалась их амплитуда колебания в течение всего периода наблюдений.

На орошаемых землях, расположенных ближе к Капшагайскому водохранилищу, в южной части объекта, проявляется ирригационно-гидрологический режим грунтовых вод. Для него характерны наименьшая глубина УГВ в предполивной период (скв. № 510 – от 2,81 до 5,86м), наибольшие амплитуды подъема и спада УГВ за счет инфильтрации оросительных вод и подпора грунтовых вод со стороны водохранилища.

В многолетнем разрезе существенных изменений в положении УГВ не происходит. Колебания уровней зависят, в основном, от гидрологических условий года и объемов водоподачи. Лишь в скв. 503-к УГВ понизился за пятилетний срок наблюдений с 4,65м в 2012г. до 5,75м в 2016г.

По результатам наблюдений за уровенно-солевым режимом грунтовых вод на участке реконструкции построена карта гидроизогипс, глубин залегания и минерализации грунтовых вод на предвегетационный период (Рис. 2).

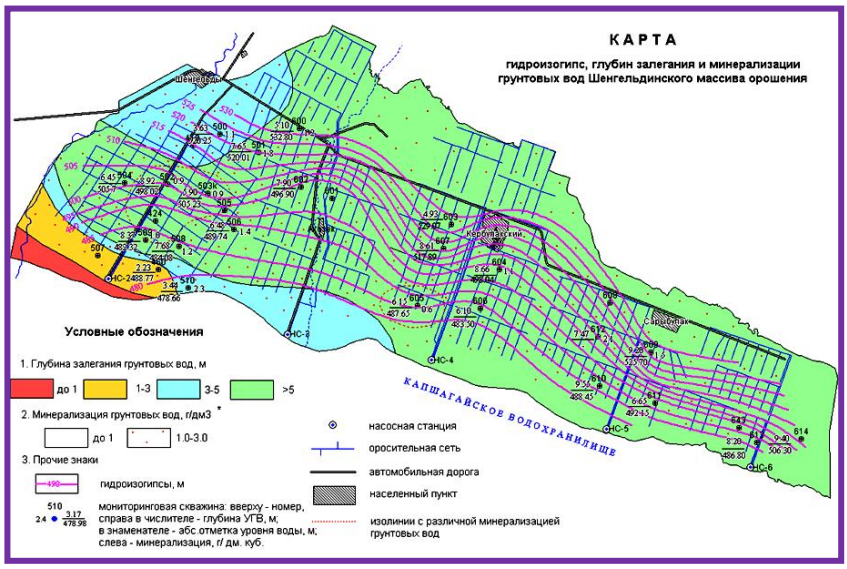


Рисунок 2 - Карта гидроизогипс, глубин залегания и минерализации грунтовых вод Шенгельдинского массива орошения

Выводы. Для Шенгельдинского массива характерен ирригационный тип режима грунтовых вод, при котором под воздействием орошения происходит повсеместный его подъем в вегетационный период и последующее интенсивное понижение за счет естественной дренированности территории в межвегетационный период, а также в результате наличия мощной региональной области разгрузки – Капшагайского водохранилища.

Формирование режима подземных вод определяется из балансовых соотношений приходных и расходных статей общей водной массы , которые дополнительно осложнены весьма значительной антропогенной нагрузкой на экосистему, связанную с орошаемым земледелием с высокой долей водопотребления.

В значительной степени зависит от гидрологического режима работы и НПГ Капшагайского водохранилища, определяющих величину вегетационных колебаний уровня грунтовых вод и их стока в область региональной разгрузки.

Литературы:

1. Бочевер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчетов. – М.: Недра, 1965. – С. 48-54.

2. Кулагин В.В., Шакибаев И.И., Муртазин Е.Ж. Методические указания по проведению мониторинга орошаемых земель Республики Казахстан. – Астана, 1998. – С. 2-12.

3. Отчеты по результатам мониторинга поверхностных, грунтовых, дренажных вод и почв на объекте ПУИД «Шенгельды» Алматинской области за 2013–2016 годы // Фонды РГУ ЗГГМЦ КВР МСХ.–Алматы.–С.4-24.

4. Завалей В.А., Калитов Д.К. Определение параметров водоносных горизонтов по результатам опытнофильтрационных работ: Учебное пособие для студентов специальностей 180440 – «Гидрогеология, инженерная геология и геоэкология», 050706 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», 451140 и 050805 – «Водные ресурсы и водопользование». – С. 16-54.

Кулагин В. В., А.Т. Макыжанова, Жақып А.Е., Нұрақын А.Т.
«Қапшағай су қоймасының Шеңгелді суару жүйесінен жер асты суларының ағып кетуіне әсері».

Бұл мақалада Қапшағай су қоймасының күрделі жағдайы, Балқаш ауданы мен Шыңгельді суармалы жерлері, 2012-2017 жылдарға жер асты суларының динамикасы, сондай-ақ жерасты суларының тұзды су режимін бақылау нәтижелері туралы ақпарат берілген.

Түйін сөздер. Қапшағай су қоймасы, Иле өзені, Шеңгелді суару жүйесі, жер асты суларының деңгейі, гидрологиялық режим, өсімдік кезеңі, суармалы жер, тұздылық, жер үсті ағыны.

Kulagin V.V., A.T. Makyzhanova, Zhakyp A.E., Nurakyn A.T.
«Influence of the Kapshagay reservoir on the groundwater outflow from the Shengeldy irrigation array".
This article discusses the critical situation of the Kapshagay reservoir, which provides drinking water for the city of Kapshagay, the Shengeldy irrigation array and irrigated lands of the Balkash district, the dynamics of the groundwater level for 2012-2017, as well as the results of observations of the salt-water regime of the groundwater at the site reconstruction.
Keywords. Kapshagay reservoir, Ile river, Shengeldy irrigation array, groundwater level, hydrological regime, vegeta-tion period, irrigated land, salinity, surface runoff.

УДК 551.435.627/.628

Ш.А.Кулбекова, М.М. Альжигитова
Ғылыми жетекші – М.Р. Заппаров, қауымдастырылған профессор, геология және минералогия ғылымдарының кандидаты
Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті
kulbekovasholpan@gmail.com

КҮНГЕЙ АЛАТАУЫНДАҒЫ ҚАУІПТІ СЫРҒЫМА АЙМАҒЫНЫҢ ТУЫНДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. *Мақалада Күнгей Алатауының Көлсай шатқалындағы сырғыма қауіпті аймақтың пайда болуының негізгі себептері қарастырылған. Көлсай сырғымасының жүруі мен оның дамуы барысының динамикалық сипаттамасына бағалау жүргізілді. Қауіп тудырған аймақтың жағдайына бақылаулар жүргізілді.*
Түйін сөздер: *сырғыма үдерісі, сырғыма қауіпті аймақ, сырғыма денесі, сырғыма жүру динамикасы, бақылау.*

Сырғыма және тау көшкіні құбылыстарының ауқымы бойынша Қазақстан ТМД елдерінің арасында ерекше орын алады. Сырғыма үдерістері Қазақстанның таулы аудандарындағы таралған аса қауіпті құбылыстардың бірі. Қазақстанда сырғыма процестері олардың жиі пайда болуына және кең аумақты қамтуына байланысты негізгі табиғи апаттың бірі болып табылады. Аса күшті концентрация Тянь-Шань тауының солтүстік бөлігінде, яғни Іле және Күнгей Алатауларында орын алады [1].

Бұл Қазақстанның физико-географиялық және геоморфологиялық шарттардың әртүрлілігімен, жер бедері мен табиғи ландшафтардың ауысуымен, қоңыржай континенті климатта болуымен, сондай-ақ геологиялық-құрылымның және гидрогеологиялық шарттардың күрделігімен, әртүрлі генезистегі қауіпті геологиялық үдерістердің кеңінен таралғандығымен сипат алады.

Сырғыма Қазақстанның тау жүйесінің барлық геоморфологиялық аймағына тән. Ол көбіне тау шатқалдарында, аласа таулар мен тау алды беткейлер, сондай-ақ орташа таулы аймақтарға тән.

Сырғыма (лай көшкіні) – табиғатта ең көп таралған таудың құлама беткейімен тау жыныстары массасының белгілі бір жылдамдықпен сырғуы[2].

Соңғы жылдары Қазақстанның таулы аудандарында сырғыма процестерінің белсенділігі табиғи және техногендік факторларға байланысты артуда. Былтырғы жылы Алматы облысы шегіндегі Күнгей Алатауында әртүрлі көлемдегі сырғымалардың ең көп саны анықталды. 2018 жылы сырғыма қалыптасуының қарқынды процестері Шелек өзенінің алаптарында байқалды. Шелек өзен алабының оң жақтағы шаткалдарда Ең үлкендердің бірі болып 19-сәуірдегі Шелек өзені алыбындағы Көлсай сырғымасы болды.

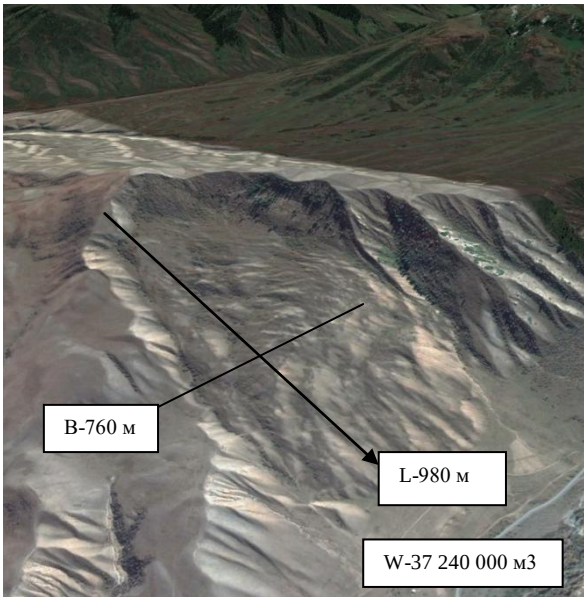
Зерттеудің мақсаты - сырғыма процесінің даму ерекшеліктерін анықтау және мониторингі.

Нақты қарастырып отырған нысанымыз Күнгей Алатауындағы Көлсай өзені алабында болған сырғыма. Жалпы айтканда, аймақтың жоғары сейсмикалық белдеуде жатуы, әсіресе климаттық, гидрологиялық және геоморфологиялық жағдайлармен ұштасуы, тау бөктерлерінің массивтік жылжуы мен сырғулары үшін алғышарттар жасай алуында.

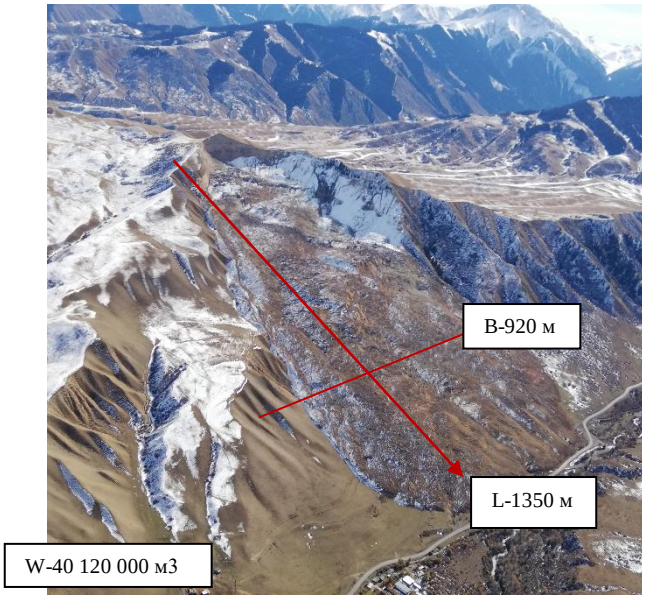
Қарастырылып отырған аймақтың мәліметтерін жете зерделей келе, 1889 жылы 12 шілдеде М-8,3 баллды құрайтын Шелек жер сілкінісі салдарынан тау беткейлердіне ірілі-кішілі ежелгі сырғыма және тау көшкін құбылыстары орын алған болатын [3]. Ал мұндағы эпицентр Сюгат даласында Көлсай сырғымасынан 40-45 км шығысында орын алды.

Көлсай өзенінің оң жақ беткейінің түзілімдері ежелгі террасстардан, делювиалды, элювиалды және жартылай плиоценді шөгінділерден түзілген, сопақша түріндегі жылжумен беткейде классикалық сырғыма құбылысы қалыптасты.

Ежелгі сырғыманың параметрлері тігінен ұзындығы 980 м, ені 760 м, орташа күші 50 м құрайды. Ал сырғыма денесінің жалпы көлемі 37 240 000 м^3. Оның жүру жолының ұзындығы 100-150 метр құрады (1-сурет). Сырғыма тілі Көлсай өзеніне дейін орташа есеппен алғанда 300 метрдей қашықтықта тоқтады.



1-сурет. Ежелгі сырғыма
(10.04.2010 ж)



2-сурет. Көлсай сырғымасы
(22.10.2018 ж)

Көлсай сырғымасының географиялық орналасу координаты - солтүстік ендікте 43° 2'28.62", батыс бойлықта 78°21'34.85", абсолюттік биіктісі 1950 метрлік Малабек шатқалындағы ежелгі сырғыманың қайта түзіліп жүруі болды.

Көлсай сырғымасының негізгі туындау себебі - ежелгі сырғыма ошағының қайта қозғалуы жер сілкінісінің дүмпулері нәтижесі мен гидрометеорологиялық, гидрогеологиялық факторларға немесе олардың кешенді әсерлеріне тәуелді болды. Бұл аймақта 2018 жыл басынан сәуір айына дейін 6 бірдей шағын балдық жер сілкіністері тіркелді, соңғысы болып 8 сәуір 22 сағат 12 минут кезінде қарқындылығы 3-4 балды құрайтын, гипоорталығы 10 км тереңдікте, ал эпицентрі Көлсай сырғымасының солтүстік-шығысынан 13,5 км орын алды . Сонымен қатар, аталған ауданда наурыз айында 34,5 мм жауын-шашын түсті, бұл нормадан 185 % құрады, ал сәуір айында 36 мм түсіп, айлық нормадан 110 % жоғарыны құрады. Тікелей ықпал еткен кешенді факторлардың нәтижесі қауіпті сырғыма аймағының туындауына алып келді [4].

Сырғыма классификациясы бойынша консеквенті типтегі көлемі 20 млн $м^3$ асатын аса ірі сырғымаға жатады. Сырғыма үдерісінің механизімі - деляпсивті сырғу (жылжу). Көлсай сырғымасы ауданында сейсмотектоникалық жағдай сырғыма жүру кезінде аномальды (қалыпсыз) сипатта болды. Бұл аумақ сырғыманың қалыптасуына мезозой және төрттік құрамдағы жыныстардан тұратын белсенді таутүзілуші аймаққа жатады. Миоцен, плиоцен және төртік шөгінділерден, ал негізгі сырғыма денесі әртүрлі генетикалық типтегі грунттардан, сырғыма денесінің жоғарғы бөлігі элювиядан сырғыманың төменіне қарай аллювиалды және делювиалды беткейлік шөгінділірден Көлсай өзеніне қарай ежелгі террасты болып келеді [2].

19 сәуірден 24 сәуірге дейін көрініс тапқан Көлсай сырғымасының жүру (жүру хронологиясы) кезіндегі сипат алған ерекшеліктерін жіктей келе:

Алғашында, жалпы аса ылғалданған сырғыма денесі мен сырғу жазықтығы, сондай-ақ сейсмикалық әсерден кейін беткей беріктілігі бұзылып сырғыма денесінің алғашқы жылжуы **19 сәуір** күні 10 сағат 55 минутта бастау алды.

Қозғалу ежелгі сырғу жазықтығы бойынша жүрді, яғни алғашында сырғыма деляпсивті типте көрініс алды. Сырғыма қозғалысы өте белсенді болып минутына 20-25 см-ге жүрді, ал орташа жылдамдығы сағатына 6,8 метрді құрады.

Сырғыма массасының құрылымы – баспалдақты немесе блок түрінде болды, бұл дегеніміз бір ошақ циркінен сырғыма массасының бірнеше толқынды, яғни опырылған масса өте қою болғандықтан, төменгі бөлігі 1-2 метр айқын сатылы орын алды. Үстіңгі блоктың қирауынан төменге қарай жылжудың нәтижесінде өзінің беріктілігін жоғалтып, қосымша импульсқа ие болады. Бұл дегеніміз деляпсивті типтен детрузивті түрге ауысумен жалғасты, яғни жоғарыдан келген масса-күш алдыңғы сырғыма денесін алға қарай итермеледі.

Сонымен ежелгі сырғыма ошағы өзінің орнықтылығын жоғалтып ары қарай белсенді жылжуына, оның үстіне жаңадан түскен сырғыма массасының ықпалы зор әсер етті. Қозғалыс күшіне ие болған сырғыма белсенділігін арттыруына ары қарай гравитациялық фактор – негізгі себеп бола алды. «Қазселденқорғау» ММ мәліметтері бойынша сырғыма жылдамдығын анықтау үшін сырғыма ені бойлай 15 өлшегіш белгілері орнатылып, әр бір сағат сайын жылдамдық көрсетіштері алынды.

20 сәуір күні сырғыма тілінің сырғу жылдамдығы 6^{00} –ден 10^{00} дейін 5 м/сағ құраса, 12 шамасы 4 м/сағ.дейін төмендеді, кешкі 16^{30} 2 м/сағ. дейін қарқындылығын бояулатты.

21 сәуірде сырғыма тілінің оңтүстік бөлігінің жүру белсенділігі байқалды. Таңғы 8^{00} –де жылдамдық 2,5 м/сағ. құрады. Бұл сырғыма массаның жылжу жылдамдығы, беткейдің, сайдың рельефтік еңістігіне байланысты сырғыма денесі жайылып жылдамдығы арта түсті. Сырғыма денесінің күші симметриясыз болғандықтан жалпы еңістікте оңтүстіктен солтүстікке қарай 10 нан – 55 метрге дейін қуаттылығы жоғарлады. Көлсай даласының жалпы еңістігі оңтүстіктен солтүстікке қарай $5\text{-}8^0$ құрайды. Жылжыған сырғыма денесі Саты ауылы -Көлсай көлдері автожолын басып, 6 электр бағанасын қиратты. Сырғама денесінің оңтүстік бөлігі Көлсай өзен жайылмасын басып өзен иірімін шығысқа қарай 5-10 метр бөгеді. Алайда өзен ағысы өзінің бұрыңғы ескі тура сызықтық арнасына қарай өз ағысын өзгертті. Ал, солтүстік бөлігі беткейдің рельефімен еңістіктің шамалы болуынан бүйірлік беткейге ығысылуынан 5 метрге дейінгі биіктікке көтерілді.

22 сәуірде орташа жылдамдық 1,5 м/сағ құраса, **23 сәуірде** сырғу жылдамдығы 15 см/сағ. құрады.

24 сәуір күні кешкі сағат 20^{00} сырғыма өз жылдамдығын толығымен тоқтатты.

Сондай-ақ аэровизуалды зерттеу нәтижесінде сырғыманың жоғарғы бөлігінде ірі жарықшақтар анықталды. Генезис бойынша бұл жарықшақтар сырғыма жүру нәтижесінде негізгі тіреуден айырылған топырақтың шөгуі болып табылды. Бұл блоктардың шағын көлемде болып құлауы, үлкен қауіп тудырмайды. Бұдан басқа, сырғыманың жоғарғы бөлігінде 200х120м құрайтын шұңқырлар пайда болған, және ол аспалы блоктарды қирауына алып келуі мүмкін. Сырғыма денесінің динамикалық сипаттамалары оның үлкен көлемі мен аса салмақтылығын көрсетті.

Сонымен, жүру ұзақтығы 5 күнге созылған Көлсай сырғымасының жалпы көлемі 40 120 000 $м^3$, ал салмағы 80 240 000 т құрады (2-сурет). Сырғыма жүру жолы 300-350 метрден астам болды. Зерттеле келе сырғыма денесі толығымен тұрақталып тоқтағаннан кейін, алдағы уақытта оның ары қарай қозғалып жүру ықтималдылығы аз, өйткені ол аңғар түбіне дейін жетіп өзінің барлық кинетикалық энергиясынан жоғалтты. Уакыт келе сырғыма денесіндегі жарықшақтар жауын-шашынмен тегістеледі деп болжануда.

Казселденқорғау мамандарының бақылау мәліметтерінен, 2018 жылдың қазан айындағы аэрошолу зерттеулері бойынша Көлсай сырғымасының жүру динамикасы байқалмады, сырғыма тілі тұрақты жағдайда. с.Саты-Көлсай көлдері арасына салынған автожолы үшін казылып тегістелген сырғыманың оңтүстік бөлік аймағында жылжу құбылыстары байқалмады. Қазіргі таңда Көлсай сырғымасының жалпы жағдайы тұрақты және қауіпсіз[4].

Қорыта келгенде, Көлсай сырғымасының туындауы - жалпы массивтің ылғалдылығы аса жоғары болмауынан, яғни бірнеше фактордың сәйкестенуі – жер сілкінісі - жер қыртысының сейсмогенді кернеулері, сейсмотектоникалық деформациялар, сейсмикалық жылдамдықтар және дірілдер тау массаларын алда орын алуы тиіс сырғыманың қалыптасуына дайындады және олардың орнықтылығын бұзды, сонымен қатар олардың тұрақтылығын түбегейлі өзгертіп одан ары жауын-шашын, топырақ-грунттың ішкі байланысының бұзылуы осы ірі жаңа сырғыма қауіпті аймақтың туындауына алып келді.

Әдебиеттер:

1. Казселезащита - оперативные меры до и после стихии / Т.А. Баймолдаев, В.Н. Виноходов - А.: Бастау,2007 – 11-15 б.

2. Опасные геологические процессы на территории Юго-Восточного Казахстана / С.Т. Мустафаев, В.А. Смоляр, Б.В. Буров - А.: Ғылым, 2008 – 63, 107-119 б.

3. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан / Гл. ред. А.Р. Медеу - Алматы, -39 б.

4. ҚР ІІМ ТЖК «Қазселденқорғау» ММ ақпараттық-мұрағат корынан

Ш.А.Кулбекова, М.М. Альжигитова

Особенности возникновения опасной оползневой зоны в Кунгей Алатау

Резюме. В данной статье рассмотрены основные причины возникновения оползнеопасной зоны в ущелье Кольсай в Кунгей Алатау. Проведена оценка динамических характеристик Кольсайского оползня и его развития. Проведены наблюдения за состоянием зоны риска.

Ключевые слова: оползневые процессы, оползнеопасная зона, оползневое тело , динамика скользящего движения, мониторинг.

Sh. A. Kulbekova, M.M. Aljigitova

Features of occurrence of dangerous landslide area in Kungei Alatau

Summary. This article describes the main causes of landslide danger area in the Kolsay gorge in Kungei Alatau. The estimation of dynamic characteristics of the Kolsay landslide and its development is carried out. The state of the hazard area was monitored.

Keywords: landslide processes, landslide area, landslide body, the dynamics of the sliding motion, monitoring.

УДК 55.556

Э.М. Кульдеева, К.С. Батырбекова
Ғылыми жетекші – Э.М. Кульдеева, лектор, доктор Phd
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті
Қазақстан, Алматы қаласы
ema_ntu@mail.ru

«ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ҚОРЛАРЫН ЖАСАНДЫ ТҮРДЕ ТОЛЫҚТЫРУ КЕЗІНДЕ АШЫҚ БАССЕЙНДЕРДЕ ИНФИЛЬТРАЦИЯНЫ НАТУРЛЫ ЗЕРТТЕУ» (ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР УЧАСКЕСІ МЫСАЛЫНДА)

Түйіндеме. *Жерасты сулары қорларын жасанды толтыру бөлігінде маңызды ролді атқаратын сулы горизонттардың далалық натурлы зерттеулері негізінде сүзілу процестерін зерттеу мен салмактық орын ауыстыру Оңтүстік-Шығыс Қазақстан аумағында ЖСҚЖТП репрезентативті телімдері мен барынша перспективті алаңдары бөлінді.*

Бағалауда аэрация белдемі таужыныстарының қалыңдығы мен литологиясының сипаттамалары, олардың суөткізгіштігі, гранулометрлік және сулы-тұзды құрамы, көпжылдық қимадағы жерасты суларының режимі, жерасты суларының негізгі қоректену және арылу көздері пайдаланылды.

Түйінді сөздер: *сулы горизонттарды зерттеу, жерасты сулары, қоректену, сумен қамтамасыз ету.*

Оңтүстік-Шығыс Қазақстан аумағында жабынды әлсіз су өткізбейтін шөгінділердің қуаты аз болған кезде жер бетінен бірінші су қабатының жер асты суларының қорларын толықтыру үшін ашық түрдегі жасанды толықтыру жүйелерінің инфильтрациялық құрылыстары неғұрлым тиімді болып табылады.

Біздің жағдайда ол сулы қабатта үлкен реттеуші сыйымдылық болған кезде ең орынды болуы мүмкін.

Жер асты сулары қорларын жасанды түрде толтырудың пайдалану жүйесі жоқ Оңтүстік – Шығыс Қазақстан жағдайында, зерттеулер Іле өзенінен және Балкаш көлі бассейнінің су жинау алаңынан кейін екінші орын алатын Қаратал өзені алабындағы ауылдық елді мекендерді ауыз сумен жабдықтау мәселесін шешу үшін неғұрлым перспективалы болып табылатын өңірде жүргізілді.

Бастапқыда, толық емес қанығу аймағында бассейннен суды инфильтрациялау процесінің математикалық моделін құрғанға дейін шағын бассейннің физикалық моделінде натурлы далалық зерттеулер жүргізілді.

Бұл үшін эксперименталды учаскенің орталығында төмендегі параметрлермен жобаланатын тәуліктік реттеудің инфильтрациялық бассейні кішірейтілген масштабта имитацияланатын шурф өткізілді және жабдықталды: салыну тереңдігі - 3,0 м табиғи еңістерімен және үстіңгі жағынан -1,5 х 3м өлшемдерімен.

Грунт суларының режимін қалыптастыруды зерттеу үшін шағын бассейннің негізінде оның шығыс еңістерінен 2,0 және 5,0 м қашықтықта екі уақытша бақылау ұңғымасы – пьезометр грунт суларының деңгейіне дейін бұрғыланды.

Шағын бассейннің Қаратал өзені арқылы толтырылуы шығын өлшегішпен жабдықталған сонымен қатар үнемі және автоматты түрде көлемі 12 $м^3$ цистернадан толтырылатын 2$м^3$ көлемді ыдыс арқылы жүргізілді.

Толық емес қанықпа аймағы арқылы сүзу ағынының бір өлшемді математикалық моделін құру үшін грунт суларының деңгейіне дейін жүргізілген натурлы зерттеулер нәтижесінде келесі параметрлер алынды:

- көлемді ылғалдылықтың бастапқы профилі (бассейнді су басар алдында);

- бассейндегі су бағанасының түбінен биіктігіне дейінгі өлшемі және оның уақыт өзгерісі;

- инфильтрацияға берілген судың жалпы көлемінің мәні және инфильтрация уақыты (басынан бастап аяқтауға дейінгі);

- тәжірибе аяқталғаннан кейін сулау тереңдігі;

- тәжірибе аяқталғаннан кейін көлемдік ылғалдылықтың профилі және уақыт бойынша көлемдік ылғалдылықтың аралық профилі.

Кейіннен көлемдік ылғалдылықтың қажетті натурлы сипаттамаларын алу үшін инфильтрациялық шағын бассейннің түбінен 10, 20, 60, 75 және 90 см тереңдіктегі топырақ қабаты бойынша сынама алу жүргізілді. Ылғалдылыққа сынамалар кезекті қабат ашылғаннан кейін бірден алынды.

Тәжірибе жүргізу барысында жер асты сулары деңгейінің ең жоғары тереңдігіне сүйене отырып, топырақ профильінің есептік қуаты 110 см болып қабылданды. Топырақ профилі шөгінділердің литологиялық тілігіне сәйкес екі учаскеге бөлінді. Бассейннің түбінен 12,5 см тереңдікке дейінгі бірінші учаске (жоғарғы) және құмшекпен ұсынылған және саздақ қабаттары бар ұсақ түйіршікті құмдармен ұсынылған төменгі учаске.

Литологиялық сипаттамаға сәйкес қанықпаған аймақта бір өлшемді сүзу ағынының процесін сипаттайтын сүзу, сыйымдылық және басқа да параметрлер берілген. Каталогқа сәйкес профильдің жоғарғы бөлігі 0,45 см/сағ (0,11 м/тәул), ал профильдің төменгі бөлігі тиісінше 4,42 см/сағ (1,06 м/тәул) тең толық қанығу жағдайында сүзу коэффициентімен сипатталды. Модельдің жоғарғы шекарасында жер қыртысының табанынан сантиметрмен шағын бассейндегі су бағанасы биіктігінің өзгеруіне сәйкес келетін уақыт бойынша өзгермелі арын қойылды. Осылайша, жоғарғы шекарадағы бастапқы арын (модельдеудің бастапқы уақыты, Т = 0) 310 см тең болды. Сонымен қатар топырақ профилі табанының үстіндегі грунт сулары деңгейінің биіктігіне сәйкес келетін, модельдің төменгі шекарасында уақыт өзгермелі арын берілген. Осылайша, төменгі шекарадағы бастапқы арын (модельдеудің бастапқы уақыты, Т = 0) 20 см тең болды.

Нәтижелерді жазу интервалдары тәжірибе жүргізу кезінде орындалған өлшеу уақытына сәйкес таңдалды. Топырақ профиліндегі бақылау тораптары сынама алу тереңдігіне сәйкес келеді және 10, 20, 60, 75, 90 см тереңдіктерде қойылды. Модельдегі уақыт сағаттарда қойылды. Модельдегі соңғы уақыт 86 сағатты құрады (1-кесте).

1 Кесте – Инфильтрациялық шағын бассейннің физикалық моделінде тәжірибе жүргізу кезінде профилі бойынша көлемдік ылғалдылық шамасының натурлы мәндері, бірлік үлесі

Шағын бассейн түбінен сынама алу тереңдігі, см	Тәжірибе алдындағы бастапқы ылғалдылық, бірлік үлесі	Толық қанығу кезеңіне дейінгі көлемдік ылғалдылықтың мәні, бірлік үлесі					50-52 сағаттан кейін толық қанығу уақытына
		6 сағаттан кейін	16 сағаттан кейін	40 сағаттан кейін	64 сағаттан кейін	86 сағаттан кейін	
310	0,22	0,29	0,32	0,52	0,52	0,58	0,54
320	0,25	0,31	0,36	0,47	0,55	0,57	0,50
360	0,31	0,36	0,42	0,48	0,53	0,55	0,52
375	0,35	0,38	0,46	0,49	0,52	0,55	0,52
390	0,38	0,39	0,48	0,50	0,53	0,55	0,52

Тұрақты сулы горизонттың бетінен жоғарғы жер асты суларының инфильтрациялық қоректену шамасын бағалау және инфильтрациялық бассейннің астындағы толық емес қанығу аймағында суды сүзу процесін зерттеу бірнеше кезеңде жүргізілді. Бірінші кезеңде үлгінің гидрофизикалық параметрлерінің қаныққан күйдегі топырақты сүзу коэффициенттерінің шамасы бойынша әртүрлі үйлесімдері іріктелді.

Гидрофизикалық параметрлердің белгілі бір үйлесімдерінде есептеу процесінің конвергенциясының (жинақтылығының) болмауы байқалды. Екінші кезеңде түпкілікті есептер орындалды, топырақтың гидрофизикалық параметрлері және қанықпаған аймақтағы су ағынының теңгерімдік құрамдастары талданды. Фильтрациялық ағынның көлемді құрамдастарын есептеу үшін инфильтрациялық шағын бассейннің түбінің ауданы 3,9 $м^2$-ге тең деп алынды.

Инфильтрацияның бастапқы кезеңінде, бассейндегі су бағанасы 200 см тең болған кезде, жоғарғы бөлігі мен топырақ профилінің табаны арасындағы және гидродинамикалық градиент төменге бағытталған арынның елеулі айырмашылығымен негізделген бассейннен судың қарқынды инфильтрациясы байқалады. Бұл арынның айырмашылығы бассейндегі су бағанының төмендеуіне байланысты біртіндеп қысқарады. Бассейнді толық құрғатқаннан кейін (тәжірибе басталған уақыттан 60 сағаттан кейін) жоғары бағытталған гидродинамикалық градиент пайда болады және сулы горизонт толық емес қанығу аймағына (соратын қысымның әсері) су бере бастайды.

Сулы горизонтқа шағын бассейннен инфильтрация басталғаннан кейін 86 сағат ішінде түскен су көлемі 7,53 $м^3$ құрады. Бұл ретте инфильтрация үшін шағын бассейнге айдалған судың жалпы көлемі 7,8 $м^3$ құрады. Осылайша, шағын бассейнге айдалған судың жалпы көлемінің 96,5%-ы топырақ профилі арқылы қыртысты және сулы горизонтты толықтырды.

Осылайша, шағын бассейннің физикалық моделінің эксперименталды учаскесінде сүзу процестерінің ерекшеліктеріне жүргізілген натурлы зерттеулер инфильтрациялық бассейннің түбінің астындағы толық емес қанығу аймағында ылғалдың бір өлшемді сандық моделін жасауға мүмкіндік берді. Шағын бассейннің физикалық моделінде және инфильтрациялық бассейннің түбінің астындағы толық қанықпаған аймақта ылғалды сорудың бір өлшемді математикалық моделінде жүргізілген натурлы зерттеулердің нәтижелері:

1. Қаратал эксперименталды учаскесінің шарттары үшін осы процесті сипаттайтын негізгі параметрлерді зерттеу. Гидродинамикалық қысымның өзгеруі және тәжірибелік инфильтрациялық шағын бассейннің астындағы топырақ профилінің көлемдік ылғалдылығы зерттелді және сандық бағаланды. Топырақ профилін түзетін топырақтың маңызды гидрофизикалық функциялары болып табылатын ылғалдылықтың және гидростатикалық арынға қанығу коэффициентінің тәуелділігіне бағалау алынды;

2. Теңгерімдік құрамдастардың есебін орындау және топырақ профилінің қанықпаған аймағына және инфильтрациялық шағын бассейннің астындағы төселетін сулы қабатқа түсетін су көлеміне баға беру. Сулы горизонтқа оралған су ағынының шығынын сипаттау, сондай-ақ жасалған үлгінің дәлдігі мен дұрыстығын бағалау;

3. Жер асты суларының қорларын одан әрі пайдалану мақсатында жасанды толтыру үшін жерүсті инфильтрациялық бассейндерді пайдаланудың жоғары тиімділігін көрсету.

Әдебиеттер:

1. Антоненко В.Н. Оңтүстік-Шығыс Қазақстандағы жер асты суларын сақтау перспективалары // «Су ресурстары, судың сапасы, мониторинг, суды пайдалану және қорғау» халықаралық конференциясының баяндамасы: - Алматы, 2008. - 152-155 бет.

2. Антоненко В.Н., Кулдеев Е.И. Жерасты суларын жасанды толтыру процесін зерттеу // Мат. В.И.Хайнин, Мәскеу мемлекеттік университетінің жадына арналған халықаралық конференция. - М., 2011. - 105-112 бет.

3. Антоненко В.Н., Кулдеев Э.И. Жер асты суларын сақтау ерекшеліктері. XXI ғасырдағы геология // Халықаралық ғылыми еңбектері. ғыл.практ.конф. «Сәтбаевтың оқуы». - Алматы, 2011. - 35-40 бет

4. Антоненко В.Н., Кулдеев Э.И., Тынбаев М.М. Жер асты суларын сақтаудың гидрогеологиялық негіздері. // ҚазҰТУ хабаршысы. - Алматы, 2012. - №3 .. -145-148 бет

Э.М. Кульдеева., К.С.Батырбекова

«Натурные исследования инфильтрации в открытых бассейнах при искусственном восполнении запасов подземных вод»

(на примере участка экспериментальных исследований в Юго-Восточном Казахстане)

Резюме. На основе полевых натурных исследований водоносных горизонтов, играющих приоритетную роль в части искусственного восполнения запасов подземных вод, изучения процессов фильтрации и массопереноса выделены наиболее перспективные зоны и репрезентативные участки ИВЗПВ на территории Юго-Восточного Казахстана.

При оценке использованы характеристики литологии и мощности пород зоны аэрации, их водопроницаемости, гранулометрический и водно-солевой состав, режим подземных вод в многолетнем разрезе, основные источники питания подземных вод и их разгрузки.

Ключевые слова: исследований водоносных горизонтов, подземные воды, питания, водоснабжения.

Kuldeyeva E.M., Batyrbekova K.S

"Full-scale studies of infiltration in outdoor pools with artificial replenishment of groundwater»

(on the example of the experimental research area in South-East Kazakhstan)

Summary: Based on field studies of aquifers, which play primary role in the part of groundwater artificial replenishment, studying the filtration processes and transport for the most perspective areas and representative areas of artificial replenishment on the territory of South-Eastern Kazakhstan.

In evaluating the use of characteristics of lithology and thickness of the sediments of aeration zone, their permeability, grain and fluid and electrolyte composition, groundwater regime in the long-term section, the main sources of groundwater recharge and discharge.

Key words: studies of aquifers, groundwater, feeding, water supply.

УДК 552.5 (574)

Г.Е.Кулумбетова

Научный руководитель – Г.Ж. Жолтаев доктор геолого-минералогических наук, профессор

Национальный Научно-Исследовательский Технический Университет им. К. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

Институт геологии и нефтегазового дела им. К.Турысова, Казахстан, г. Алматы

gkulum@gmail.com

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩ НИЖНЕГО КАРБОНА ВОСТОЧНОГО БОРТА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Аннотация. *К карбонатным подсолевым отложениям восточного борта Прикаспийской впадины приурочена добыча нефти и газа крупных месторождений, но в то же время, терригенные отложения играют важную роль в формировании и развитии залежей углеводородов. На некоторых месторождениях восточного борта Прикаспийского бассейна к терригенным отложениям приурочены продуктивные нефтегазоносные коллектора. На других месторождениях, где коллекторами выступают карбонатные породы, терригенные отложения играют роль покрышек, без которых скопление углеводородов было бы невозможным. В статье представлены литологическая характеристика с условия осадконакопления терригенных нижнекарбоновых отложений восточного борта Прикаспийской впадины. Включено описание трех разных фациальных зон. Детальное изучение особенностей терригенных пород является важной задачей при постановке геологоразведочных работ и выбора точек бурения разведочных скважин.*

Ключевые слова: *терригенные породы, подсолевые отложения, коллектора, пористость, нефтегазоносность.*

Толща включает в себя турнейский и большую часть визейского яруса за исключением самой верхней его части, сложенной карбонатами. Накопление ее в юго-восточной части **территории и в зоне** Урала началось с позднего девона. Формирование нижнекарбоновых терригенных отложений происходило в период значительной тектонической активности прибрежной суши в условиях относительной близости питающих источников. Источниками сноса обломочного материала многие считают наиболее приподнятые выступы внутренних частей Уральской геосинклинали и Мугалжарского антиклинория, а также центральные районы Южно-Эмбенского поднятия. Отложение осадков происходило при длительном и интенсивном опускании района седиментации в горно-прибрежных, прибрежных, мелководно-морских и морских условиях

Коллекторские свойства пород нижнего карбона изучены в основном по визейскому ярусу. В нижнем визе в горно-прибрежных и прибрежно-морских обстановках с большим поступлением материала происходило быстрое накопление и захоронение минералогически и структурно незрелых осадков, в результате чего образовались граувакковые, субграувакковые и полимиктовые песчаники. Все эти разности песчаников обладают крайне низкой пористостью и не являются коллекторами.

В позднем визе в условиях мелководного шельфа периодически возникали обстановки с достаточно высоким энергетическим уровнем, где накапливались структурно и минералогически более зрелые осадки. Среди данных осадочных терригенных пород достаточно много пористо-проницаемых разностей. Осадочные породы представлены серыми со слегка буроватым оттенком, массивными, крепкими песчаниками. Цемент песчаников по типу контактовый, пленочно-поровый, неполно-поровый. Цементирующего первично-осажденного материала очень мало. Это, в основном, глинистый цемент в количестве 2-8 %. Первично осажденный карбонатный цемент наблюдается еще реже и в меньшем количестве. При очень низком содержании карбонатного цемента пористо-проницаемые песчаники иногда слабо цементируются глинистым цементом, рассыпаются на мелкие кусочки, легко растираются пальцами. Однако, большинство песчаников даже при низком содержании цемента являются крепкими; крепкую цементацию им обеспечивают ионформно-инкорпорационные структуры, создаваемые на контактах между обломочными зернами. Формирование их связано с процессами растворения обломочных зерен на контактах друг с другом в связи с уплотнением под давлением на больших глубинах. Таким образом, указанный выше состав обломочных зерен способствовал образованию каемок регенерации вокруг кварцевых и палевошпатовых зерен и созданию прочных сливных контактов между зернами, способных противостоять воздействую давления и тем самым препятствовать уменьшению объема пор.

Фациальная зона гравийно-галечных и песчано-глинистых отложений горно-прибрежного генезиса выделяется в пределах внешней миогеосинклинальной зоны погребенных герцинид и на юго-восточной периферии Прикаспийской впадины, где она протягивается узкой полосой вдоль восточного борта впадины, несколько расширяясь на Восточно-Торткольском участке.

Турнейские отложения Западного Примугалжарья вскрыты в основном глубокими скважинами на Изембетской площади. На юго-восточной периферии Прикаспийской впадины турнейский ярус вскрыт скважиной П-1 Терескен. Отложения яруса мощностью 1206 м представлены двумя толщами: нижней - аргиллитово-алевролитово-песчаной с гравийными пропластками и верхней - песчано-аргиллитовой.

Визейские отложения в описываемой фациальной зоне изучены в Западном Примугалжарье. Они вскрыты скважинами на площадях Кокпектинская, Изсмбетская. Вскрытые скважиной П-33 Изембет в интервале 140-1488 м визейские отложения с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на магматических и метаморфических отложениях среднего девона. Разрез визейского яруса выполнен переслаиванием граувакковых песчаников, алевролитов, глин. Нижневизейский разрез, включающий в себя радаевский и бобриковский горизонты, в скв. П-1 Терескен представляет собой единую

аргиллитово-песчаную пачку с довольно однообразным чередованием обломочных и глинистых пород. Северо-западнее, в разрезе скв. Г-2 В.Торткоть выделяются три литологические пачки: нижняя -аргиллитово-песчаная, средняя - преимущественно глинистая и верхняя - аргиллитово-песчаная. Наиболее типичными обломочными породами нижнего визе являются сероцветные граувакковые песчаники. В верхнем визе наблюдается постепенный переход от граувакк к субграуваккам и полимиктовым песчаникам. Полимиктовые песчаники с карбонатным цементом обладают плохой и средней сортировкой обломочного материала.

Формирование отложений в описываемой литолого-фациальной зоне происходило в горно-прибрежных и прибрежно-морских условиях при длительном погружении территории.

Фациальная зона гравелитово-песчано-аргиллитовых сероцветных отложений прибрежного и мелководно-морского генезиса по мере продвижения на запад и северо-запад отложения начинает менять свой облик и постепенно по латерали сменяется преимущественно песчаными и глинистыми платформенными прибрежно-морскими и мелководно-морскими отложениями. Эта фациальная зона охватывает часть Жанажол-Вост. Торткольской, Лактыбайскую и Жаркамысскую зоны. Турнейские отложения не вскрыты или отсутствуют (скв. Г-5 Вост. Акжар). Визейские отложения вскрыты большим количеством скважин. Наиболее полный разрез представлен в скважинах П Г С - 1 Кожасай, Г-16 Лакгыбай, Г-5 Жанатан, Г-5 Вост. Акжар, где вскрыты нижневизейские отложения в составе радаевского и бобриковского горизонтов и верхневизейские отложения в составе тульского, алексинского, михайловского горизонтов. Большинством скважин вскрыта лишь верхневизейская часть разреза. В разрезе вскрытой части радаевского горизонта П Г С - 1 выделяются две литологические пачки: нижняя аргиллитово-песчаная, представляющая собой тонкое переслаивание песчаников и авлеврлитов с глинистыми породами, и верхняя – преимущественно аргилитовая, где прослои обломочных **пород** значительно сокращены. Для бобриковского горизонта характерно **довольно однородное** ритмичное строение, выражающееся в **чередовании** глинистых и обломочных, преимущественно **алевропесчаных пород. В** составе верхневизейского подъяруса **выделены тульский** горизонт и не расчлененные отложения **алексинекого** и михайловскою горизонтов, которыми заканчивается терригенная формация нижнего карбона на рассматриваемой территории. Тульский горизонт по составу отложений **мало** отличается от нижележащего бобриковского. В **его** строении принимают почти равное участие глинистые и обломочные **породы.** Для пород тульского горизонта характерно некоторое повышение **их** карбонатностй, за счет увеличения содержания обломков карбонатных пород, остатков органики, а также более частой встречаемости кальцитового эпигенетического порово-коррозионного цемента.

В зоне распространения Лактыбайскою типа разреза, где многими **скважинами** алексинско-михайловский разрез вскрыт **полностью, он пред**ставлен чередованием песчаных пачек толщиной **от 3040 м до 70 м,** содержащих прослои аргиллитов толщиной до 1-10 мм и гравелитов толщиной 50-80 мм, с преимущественно глинистыми пачками примерно такой **же мощности.** В тульском горизонте основная часть песчаников и алевролитов принадлежит к субграуваккам, а в алексинско-михайловских отложениях в основном развиты полимиктовые песчаники.

Во многих интервалах развития песчаных пород в алексинско-михайловских отложениях появляются песчаники. По составу эти породы можно отнести к кремневым или кварц-кремневым аренитам. При низком содержании эпигенетического кальцитового цемента песчаники являются коллекторами. Именно с такими породами связаны Лактыбайская и другие залежи УВ в Лактыбайской зоне.

В Жаркамысской зоне верхневизейский подъярус на разную толщину вскрыт многими скважинами. При этом несколько скважин полностью прошли алексинско-михайловские отложения и частично – тульский горизонт, но лишь скважиной Г-5 Вост. Акжар полностью пройден весь верхневизейский подъярус (325 м). Структурно-минералогическая

характеристика песчано-алевритовых пород алексинско-михайловских отложений такая же, как и в разрезах Лактыбайского типа. Здесь наиболее развиты плотные полимиктовые песчаники. В этой зоне неповсеместно терригенная формация заканчивается пачкой пород серпуховского яруса, в которой, кроме алевролитов, песчаников и глин, присутствуют также карбонатные прослои. Как показало изучение визейских отложений, в пределах выделенной зоны прибрежно-морской и мелководно-морской седиментации осадки нижнего и верхнего визе отличаются в фациальном отношении. Нижневизейские осадки содержат больше пластов обломочных пород, чем верхневизейские, и, наоборот, верхневизейская часть разреза является более глинистой. Для нижнего визе более свойственен прибрежный характер седиментации. Участки высокоэнергетичных осадков сменялись участками, заполняемыми осадками низкой энергии, особенно в конце осадочных циклов (горизонтов), когда поступление обломочного материала ослабевало. В верхнем визе разрез теряет свою относительную однородность: пачки преимущественно песчаных пород в нем чередуются с преимущественно глинистыми. Начиная с низов верхнего визе, в обломочных породах присутствует известняковая органика. Вместо граувакки появляются, а затем начинают преобладать полимиктовые песчаники с карбонатным цементом, а также минералогически и структурно более зрелые шельфовые песчаники кварц-кремниевого состава. На удалённые участки мелководного шельфа Жаркамысской зоны (В.Акжар, Курсай) в поздневизейское время доходили преимущественно наиболее тонкие осадки - тонкие пески, алевриты, глины**.**

Выделенные **две** литолого-фациальные зоны рассмотрены на основании литологического изучения, полученного при изучении кернового материала. На север от Жаркамысского свода по мере удаления от юго-восточного источника сноса, терригенный визейский разрез западнее Темирского свода будет содержать меньшее количество грубого обломочного материала и большее количество мелкопесчаной и алевритовой при преобладании глинистых пород. На участке Темирского свода в разрезах пробуренных скважин турнейские нижневизейские отложения отсутствуют, верхне-визейские (возможно, неполностью) представлены в мелководно-карбонатных фациях.

Фациальная зона карбонатно-песчаниково-аргиллитовых отложений морского генезиса условно выделяется в пределах Актюбинско-Остансукской зоны. Визейская терригенная толща, глубоко погружена и характеризуется крайне низкой степенью изученности. Литологический состав этих отложений можно только предположить исходя из состава отложений на сопредельных территориях.

Литературы:

1. Жолтаев Г.Ж. Геодинамическая модель Прикаспийской синеклизы в палеозое // Геология Казахстана. – 1996. – №5. – С. 41-53.

2. Жолтаев Г.Ж. Нефтегазоносные бассейны Казахстана с позиции плитной тектоники // Глубинное строение и металлогения Казахстана. – Алматы, 1997 – С. 71 – 79.

3. Замаренов А.К. Средний и верхний палеозой восточного и юго-восточного обрамления Прикаспийской впадины. – Ленинград, 1970 – С. 172.

4. Замаренов А.К., Шебалдина М.Г. и др. Формационный анализ подсолевых палеозойских отложений Прикаспийской впадины – основа для регионального прогноза коллекторов // Коллекторские свойства пород на больших глубинах. – М.: Наука, 1985

5. Кан В.П., Танкибаев М.А., Ли В.Ч., Булекбаев З.Е. и др. Новые данные о геологическом строении палеозойских отложений восточной окраины Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. – 1989. – № 2

6. Кирюхин Л.Г., Федоров Д.Л. Особенности формирования и размещения залежей нефти и газа в подсолевых отложениях Прикаспийской впадины (ред.). – М.: Недра, 1988

7. Яковлев А.В., Валеева О.И., Шкондина Н.М., Попкова Н.В. Обосновать фильтрационно-емкостные параметры коллекторов продуктивных горизонтов подсолевого палеозоя для использования их при подсчете запасов углеводородов месторождений

восточной части Прикаспийской впадины // Отчет АО КазНИГРИ/ – Актюбинск, 1992. – С. 109.

Г.Е. Кулумбетова

Каспий маңы ойпатының шығыс бөлігінің төменгі карбондағы терригендік қалың қабаттағы шөгіндінің жиналу тәсілдері мен литологиялық құрамы.

Резюме. Каспий маңы ойпатының шығыс жиегіндегі карбонатты тұз асты түзілімдерімен мұнай және газ өндіретін ірі кен орындарының ұштасуы бәріне мәлім, бірақ сонымен қатар көмірсутегі шоғырларының қалыптасуы мен жетілуіне терригендік түзілімдер де маңызды рөл атқарады. Каспий маңы бассейнінің шығыс жиегіндегі кейбір кен орындарында терригендік түзілімдерге өнімі мол мұнайгазды жинауыштар ұштасқан. Жинауыштары карбонат таужыныстарынан тұратын өзге кенорындарында терригендік түзілімдер жапқыштар рөлін атқарады, онсыз көмірсутектердің жинақталуы болмас еді. Мақалада Каспий маңы ойпатының шығыс бөлігінің төменгі таскөмірлі-терригендік қабаттардағы шөгіндінің жиналу тәсілдеріне литологиялық мінездеме берілген. Үш әртүрлі фациялық белдемдердің сипаттамасы берілген. Терригендік таужыныстардың ерекшеліктерін жан-жақты зерттеу геологиялық барлау жұмыстарын ұйымдастыру мен ізденісті ұңғымалардың бұрғылау нүктелерін таңдау кезінде маңызды міндеттердің бірі болып келеді.

Түйін сөздер: терригендік таужыныстар, тұз асты түзілімдері, жинауыштар, кеуектілік, мұнайгаздылық.

G. Kulumbetova

The features of development of terrigenous formations of eastern edge of Precaspian basin

Summary. The most of oil and gas production from Precaspian eastern edge are coming from oil fields with carbonate reservoir, but at the same time, terrigenous formations play a significant role in oil bearing reservoir formation processes. In some of oil fields of Precaspian eastern edge the oil production are coming from terrigenous reservoir. On the oil fields with carbonate reservoir, the terrigenous formations are the sealing horizons, without which the oil cannot be hold in the reservoir. The article presents the lithological characteristics and conditions of sedimentation of terrigenous of Lower Carboniferous. Descriptions of three different facial zones are included. The detailed study of terrigenous formations is very important to conduct while exploration work design and define the new exploration wells locations.

Key words: of terrigenous formations, presalt deposits, reservoir, porosity, oil bearing capacity.

УДК 55.556

М.Ж. Қырғызбай, С.Үсенбекова

Ғылыми жетекші – Э.М. Кульдеева, лектор, доктор PhD

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті

Қазақстан, Алматы қаласы

meruert231196@mail.ru

ОҢТҮСТІК – ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ҮШІН ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫ ҚОРЛАРЫНЫҢ ЖАСАНДЫ ТОЛУ ПРОЦЕСТЕРІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРІ ҚҰРАМЫНДА РЕПРЕЗЕНТАТИВТІ ТЕЛІМДЕРДІ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа. *Жерасты сулары қорларын жасанды толтыру бөлігінде маңызды ролді атқаратын сулы горизонттардың далалық натурлы зерттеулері негізінде сүзілу процестерін зерттеу мен салмақтық орын ауыстыру Оңтүстік-Шығыс Қазақстан аумағында ЖСҚЖТП репрезентативті телімдері мен барынша перспективті алаңдары бөлінді.*

Бағалауда аэрация белдемі таужыныстарының қалыңдығы мен литологиясының сипаттамалары, олардың суөткізгіштігі, гранулометрлік және сулы-тұзды құрамы, көпжылдық қимадағы жерасты суларының режимі, жерасты суларының негізгі қоректену және арылу көздері пайдаланылды.

Зерттеу нәтижелері бойынша 500 және одан жоғары тұрғындары бар ауылшаруашылықтық елді мекендерді сумен қамтамасыз ету мақсатында практикада пайдалану үшін барынша перспективті телімдер ұсынылды.

Түйінді сөздер: *сулы горизонттарды зерттеу, жерасты сулары, қоректену, сумен қамтамасыз ету.*

Мемлекет басшысының «Қазақстан - 2050» Стратегиясы қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты » Қазақстан халқына Жолдауында XXI ғасырдың он жаһандық қауіп-қатерінің бірі судың жетіспеушілігі екендігі және біздің еліміздің су ресурстарына арналған жаңа саясатты дамыту қажеттілігі туралы айтылды.

Сонымен қатар, ауыз сумен қамтамасыз етудің белгілі бір жетілдірілуіне қарамастан, бүгінгі таңда республика халқының айтарлықтай бөлігі әлі күнге дейін сумен қамтамасыз етілмеген. Мемлекеттік статистикалық органдардың мәліметтері бойынша ауыл тұрғындарының орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйесіне қол жетімділігі 45% -дан аспайды. Сонымен бірге ауылдық елді мекендердің 50% -ы импортталған суды пайдаланады немесе ашық көздерден суды пайдаланады. 500-ден 1500-ге дейін тұрғыны бар елді мекендерде кепілді сападағы ауыз суы жоқ, бірақ олар қымбат терең өндірістік су құдықтарын салудың экономикалық мақсатқа сай болмауына байланысты бағдарламаға кірмейді. Олардың көбі жер асты суларының жасанды қорларын құру үшін перспективалы өңірлерге тиесілі және жер үсті суларына қолайлы қуат пен топографияға ие оңтүстік-шығыс Қазақстандағы Сарқанд, Алакөл, Қаратал және Ақсу аудандарында орналасқан.

Бұл міндет әлемдік тәжірибені пайдалана отырып, құрғақ аймақтың табиғи жағдайларының ерекшеліктерін ескере отырып, ғылыми, әдістемелік және эксперименталды-өндірістік зерттеулерді орындау арқылы табысты шешілуі мүмкін. Ол барлық типтік шарттар бойынша нақты далалық зерттеулер жүргізуді, сақтаудың ұтымды әдістерін әзірлеуді және қолайлы геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлары бар жаңа жер асты суларын жасанды құру мен толықтыру жөніндегі шараларды жүзеге асыруды қажет етеді.

Осы жұмыс Оңтүстік-Шығыс Қазақстан аумағын аймақтарға бөлу туралы материалдар негізінде болашақ бағыттарды іріктеу, IPV әдістерін қолдану шарттары мен мүмкіндіктері бойынша жасалды [1].

Перспективты бағыттарды таңдау кезінде келесі критерийлер пайдаланылды:

- жинақталған жер асты суларының көлемі мен сапасына сәйкес сулы қабаттардың (горизонттардың) болуы. Сулы қабаттың қуаты мен литологиялық құрамы; планда және қимада жабық жүйені (жерасты су резервуарын) құруға мүмкіндік беретін шекаралардың болуы; су өткізетін қабаттың тереңдігі ескеріледі;

ЖСҚЖТП үшін қажетті мөлшердегі және сападағы су көзінің болуы. ЖСҚЖТП ауданы мен су көзінің арасындағы қашықтыққа жоғары мән беріледі.

- ЖСҚЖТП аумағында жинақталған судың ықтимал тұтынушысының болуы. Мұндай тұтынушыға 500-ден 2000 адамға дейін өсу перспективасын бар ауылдық елді мекендер жатады. Бұған «Ақ-Бұлақ» ауыз сумен жабдықтау бағдарламасының тізіміне енбей қалған объектілер кіреді;

- Жер асты суларының жинақталған қорларын сыртқы көздерден ластанудан қорғау, сондай-ақ ЖСҚЖТП аймақтарындағы қоршаған ортаны қорғау. Мұндай ластанудың ықтимал көздері мыналарды қамтуы мүмкін: жер асты суларының учаскелердің сыртқы шекарасынан төмен сапалы ағыны, сондай-ақ іргелес су тұтқыштардан асып кету; стандартты емес сулардың (суару, дренаж) бетіндегі инфильтрация; сулы горизонттағы жер асты суларының деңгейін көтеру кезінде суда еритін тұздар мен ластанған компоненттердің болуы;

- алынған нәтижелерді зерттеп, нәтижелерін әрі қарай іске асыру үшін ЖСҚЖТП ауданын үлгі ретінде алып, аналогты аудандарға тарату;

- аймақта эксперименттік жұмыстарды ұйымдастыру мүмкіндігі;

- құнды және басқа да техникалық-экономикалық көрсеткіштер;

Өкілдік учаскелерді іріктеу үшін гидрогеологиялық және су шаруашылығы ұйымдарының қорларындағы материалды жинауды, сондай-ақ зерттеу саласында далалық зерттеулерді жүргізуді қоса алғанда, кешенді жұмыс жүргізілді [4].

Өкілетті орындарға сәйкес гидрогеологиялық зерттеулерде талданды, жинақталды және синтезделді:

- ашылған сулы горизонттың пайда болуы мен таралу сипаты, жер асты суларының деңгейінің деңгейі және арыны;
- стратиграфиялық қимада сулы горизонттың орналасуы, қалыңдығы, литологиясы және су өткізетін жыныстардың ауданы және қима бойынша фациялық өзгерісі, су қоймасының орналасу орны;
- сулы қабаттардың бір-бірімен және жер үсті суларымен өзара байланыстыру шарттары; су өткізбейтін немесе аз өткізетін қабаттарды бөлу ерекшелігі;
- нақты сулы қабаттың іріктеу деректері; суда өткізетін тау жыныстарының сүзілу қасиеттерінің жалпы сипаттамалары, олардың ауданда және қимада өзгеруі.

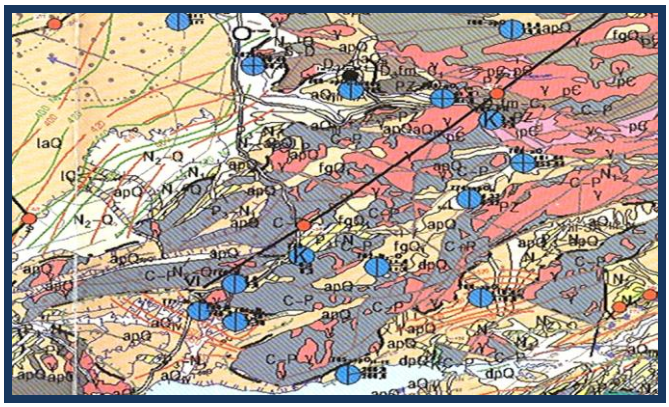
Жер асты суларының қорларын жасанды толықтыру тұрғысынан басым рөл атқаратын жер бетіндегі алғашқы сулы қабаттарын бағалау кезінде төмендегілер пайдаланылды:

- аэрация аймағының жыныстарының литологиясы мен қалыңдығының сипаттамалары, олардың өткізгіштігі, гранулометриялық және су тұзының құрамы;
- жыл мезгілдері бойынша жер асты суларының режимі, деңгейдің ауытқу амплитудасы;
- ұңғымалар мен бұлақтарда - шығыны, жер беті суларына тәуелділігі, жауын-шашынға және басқа да факторларға тәуелділігі;
- жер асты суларының қоректену көздері, олардың шығарылу сипаттамасы;
- аймақтың жалпы су балансы.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, ең перспективалы аймақтар анықталды, оларға аллювийлі, аллювийлі – проллювийлі төрттік шөгінділер басым конус және таулы шлейфты аудандар, өзен аңғарлары, сонымен қатар бір – бірімен гидравликалық байланысқан, аллювийлі – проллювийлі, проллювийлі – делювийлі төрттік шөгінділерден тұратын бірнеше сулы горизонттар жатады.

Бұл әдіс бірнеше шартты (формальды) сипатқа ие екендігін атап өткен жөн, себебі перспективті аймақтар шегінде осындай бөлуге арналған өлшемдер жиынтығы кең көлемді таралуды пайдаланады және ұсынылған әдісті барлық жерде қолдануға мүмкіндік береді [5,6] Алайда, нақты гидрогеологиялық және су шаруашылығы жағдайларына қатысты әдісті одан әрі әзірлеу, әсіресе іс-шараларды жобалау бөлінген репрезентативтік учаскелердің сипаттамаларын нақтылау негізінде орындалған.

Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның бірінші репрезентативті учаскесі Шеңгелді (Шеңгелді – Кербұлақ өзені. өзен аралығы - 1-сурет) Іле тауаралық ойпаты шегінде орналасқан. Көлбеу жазық мезокайнозой жыныстарының қуатты қалыңдықтарынан құралған, ол бұзу көзі болып табылатын тау массивтерінен аластау шамасына қарай сыну материалын саралаумен сипатталады [8].



1 Сурет – Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның № 1 репрезентативтік учаскесінің шолулық схемалық гидрогеологиялық картасы.

Геоморфологиялық қатынаста объектінің аумағы тау бөктеріндегі көлбеу жазыққа жатады. Учаскенің беті шамалы дәрежеде кішігірім, солтүстіктен оңтүстікке қарай салыстырмалы тереңдігі 0,3-0,5 м аспайтын төмендеулермен асқынған. Аумақтың Қапшағай су қоймасына қарай жалпы еңісі бар. (0,007-0,01 шегінде).

Кайнозой шөгінділері палеоген, неоген және төртінші жастағы түрлі фациальды-генетикалық кешендермен ұсынылған, олардың қуаты 200 м жетеді. Палеоген-неогенді шөгінділер таңбалы түсті саздармен, құмдармен, конгломераттармен және құмтастармен салынған. Бұл шөгінділердің жоғарғы бөлігін Іле свитасының сазы алады.

Төрттік шөгінділер аллювиальды-пролювиальды және делювиальды-пролювиальды түзілімдермен, құмды және құмдақ толтырғыштары бар гравий-галечниктер, сондай-ақ құм, құмдақ және саздақ түрінде берілген. Төрттік шөгінділердің қуаты 1,3-тен 17,0 м-ге дейін өзгереді.

Геологиялық-гидрогеологиялық жағдайлар бойынша жер асты суларын шығару конустарында және жер үсті су ағындарымен және су айдындарымен байланысты тау арасындағы ойпаттарда жер асты суларының бір үлгідегі кен орындарына жатады, мұнда жер асты суларының пайдалану қоры табиғи түсіруді ұстап қалу, жыныстарды құрғату, суару желісінен сүзу есебінен қалыптасады. Пайдалану қорларын қалыптастыруда транзиттік жер үсті ағындары негізгі рөл атқарады. Жыныстардың құрғауы және табиғи түсірудің қысқаруы аралық кезеңде ғана маңызды мәнге ие. Су тасқыны кезінде пайдаланылған қорлардың ішінара толықтырылуы орын алады.

Аудандастыру бойынша ЖСҚЖТП мақсатында орташа перспективалы аймаққа жатады, бірақ ауыз сумен жабдықтау көздерінде шектеулі және өткір тапшылықты бастан кешірген ауданда орналасқан. Сондықтан, саны 350-ден 500 тұрғынға дейінгі елді мекендерді ауыл шаруашылық сумен жабдықтау мақсатында ЖСҚЖТП объектісі ретінде ұсынылуы мүмкін.

Әдебиеттер:

1. Антоненко В.Н. Оңтүстік-Шығыс Қазақстандағы жер асты суларын сақтау перспективалары // «Су ресурстары, судың сапасы, мониторинг, суды пайдалану және қорғау» халықаралық конференциясының баяндамасы: - Алматы, 2008. - 152-155 бет.
2. Антоненко В.Н., Кулдеев Е.И. Жерасты суларын жасанды толтыру процесін зерттеу // Мат. В.И.Хайнин, Мәскеу мемлекеттік университетінің жадына арналған халықаралық конференция. - М., 2011. - 105-112 бет
3. Антоненко В.Н., Кулдеев Э.И. Жер асты суларын сақтау ерекшеліктері. XXI ғасырдағы геология // Халықаралық ғылыми еңбектері. ғыл.практ.конф. «Сәтбаевтың оқуы». - Алматы, 2011. - 35-40 бет
4. Антоненко В.Н., Кулдеев Э.И., Тынбаев М.М. Жер асты суларын сақтаудың гидрогеологиялық негіздері. // ҚазҰТУ хабаршысы. - Алматы, 2012. - №3 .. -145-148 бет
5. Шакибаев И.И., Кулагин В.В. Жерасты суларын жасанды толықтыру су ресурстарын ұтымды пайдалану үшін негіз болып табылады. // Қазақстан су ресурстарын басқару. - Алматы, 2010. - №4. - 49-51 бет
6. Смоляр В.А., Мұстафаев С.Т. Балқаш көлінің гидрогеологиясы: монография. - Алматы, 2007. - 238 бет.

М.Ж.Кыргызбай, С. Усенбекова

Гидрогеологическое обоснование организации репрезентативных участков в составе научных исследований процессов искусственного восполнения запасов подземных вод для Юго – Восточного Казахстана.

Резюме. На основе полевых натурных исследований водоносных горизонтов, играющих приоритетную роль в части искусственного восполнения запасов подземных вод, изучения процессов фильтрации и массопереноса выделены наиболее перспективные зоны и репрезентативные участки ИВЗПВ на территории Юго-Восточного Казахстана.

При оценке использованы характеристики литологии и мощности пород зоны аэрации, их водопроницаемости, гранулометрический и водно-солевой состав, режим подземных вод в многолетнем разрезе, основные источники питания подземных вод и их разгрузки.

По результатам исследований рекомендованы наиболее перспективные участки для практического использования для целей сельскохозяйственного водоснабжения населенных пунктов с численностью от 500 и более жителей.

Ключевые слова: исследований водоносных горизонтов, подземные воды, питания, водоснабжения.

Kyrgyzbay M.J., Usenbekova S.

Hydrogeological study of the organization representative sites as a part of research processes of groundwater artificial replenishment for South-Eastern Kazakhstan

Summary: Based on field studies of aquifers, which play primary role in the part of groundwater artificial replenishment, studying the filtration processes and transport for the most perspective areas and representative areas of artificial replenishment on the territory of South-Eastern Kazakhstan.

In evaluating the use of characteristics of lithology and thickness of the sediments of aeration zone, their permeability, grain and fluid and electrolyte composition, groundwater regime in the long-term section, the main sources of groundwater recharge and discharge.

According to the research recommended the most promising areas for practical use for agricultural water supply of settlements with a population of 500 or more inhabitants.

Key words: studies of aquifers, groundwater, feeding, water supply.

УДК 550.8.052

Ш.Х.Маметов

Научный руководитель – Т.А.Енсепбаев, Заведующий кафедры, кандидат геолого-минералогических наук, академический профессор.

Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЗАЙСАНСКОЙ ВПАДИНЕ

Аннотация. *Зайсанская впадина является самым восточным осадочный бассейном Республики Казахстан, расположенным между горными сооружениями Южного Алтая и Сауыр-Тарбагатая. В пределах контрактной территории обнаружено первое нефтегазовое месторождение Сарыбулак, что открыло определенный интерес к детальному изучению данной территории. Скважинами вскрыт стратиграфический разрез верхнепалеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. Анализ тектонического развития Зайсанской впадины показывает, что эта впадина развивалась в период рифтового сжатия позднего палеозоя к мезозою и в период сжатия кайнозоя. Нефтематеринаскими породами в Зайсанской впадине являются отложения перми. Анализ палеотемпературы и условий погружения пород показывает, что материнские породы вошли в зону нефтеобразования в конце триасового периода. Сгенерированные в пермских отложения углеводороды мигрируют в благоприятные ловушки, вдоль разломов, по проницаемым песчаникам, образуя литологические, стратиграфические и структурные залежи. Можно выделить три основных стадии формирования залежей углеводородов. Особое внимание стоит уделить зоне надвига Сауыр-Тарбагатайской системы в южной части Зайсанской впадины. В данной части нефтематеринские породы погрузились на максимальную глубину.*

Ключевые слова: *Зайсанская впадина, тектоника, формирование залежей.*

Введение

Зайсанская впадина является самым восточным осадочный бассейном Республики Казахстан, расположенный между горными сооружениями Южного Алтая и Сауыр-Тарбагатая. Впадина ориентирована в субширотном направлении и имеет размеры 400х100 км. Территория изучена геофизическими исследованиями, включая современные работы, выполненные в период с 2011-2017гг. В пределах контрактной территории обнаружено первое нефтегазовое месторождение Сарыбулак, что открыло определенный интерес к детальному изучению данной территории.

Скважинами вскрыт стратиграфический разрез верхнепалеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. По последним данным в разрезе Зайсанской впадины можно выделить пять структурных этажей (снизу – вверх):

– сильнодислоцированный, метаморфизованный, насыщенный интрузиями этаж силурийско-среднекарбонового возраста;

– образования от среднего карбона до перми включительно, местами сильно дислоцированные;

– отложения триаса, с угловым и стратиграфическим несогласием покрывающие нижележащие отложения, входят в состав третьего структурного этажа;

– четвертый этаж сложен породами юрского возраста, имеющими структурное и стратиграфическое несогласие с выше- и нижележащими отложениями.

Верхний структурный этаж сложен породами кайнозоя, которые со стратиграфическим и угловым несогласием перекрывают образования палеозоя и мезозоя, а местами и породы складчатого фундамента.

Породы юрского и кайнозойского возраста образуют платформенный чехол. Породы триасового возраста откладывались, скорее всего, в условиях предгорной впадины.

Геофизические данные последних лет однозначно показывают, что структура Зайсанской впадины, как это и предполагалась ранее, открыта в сторону Жонгарского бассейна. Об этом свидетельствуют и данные пробуренной параметрической скважины С-1 Сарыбулак. Разрез пермских и мезозойских отложений, пройденный скважиной С-1 Сарыбулак, принципиально тот же, что и в Жонгарском нефтеносном бассейне. Это указывает на прямую геолого-историческую связь Зайсанской впадины с Жонгарским бассейном.

История тектонического развития

В раннем карбоне погружение Зайсанской океанической коры произошло навстречу Казахстанской плите на юго-западе, к Алтайской плите на северо-востоке, образуя вулканические интрузии. В среднем карбоне погружение Зайсанской океанической коры продолжалось навстречу Казахстанской плите и Алтайской плите с увеличением угла погружения. В позднем карбоне-ранней перми северная и южная плиты сошлись, образуя шовную зону и сформировав смещение по простиранию внутриконтинентальной среды возле Зайсанской впадины.

Анализ тектонического развития Зайсанской впадины показывает, что эта впадина развивалась в период рифтового сжатия позднего палеозоя к мезозою и в период сжатия кайнозоя.

Породы фундамента метаморфизованы, пронизаны интрузиями, смяты в складки и разбиты многочисленными разломами.

От пермского периода до настоящего времени выделяются четыре стадии погружения земной коры и четыре стадии сжатия. Три ярко выраженные несогласия в залегании пород выделяются по сейсмическим разрезам, такие как пермь-триас, триас-юра, и юра-палеоген.

Тектоническое движение между пермскими отложениями и триасовыми, связанное со слабым сжатием территории, привело к частичному разрушению пермских отложений и сформировало несогласное залегание пород между пермью и триасом.

Тектоническое движение между триасовыми отложениями и юрскими имело мощный эффект, в результате сильного сжатия и инверсии, отложения триаса были сильно подняты и частично эродированы, а местами полностью размыты. Пермские отложения местами подверглись разрушению. Все это привело к образованию стратиграфических, угловых, с крутыми углами падения несогласий.

Тектоническое движение между юрой и палеоценом привело к частичному размыву юрских отложений.

Последнее тектоническое движение соответствует движению и столкновению Индостанской и Евразийской плит. В результате этого тектонического движения произошла реактивация старых разломов и образование новых (рис 1.) [2].

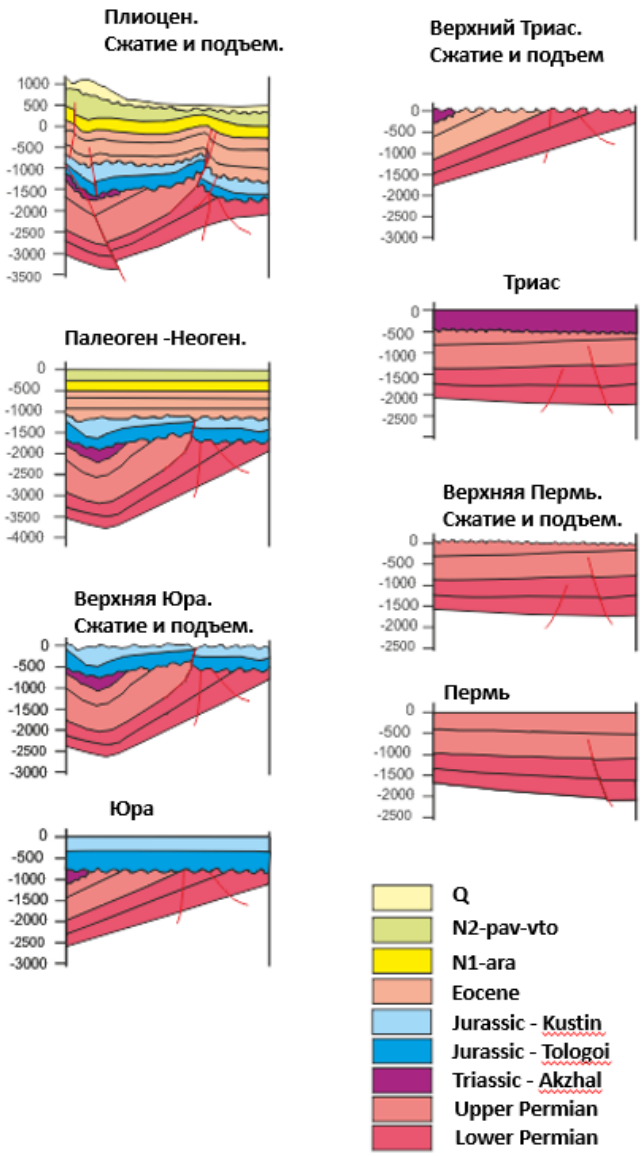


Рисунок 1- Тектоническое развитие Зайсанской впадина на примере разреза Inline 176.

Нефтематеринаскими породами в Зайсанской впадине являются отложения перми. Анализ палеотемпературы и условий погружения пород показывает, что материнские породы вошли в зону нефтеобразования в конце триасового периода. В дальнейшем, на материнские породы влияли тектонические движения, описанные ранее. Сгенерированные в пермских отложениях углеводороды мигрируют в благоприятные ловушки, вдоль разломов, по проницаемым песчаникам, образуя литологические, стратиграфические и структурные залежи. Можно выделить три основные стадии формирования залежей углеводородов. В конце триаса сформирована пермская залежь нефти, и в результате тектонических движений нефтяная залежь была частично разрушена. Второй этап относится к концу юры, когда происходило накопление нефти в залежах. Третий этап относится к плиоцену (поздняя стадия столкновения Индостанской и Евразийской плит), в результате чего сформировалась газовая залежь [1].

Особое внимание стоит уделить зоне надвига Сауыр-Тарбагатайской системы в южной части Зайсанской впадины. В данной части нефтематеринские породы погрузились на максимальную глубину.

Выводы. В процессе геологической истории территория Зайсанской впадины испытала серию периодов тектонической активности. С точки зрения формирования залежей углеводородов можно выделить четыре периода тектонической активности. Наиболее важными являются тектонические движения в конце триаса, так как они повлияли на образование путей миграции, последующие стратиграфические несогласия и плиоценовая активность, в результате которой сформировалась газовая залежь.

Литературы:

1. Всестороннее изучение территории Зайсанской впадины. Пекин, 2017. «ЛандОушнЭнерджиСервисесКо».
2. Отчет о выполнении специальной сейсмической обработки 2D данных методом выделения сильных эллиптических волн в условиях сложно построенной среды, их интерпретации в целях построения геологической модели. Пекин, 2017. «ЛандОушнЭнерджиСервисесКо».

Ш.Х. Маметов

Зайсан ойпаңындағы көмірсутектер жатындарының қалыптасуы

Зайсан ойпаңы - Оңтүстік Алтай мен Сауыр-Тарбағатай тауларының аралығында орналасқан, республикамыздың шығысындағы шөгінді алабы. Геологиялық тарихы процесі кезінде Зайсан ойпаңы тектоникалық белсенділіктің бірнеше кезеңдерін бастан кешті. Көмірсутектер жатындары қалыптасуы бойынша тектоникалық белсенділіктің төрт кезеңін бөліп қарастыруға болады. Көмірсутектердің жылыстау бағыттары, кейінгі стратиграфиялық үйлесімсіздіктер мен плиоцендегі белсенділікке әсер еткен триас соңындағы тектоникалық қозғалыстар маңызды болып табылады. Бұл газ жатындарының қалыптасуына әсер етті.

Түйін сөздер: Зайсан ойпаңы, тектоника, көмірсутектер жылыстауы

Sh.Kh.Mametov

Formation of hydrocarbon accumulations in Zaysan depression

The Zaysan depression is the easternmost sedimentary basin of the Republic of Kazakhstan, located between the mountain structures of the Southern Altai and Saur-Tarbagatay. During geological history the territory of the Zaysan depression experienced series of periods of tectonic activity. From the hydrocarbon accumulation point of view, four periods of tectonic activity can be distinguished. The most important are tectonic movements at the end of the Triassic, since they influenced on formation of migration routes, the subsequent stratigraphic unconformity and the Pliocene activity, which resulted in the formation of a gas reservoir.

Keywords: Zaysan depression, tectonics, hydrocarbon migration.

УДК 556.3

Ж.С. Сабыргазыева, Е.Р.Назарханов
Научный руководитель – Е.С. Ауелхан, ассоциированный профессор, кандидат технических наук
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
zhadyra1995@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ И ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ РУД НА ПЛОЩАДИ КОКТАС В ЦЕЛЯХ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ПРИТОКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КАРЬЕР

Аннотация. *В статье выделено два основных типа вод: поровые и трещинные. Водоносными являются аллювиальные отложения, слагающие поймы 1 и 2 надпойменные террасы рек Тундык и Ащису. В геологическом отношении площадь Коктас расположен в северо-западной части Чингиз-Тарбагатайского мегантиклинория. Основным тектоническим элементом площади является Алкамерген-Джиланбинский антиклинорий.*

Простирание тектонических структур северо-западное. Рудные тела месторождения Коктас приурочены к контакту красноцветных песчаников, глинистых сланцев верхнего девона и известняков фаменского яруса с элементами гидротермального метаморфоза (ожелезнение, окремнение, окварцевание) (джезказганский тип).

Ключевые слова: *медьсодержащие руды, площадь Коктас, поровые воды, трещинные воды, разведочные работы.*

Площадь Коктас находится в юго-западной части Майского района Павлодарской области Республики Казахстан. До областного центра (г. Павлодар) – 135 км. Ближайшие горнорудные предприятия: ГОК «Майкаинзолото», ГОК «Коктасжал», месторождение Бозшаколь.

Гидрография представлена озерами (Аякмалайсор, Басмалайсор и ряд безымянных) и небольшой рекой Ащису, впадающей в крупное озеро Алкамерген.

Населенные пункты редки, сельского типа. Наиболее крупный из них Новый Акшиман расположен в 8,5 км. Водоснабжение – из колодцев, за счет подземных вод.

Рудопроявление известно с конца XIX века. Открыто в 60-е годы XX века.

Были проведены:

-Поисковые буровые работы – 1960-1963 гг.;

-Геофизические работы масштаба 1:50 000 – 1977-1980 гг.;

-Поисково-разведочные работы (бурение) - 2004-2005 гг.;

-Поисково-оценочные работы (бурение) – 2018 г.

Специальных гидрогеологических исследований на изучаемой площади Акшиманской партией (1979-1984гг.) не проводилось. Гидрогеологический очерк проводился по материалам Константиновича Т.В. и Омарова О.У., дополненными видимыми наблюдениями.

В зависимости от приуроченности к разным геолого-литологическим комплексам может быть выделено два основных типа вод: поровые и трещинные.

Поровые воды связаны с палеоген-четвертичными рыхлыми отложениями. Среди них выделяются поровые воды делювиально-пролювиальных отложений и аллювиальных отложений.

Водоносными являются аллювиальные отложения, слагающие поймы 1 и 2 надпойменные террасы рек Тундык и Ащису, а также речной и озерный аллювий древней гидросети, погребенный под покровными отложениями в восточной половине листов М-43-34-Г, М-43-46-Б, Г. Представлены они крупнозернистым песком, гравием, галечником и маломощными прослоями глин и суглинков.

Поровые воды аллювиальных отложений. Водоносный горизонт образует поток, захватывающий всю площадь аллювия. Водообильность находится в прямой зависимости от режима поверхностных вод, от погодно-климатических условий и колеблется от 0,1 до 1,7 $дм^3/с$. Глубина водоносного горизонта от 0,15 до 15 м. Воды преимущественно безнапорные. Высота столба воды в колодцах 0,5-2,5 м.

Воды обычно бесцветные прозрачные или желтоватые без запаха. В зависимости от степени минерализации воды бывают пресные, солоноватые и соленые. Пресные встречаются очень редко. В целом качество вод очень низкое.

Характер минерализации вод показан в таблице 1. Как видно из таблицы воды по анионам сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные и по катионам калий-натрий-магний-кальциевые. По величине pH=7–нейтральные, больше-щелочная, меньше-кислотная. Высокая степень минерализации вод ограничивает использование их в хозяйственных целях.

Поровые воды делювиально-пролювиальных отложений. Водовмещающими являются разнозернистые пески, гравийно-щебнистые отложений, развитые в верховье ручьев, балок, мелких депрессиях среди мелкосопочника и на склонах водоразделов. Водоносный горизонт не имеет сплошного выдержанного распространения. В большинстве случаев он имеет форму линз и коротких быстро выклинивающихся горизонтов. Мощность обводненной части

0,5-1 м, очень редко больше. По условиям залегания это грунтовые безнапорные воды. Водообильность их 0,016-0,1 дм^3/с. Глубина залегания водоносного горизонта от 1-1,5 м до 13 м. В колодцах высота столба воды колеблется от 0,25 до 2,5 м. Воды делювиально-пролювиальных отложений обычно прозрачные бесцветные без запаха на вкус солоноватые, соленые, иногда – горько-соленые. По анионам это сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные, а по катионам натрий-калий-магний-кальциевые воды. По величине pH – слабо щелочные.

Практическое значение вод ограничено из-за слабой водообильности и повышенной минерализации. Ионный состав вод показан в таблице 1.

В общем балансе подземных вод района *трещинно-грунтовые и трещинно-жильные воды* играют ведущую роль. Воды связаны с эффузивными породами палеозоя, интрузивными преимущественно гранитоидными породами, в меньшей степени с осадочными и метаморфическими породами. Благоприятным фактором широкого распространения трещинно-грунтовых и трещинно-жильных вод является интенсивное проявление катаклаза. Глубина трещиноватости различна для различных пород. Она достигает 200м и более.

Глубина залегания зеркала трещинных вод в шурфах и колодцах 0,5-2,5 м. Питание трещин осуществляется, главным образом, за счет инфильтрации атмосферных осадков по открытым трещинам. Воды этого типа в районе вскрываются в виде нескольких источников. Дебит их 0,02-2,5 дм^3/с. В гранитных массивах Калмаккырган и Койтас дебит составляет 4-5 дм^3/с. Здесь воды пресные и используются широко в быту и животноводстве. А вообще качество вод зависит от пород, через которые они фильтруются. Часто они соленые, солоноватые. Качественная характеристика приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Ионный состав вод и качественная характеристика

№ скв.	Содержание ионов, тл/ дм^3							Общая жесткость мг/экв	Сухой остаток мг/дм^3	pH
	Na+K	Ca	M	NH_4	C	O_4	HCO_3			
Поровые воды аллювиальных отложений										
202	253,46	102,81	82,20	0,7	272,31	558,24	209,67	11,89	15080	6,75
204	1923,66	229,66	359,81	0,2	1372,54	3905,56	250,16	41,016	7978	7
Поровые воды делювиально-пролювиальных отложений										
41	1831,49	261,2	284,76	0,1	1426,74	3390,72	360,01	36,79	76,38	8,4
42	3351,33	586,6	1047,7	0,3	4742,8	5950,56	307,54	116,64	15949	7,95
Трещинно-грунтовые и трещинно-жильные воды										
83	16492,71	1972,4	3230,6	0,01	24302,6	18913,0	158,65	363,42	66412	7,0
89	1272,55	790,58	1107,4	0,1	1763,63	3634,18	176,96	72,95	8254	7,1
254	1523,61	97,39	128,17	0,2	1414,36	1670,59	427,13	15,4	51360	7,1
Трещинно-пластовые воды										
77	669,16	67,53	25,54	0,9	663,72	505,31	396,62	5,47	21,92	7,5
145	1270,24	130,06	446,76	0,3	2130,65	1557,23	366,11	43,23	5932	7,1
Трещинно-карстовые воды										
78	5174,77	470,9	891,8	1,5	7715,39	4877,39	195,25	96,78	13968	7,8
151	2004,91	415,8	349,84	-	2546,77	3007,2	142,78	49,56	19722	8,2

Воды трещинно-пластового типа приурочены к осадочным породам палеозоя и мезозоя. Они тесно связаны с трещинно-грунтовыми и трещинно-жильными водами и гидравлически сообщаются с ними. Питание вод связано с инфильтрацией атмосферных осадков. Высота водного столба в колодцах 0,3-4,6 м.

Вода прозрачная, иногда мутная без запаха, преимущественно соленая, иногда горько-соленая. По составу они сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные по анионам и натрий-калий-магний-кальциевые по катионам. Слабо солоноватые воды используются населением для водопоя скота и хозяйственных нужд.

Несмотря на довольно широкое распространение данный тип вод самостоятельного значения не имеет из-за низкого качества и малой водообильности.

Трещинно-карстовые воды связаны с известняками фаменского яруса верхнего девона и турнейского яруса нижнего карбона. Величина карстовых полостей колеблется от 1-5 см до 0,5-1,5 м. Глубина залегания зеркала вод в колодцах 0,5-2 м. Дебит 0,1-0,5 $дм^3/с$. Высота водного столба 1-1,5м. Источником питания вод являются атмосферные осадки. Воды обычно прозрачные, без запаха. Встречаются пресные, соленые, горько-соленые. По содержанию анионов они сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридные, по катионам – натрий-калий-магний-кальциевые, слабо щелочные по значениям pH.

Таким образом, ведущую роль в водоснабжении района играют трещинно-грунтовые и трещинно-жильные воды, особенно связанные с зонами трещиноватости в гранитах. Заметна роль поверхностных вод реки Тундык, которая используется для водопоя скота и хозяйственных нужд [1].

В 2019 году на рудопроявлении Коктас будут изучены основные водоносные горизонты, которые могут участвовать в обводнении месторождения. Будет производится бурение скважин для изучения изменения гидродинамических и гидрохимических условий водоносного комплекса трещинных подземных вод (для изучения гидрогеологического состояния месторождений), также опытные откачки с целью определения дебита и статического уровня водоносного горизонта и отбор проб воды на сокращенный химический анализ.

С целью изучения горнотехнических условий возможной эксплуатации рудопроявлений в процессе оценки рудопроявления Коктас будут проводится инженерно-геологические исследования по двум направлениям:

-специализированные исследования при документации скважин;

-опробование рудной толщи и вмещающих отложений для изучения физико-механических свойств пород.

При геологической документации керна инженерно-геологических скважин будут изучаться и документироваться зоны дробления, трещиноватости, рассланцевания, тектонического разуплотнения пород.

Для определения физико-механических свойств горных пород будут отобраны инженерно-геологические пробы.

По скальным палеозойским породам будут определены: влажность, объемная плотность, удельная плотность, пористость, водопоглащение, сопротивление сдвигу, сопротивление сжатию, сопротивление разрыву, сопротивление изгибу, коэффициент крепости, размягчаемость, модуль упругости, коэффициент Пуассона.

По рыхлым несвязным четвертичным отложениям – влажность грунта природная, плотность грунта, плотность сухого грунта, пористость, коэффициент пористости, полная влагоемкость, коэффициент водонасыщения, величина набухания, коэффициент фильтрации, гранулометрический состав, сопротивление трехосному сжатию. [2]

После анализа и обработки материалов будет выполнен прогноз устойчивости проектного карьера, рассчитаны его параметры для построения гидродинамической модели прогноза притоков подземных вод в карьер.

Литературы:

1. В.Я. Глухенький, П.И. Скорина и др. Геологическое доизучение масштаба 1:50 000 территории листов М-43-34-В, М-43-34-Г, М-43-46-А, М-43-46-Б, М-43-46-В, М-43-46-Г (отчет Акшиманской ПСП по работам 1979-1984 гг. (том I), г. Караганда, 1984г. - 197 с.

2. В.П. Пахолюк. Проект поисковых работ медных руд на площади Кок-Тас в Павлодарской области - Астана, 2014. – 47-51 с.

Ж.С. Сабыргазыева, Е.Р. Назарханов

Карьерге ағатын жерасты сулардың гидродинамикалық моделін құрастыру мақсатында, Көктас аймағындағы құрамында мыс бар рудалардың сулы горизонттары мен физикалық-сүзілімдік қасиеттерін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада судың 2 негізгі түрі көрсетілген: кеуекті және жарықшақты. Тұндық және Ащысу өзендерінің жайылма үсті террасасындағы 1 және 2 алқаптарында жиналған аллювиальді шөгінділер сулы болып табылады. Геологиялық қатынаста Көктас аймағы Шыңғыс - Тарбағатай мегантиклинордің солтүстік - батыс бөлігінде орналасқан. Аймақтың негізгі тектоникалық элементі болып Алқамерген-Жыланби антиклинорі болып табылады. Көктас кен орнының рудалы денелері жоғарғы девонның қызыл түсті құмтастар, сазды тақтатастары және гидротермальды метаморфоз (темірлену, кремнилену, кварцтену) элементтері бар фамен жіккабатының әктастарында орналасқан.

Түйін сөздер: құрамында мыс бар рудалар, Көктас аймағы, кеуекті сулар, жарықшақты сулар, барлау жұмыстары.

Zh.S. Sabyrgazyyeva, E.R. Nazarkhanov

Study of the physical-filtration properties and aquifers of copper-containing ores in the Koktas area in order to build a hydrodynamic model for predicting groundwater inflows into the open pit

Summary. The article identifies two main types of water: pore and fissure. The aquifers are alluvial sediments that form the floodplains 1 and 2 floodplain terraces of the Tundyk and Ashchisu rivers.

Geologically, the Kok-Tas area is located in the northwestern part of Chingiz-Tarbagatai meganiclinorium. The main tectonic element of the area is the Alkamergen-Dzhilanbinsky anticlinorium. The tectonic structures strike is northwest. The ore bodies of the Koktas deposit are confined to the contact of red sandstones, upper Devonian shales and limestones of the Famennian stage with elements of the hydrothermal metamorphosis (ironification, silicification, silicification) (Zheskazgan type).

Keywords: copper ores, Koktas area, pore waters, fissure waters, exploration.

УДК 556.3

А.К. Садыкова, Д.Е. Емберген

Научный руководитель- Завалей Вячеслав Алексеевич,
профессор, кандидат геолого-минералогических наук.
Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
krymdjanovna@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С ГЛУБОКИМ ЗАЛЕГАНИЕМ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АСАР В МАНГЫСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ)

Аннотация. *Асарское месторождение подземных вод относится к месторождениям глубокого залегания водоносных горизонтов, средняя глубина скважин 900 м.*

Водозабор расположен в пределах крупного Южно-Мангышлакского артезианского бассейна, в 15 км на восток от нефтегазового месторождения Жетыбай в бессточной впадине Асар, размером 5х6 км. Подземные воды предназначены для технического водоснабжения – заводнения нефтяных пластов для поддержания пластового давления при разработке нефти на месторождении Жетыбай, а также Восточный Жетыбай, Асар.

Разведочный процесс месторождений подземных вод включает следующие стадии: гидрогеологическая съемка, поиски, предварительная разведка, детальная разведка, эксплуатационная разведка.

Изучаемый водозабор эксплуатируется с 2007 года, фактическая производительность его, включая резервную разведочную скважину № 4ц в 2015 году составила 14900,8 м^3/сут (172,5 л/с).

Ключевые слова: *месторождение Асар, разведочные работы, месторождение Жетыбай, поддержание пластового давления, Асар, альб-сеноманские отложения.*

Подземные воды глубоких горизонтов следует рассматривать как комплексное полезное ископаемое. Именно с этих позиций должно осуществляться их изучение как в аспектах выявления закономерностей распространения и условий формирования, так и в аспектах развития и совершенствования гидрогеологических основ и методов разведки и оценки эксплуатационных запасов их месторождений. Особенности глубоких подземных вод, а также условия их залегания и распространения создают трудности в проведении геологоразведочных работ и определяют требования к их поискам и разведке [2].

К таким месторождениям с глубоким залеганием подземных вод относится месторождение Асар в Мангыстауской области, которое рассмотрим более подробно.

Участок водозабора расположен в пределах крупного Южно-Мангышлакского артезианского бассейна, в 15 км на восток от нефтегазового месторождения Жетыбай в бессточной впадине Асар, размером 5х6 км. Подземные воды предназначены для технического водоснабжения – заводнения нефтяных пластов для поддержания пластового давления при разработке нефти на месторождении Жетыбай, а также Восточный Жетыбай, Асар.

Изучаемый водозабор эксплуатируется с 2007 года, фактическая производительность его, включая резервную разведочную скважину № 4ц в 2015 году составила 14900,8 м^3/сут (172,5 л/с).

Асарским же водозабором предусматривается эксплуатация подземных вод глубоко залегающих (V-VI-VII) водоносных горизонтов, отсутствие взаимосвязи которых с верхними и ущерба действующему Куюлускому водозабору обосновано ранее выполненными разведочными работами.

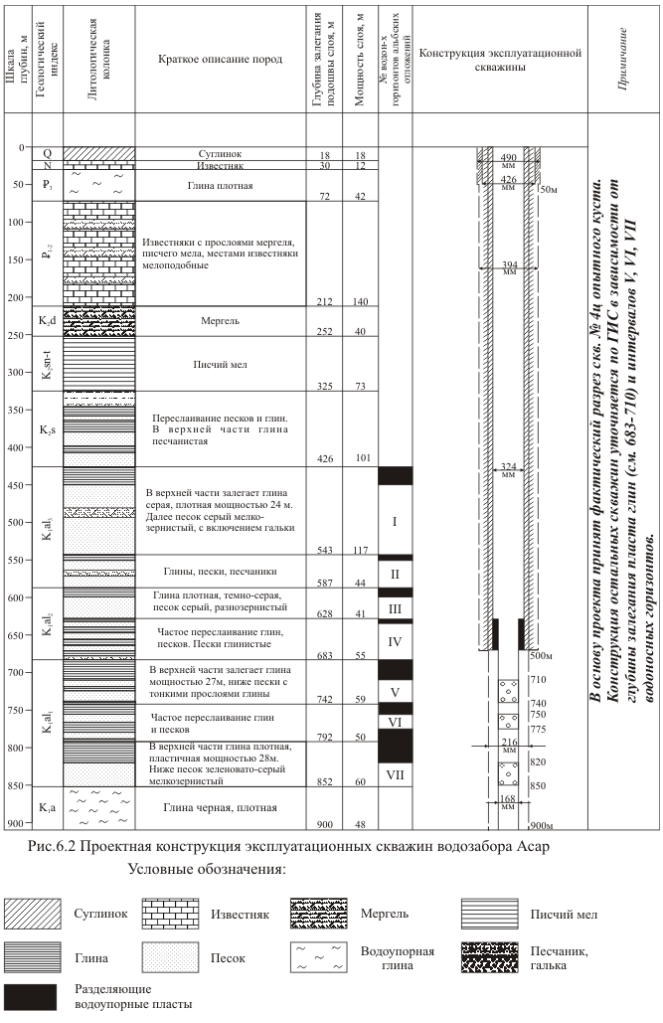


Рис.6.2 Проектная конструкция эксплуатационных скважин водозабора Асар

Рисунок 1 - Геолого-технический наряд на бурение скважины 11.

Отложения *альбского яруса* нижнего мела, особенно его верхние горизонты, являются хорошо изученными на Мангышлаке прежде всего как наиболее перспективный водоносный комплекс для строительства высокодебитных скважин и получения подземных вод различного назначения. Результатами раздельного опробования водоносных горизонтов альбского яруса на Асарском водозаборе подтверждена общая тенденция увеличения минерализации подземных вод с глубиной, которая в зоне Жетыбай-Узеньских структур остается в пределах 10-15 г/л с увеличением до 30-50 г/л к южным границам района.

Сеноманские отложения верхнего мела генетически и литологически близки с альбскими, за пределами района они местами нерасчлененные, в связи с чем часто их объединяют как единый альб-сеноманский комплекс.

По рисунку можно определить какие породы залегают в интересующих нас водоносных горизонтах, можем увидеть глубину скважины, а также интервалы фильтров, который захватывает альб-сеноманские отложения.

Разведочный процесс месторождений подземных вод включает следующие стадии: гидрогеологическая съемка, поиски, предварительная разведка, детальная разведка, эксплуатационная разведка [2].

В соответствии с расчетами, приведенными в отчете по детальной разведке, водозаборные скважины были расположены в одну линию с расстояниями между ними, в среднем, по 700 м. Проектная глубина скважин была принята равной 900 м.

Пробуренные эксплуатационные скважины имеют одинаковую конструкцию. Скважины бурились без отбора керна, сплошным забоем. В интервале 0,0 – 50,0 м бурение производилось диаметром 490 мм и обсаживался трубами диаметром 426 мм и цементировался. Далее под техническую колонку бурение осуществлялось диаметром 394 мм до глубины 700 м и этот интервал обсаживался трубами диаметром 324 мм. Этот интервал также цементировался. Далее бурение производилось под фильтровую колонну диаметром 216 мм. Фильтр диаметром 168 мм установлен по материалам ГИС. Интервал изучения ГИС 700-900 м.

Водозаборные скважины бурились без отбора керна, сплошным забоем. Расчленение геологического разреза, установление водоприточных зон и другие параметры скважин определялись геофизическими методами: КО, ПС, БК, кавернометрия, 2ННКт, ГК, 2ГГКп, ИК, термометрия, МКЗ, ИБК, МКВ – аппаратурной «Карат-п».

На площади Асарского месторождения по данным региональной корреляции каротажных диаграмм в нижнем альбе выделяются три водоносных горизонта нижнеальбского возраста (V, VI и VII), разделяющихся между собой глинистыми водоупорами. При бурении эксплуатационных скважин фильтрами оборудуются наиболее перспективные слои всех трех водоносных горизонтов.

В процессе эксплуатации водозаборных скважин были проведены расходометрические измерения.

Таблица 2 - Результаты расходометрии в эксплуатационных скважинах.

№№ скв.	Дата проведения расходометрии	Основные интервалы водопритоков, м	Величина водопритока в процентах	Номера водоносных горизонтов, питающих водоприточные зоны
1	2	3	4	5
4ц	05.09.03	730-790 820-850	68 32	V, VI
11	05.11.06	840-865	100	V, VI, VII
12	05.09.06	710-730 820-840	100	V, VI, VII
13	24.08.06	810-845	66	V, VII

Продолжение таблицы 2

14	21.03.07	650-700 710-720	100	V, VI, VII
15	08.01.07	675-680 690-730 780-800 885-930	100	V, VI, VII
16	17.12.06	680-710 770-790	100	V, VI, VII
17	03.12.06	650-660 680-685 690-695	100	V

Результаты выполненных расходометрических исследований в эксплуатационных скважинах показывают, что в процессе водоотбора происходит постепенное разрушение глинистой корки в интервалах оборудованных фильтров и в результате происходит постепенное увеличение дебитов скважин. Как видно, результаты расходометрических исследований дают возможность оценить работу фильтров в эксплуатационных скважинах.

Подземные воды Асарского месторождения предназначены для закачки в продуктивные нефтеносные пласты с целью поддержания пластового давления. Как показала практика использования подземных вод V-VI-VII водоносных горизонтов альбского возраста для поддержания пластового давления на других месторождениях нефти Мангышлака, изучаемые воды по химическому составу вполне пригодны для закачки в продуктивные нефтеносные пласты месторождения Жетыбай.

Как известно, до 2006-2007 гг. на месторождении Жетыбай для закачки в нефтяные пласты использовалась морская вода из водопровода Актау-Узень. По солевому составу, минерализации и другим показателям эти воды схожи между собой.

Таблица 3 - Сводная таблица основных видов и объемов дополнительных гидрогеологических работ, выполненных для переоценки эксплуатационных запасов подземных вод.

№№ п/п	Виды исследований	Един.изм.	Выполненные объемы	
			по проекту	фактический
1	Бурение водозаборных скважин	скв.	7	7
2	Геофизические исследования в скважинах	полный комплекс	7	7
3	Расходометрия в скважинах		10	8
4	Режимные наблюдения - на водозаборных скв. - наблюдательных скв.	 замер замер	 ежесуточные 40	 за 10 лет 40
5	Изучение химического состава подземных вод	проб	500	552
6	Гидрогеологическое обследование водозабора	обсл.	5	5
7	Топогеодезические работы	скв.	7	7

Литературы:

1. Водные ресурсы Казахстана, справочник 2002.

2. Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод. С.С. Бондаренко, Г.С.Вартаняна, Москва «НЕДРА» 1986

3. Отчет О результатах переоценки эксплуатационных запасов подземных вод Асарского месторождения для технического водоснабжения Жетыбайской группы нефтяных месторождений в Мангистауской области по состоянию на 01.01.2016г., по работам 2014-2016гг.

А.К. Садыкова, Д.Е. Емберген

Сулы горизонтальды кен орындарында тереңдіктің пайда болуы (мысалы, Маңғыстау облысының «Асар» кен орны)

Түйіндеме. Жер асты суларының «Асар» кен орны сулы горизонттарға жатады, орташа ұңғыманың тереңдігі 900 м, жерасты суларының барлау жұмыстарын келесі кезеңдерден тұрады: гидрогеологиялық іздестіру, іздестіру, алдын-ала барлау, егжей-тегжейлі барлау, барлау жұмыстарын жүргізу.

Түйінді сөздер: «Асар» кен орны, барлау, Жетібай кенорны, су қоймасының қысымын ұстау, Асар, альб-Сеноманов кен орындары.

A.K. Sadykova, D.E. Embergen

Features of hydrogeological exploration in fields with a deep occurrence of aquifers (for example, the Asar deposit in Mangystau region)

Summary. The Asar field of groundwater refers to the deep bedding of aquifers, the average well depth is 900 m. The exploration process of groundwater deposits includes the following stages: hydrogeological survey, prospecting, preliminary exploration, detailed exploration, operational exploration.

Key words: Asar field, exploration, Zhetybai field, reservoir pressure maintenance, Asar, alb-Cenomanian deposits.

УДК 556.3(574)

Санатбеков М.Е.

Научный руководитель – Г.Ж.Жолтаев, доктор геол.- минер.наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

miras.sanatbekov@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Аннотация: *В данной статье рассмотрены глубина залегания, литологическая характеристика пород, виды подземных вод и их геолого-геоморфологическое состояние Алакольской впадины. В пределах описываемых отложений выделяются 5 водоносных комплексов и горизонтов. Подземные воды приурочены преимущественно к четвертичным и плиоценовым отложениям, аллювиального, озерно-аллювиального, аллювиально-пролювиального, делювиально-пролювиального генезиса, сложенные преимущественно валунно-галечниками, галечниками, песками, супесями, суглинками, глинами. Различное гипсометрическое положение водоносного комплекса обусловило и значительную изменчивость глубины залегания подземных вод от 0,2 до 150 м. Химический состав и минерализация подземных вод на большей части распространения отличаются относительным однообразием: в основном преобладают пресные воды с минерализацией до 1 г/л, в отдельных местах встречаются воды с минерализацией до 3,3 г/л.*

Ключевые слова: *впадина, порода, пласт , углеводород, горизонт, рифт, разлом, грабен, тектоника.*

Алакольская впадина представляет собой сложную гидрогеологическую структуру, состоящую из различных водоносных горизонтов и заключающую различные типы подземных вод.

Алакольская перспективно-нефтегазоносный бассейн в геологическом отношении связан с одноименной межгорной впадиной, ограниченной складчатыми сооружениями, с севера хребтом Тарбагатай, с юго - запада Джунгарским Алатау, с юго - востока хребтами Берлик и Майли. Условия питания подземных вод резко ухудшаются на западе бассейна, где количество атмосферных осадков значительно уменьшается, горы снижаются в абс.отметках и представлены низкогорьем Колдар, Аркарлы и др (рисунок 1).

В пределах Алакольской впадины наблюдается гидродинамическая зональность подземных вод и смена условий водообмена с глубиной.

Первая зона располагается в верхней части разреза (до 100 м) и приурочена к образованиям четвертичного возраста. Здесь в основном формируются грунтовые и межпластовые ненапорные воды.

Вторая зона приурочена к нижнечетвертичным и верхненеогеновым образованиям и залегает на глубине более 150 м. Она имеет ограниченную связь с гидросферой и атмосферой через зону свободного водообмена преимущественно в краевых частях впадины.

Мезозойские отложения в Алакольской впадине развиты только на отдельных наиболее опущенных блоках. Здесь, кроме так называемой Алакольской мульды с выходами на поверхность мезозойских отложений, по геофизическим данным выявлены погребенные мезозойские структуры - Сейректауская и Айская мульды, Ушаралская депрессия и Восточно - Алакольский прогиб.

Кайнозойские образования распространения весьма широко. В пределах описываемых отложений выделяются 5 водоносных комплексов и горизонтов.

Отложения юрской системы на описываемой территории пользуются ограниченным площадным распространением. Подземные воды приурочены, как правило, к пластам песчаников и конгломератов, чередующихся с относительно водоупорными глинистыми сланцами и алевролитами с пластами угля и углистых сланцев.

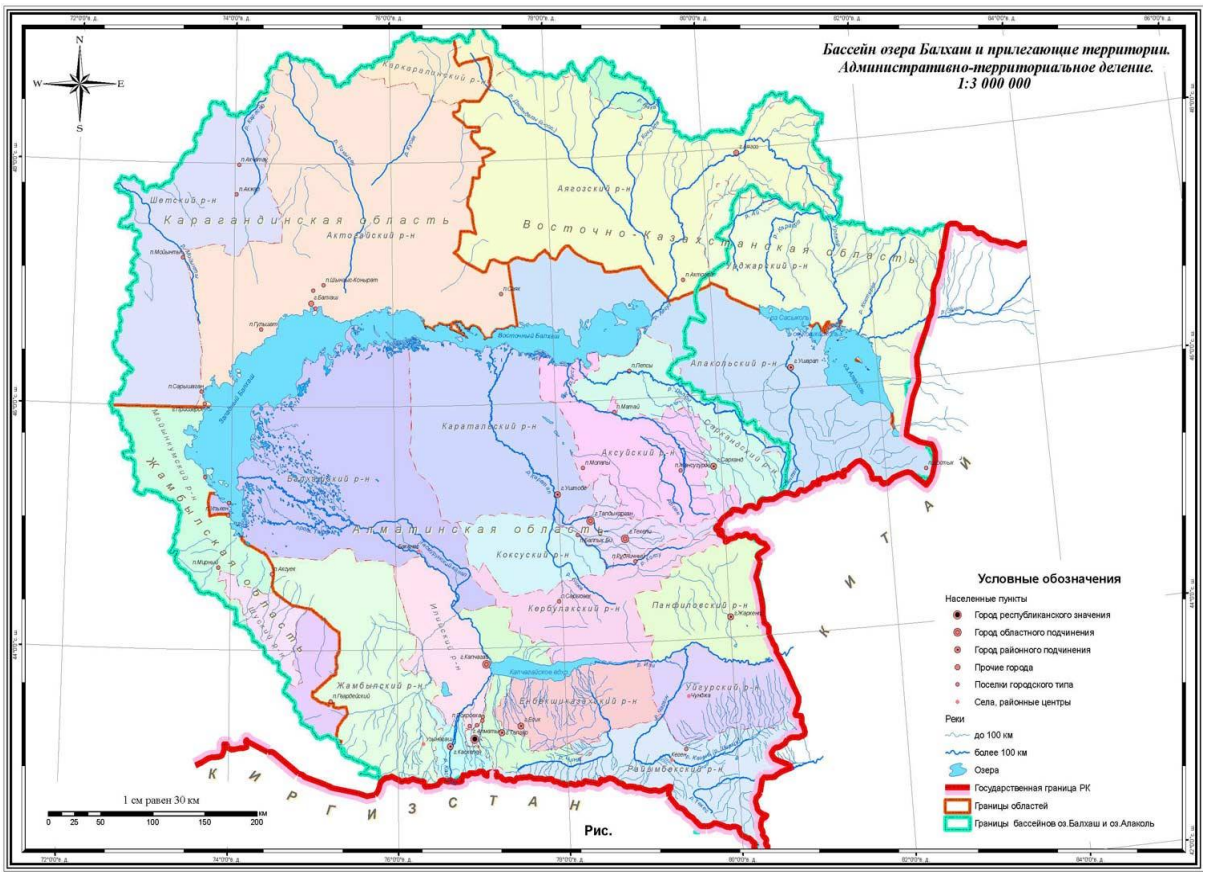


Рисунок 1 - Обзорная карта Алакольской впадины

Глубина залегания уровня подземных вод изменяется от 20 - 40 м на водоразделах до 3 - 15 м. Мощность водоносной зоны составляет 50-60 м.

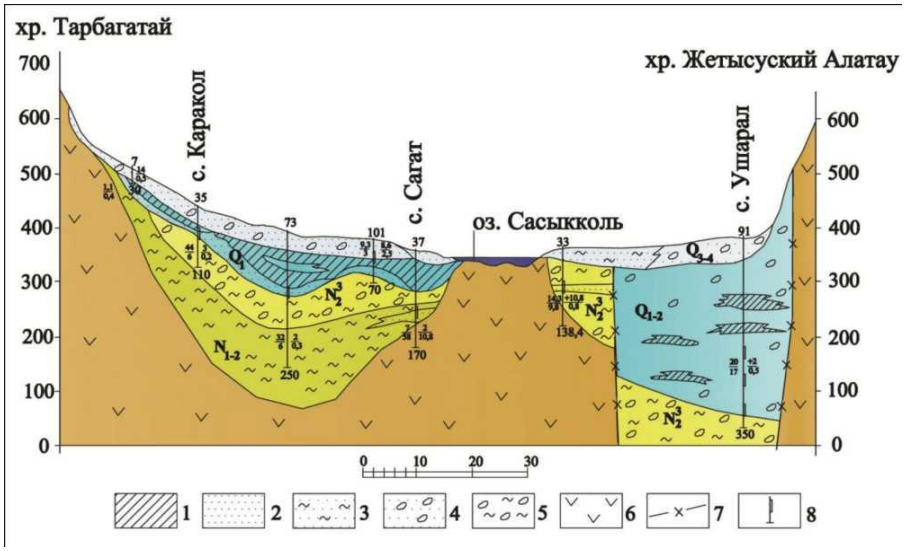
Результаты опытных работ показали относительно низкие водовмещающие свойства конгломератов и песчаников. Дебиты водопунктов составляют сотые и десятые доли литра в секунду, при понижении статического уровня на 30-40 м. Исключением являются зоны

разрывных нарушений, где водоносность пород увеличивается и качество подземных вод улучшается. Так, скважина, пройденная в зоне тектонического нарушения, проходящая по южной окраине месторождения, обладает расходом 3,9 дм /с. При понижении статического уровня на 2,7 м. Подземные воды характеризуются плотным остатком от 660 до 2850 мг/дм^3, химический состав вод изменяется от гидрокарбонатных кальциевых до сульфатных натриевых. Подземные воды юрских отложений, в силу их ограниченного площадного распространения и слабой водообильности, в водном балансе Алакольской впадины не имеет существенного значения.

Воды неогеновых и нижнее четвертичных отложений вскрыты многочисленными скважинами в восточной и южной частях Алакольской впадины. Для комплекса характерно наличие нескольких напорных водоносных горизонтов, приуроченных к галечниковым и песчаным слоям, залегающим среди глинистых и суглинистых отложений. В районе с. Кабанбай, по восточному побережью водоносные горизонты описываемого комплекса вскрыты двумя скважинами: первой - в интервале 238-280 м, второй - на глубине 193 м. Водоносные породы представлены галечниками и конгломератами, имеющими мощность от 3,2 до 42 м, залегающими среди желтовато-красных глин. Пьезометрический уровень первой скважины установился на 15 м выше поверхности земли. Расходы скважин при самоизливе соответственно составили 50 - 45 дм /с. Воды пресные с сухим остатком 0,5 г/дм^3, по составу относятся к гидрокарбонатным кальциевым.

При бурении скважины №130, расположенной на северо-востоке озера Сасыкколь, водоносные горизонты комплекса обнаружены в интервале 80-135 м. Мощность отдельных горизонтов изменяются от 4 до 9 м. Напор составил 75 м. Водоносные породы представлены песками.

Как видно из выше изложенного, напорный водоносный комплекс неогеновых и нижнечетвертичных отложений пользуются довольно широким распространением в Алакольской впадине (рисунок 2). Неоген на этих участке представлен глиной красновато-бурого цвета со значительными включениями гипса, а нижний отдел четвертичной системы - карбонатными плотными палево-желтыми суглинками. В связи с этим, по-видимому, в период формирования водоносного комплекса эти участки являлись глубокими тектоническими впадинами, где происходило накопление в основном мелкозернистого глинистого материла.



1 - суглинки, супеси; 2 - пески разнозернистые; 3 - глины песчаные; 4 - валунно и гравийно-галечники; 5 - глины с отдельными прослоями песка и гравия; 6 - скальные породы палеозоя (туфы, сланцы, песчаники, граниты); 7 - зона тектонических разрывных нарушений; 8 - скважина.

Рисунок 2 - Гидрогеологический разрез Алакольской впадины

Мощность комплекса варьирует от 3 до 75 м. Мощность отдельных водоносных горизонтов изменяется от 3 до 7 м. Наименьшие глубины водоносного комплекса устанавливаются по периферийной части впадины и на площади антиклинальных структур. В направлении к центру впадины наблюдается довольно резкое погружение водоносного комплекса. Кровлей водоносного комплекса служат толща суглинков мощностью до 53 м, а подошвой пестроцветные загипсованные глины павлодарской свиты.

Воды этого комплекса однородны по химическому составу и в большинстве случаев относятся к гидрокарбонатным кальциевым с плотным остатком 0,5 г/дм.

Дебиты источников этого комплекса при самоизливе изменяется от 0,5 - 1,0 до 1,5-2,0 дм /с. на западе и северо-западе района, а на востоке и юге рассматриваемого района он составляет 50 дм /с.

Литературы:

1. Курдюков К.В. О колебаниях уровня озера Алаколь (в историческом и геологическом прошлом) // Вопросы географии. Серия физическая география. - 1951. - № 24. - С. 117 - 133.
2. Жолтаев Г.Ж., Оздоев С.М. Перспективы нефтегазоносности Алакольского осадочного бассейна. Известия НАН РК, Серия геол. 2010. №3.
3. Коровин В.И. Исследования связей уровня озера Алаколь с гидрометеорологическими факторами // Вопросы географии Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1965. - Вып. 12: Алакольская впадина и ее озера. - С. 141 - 150.
4. Карта Республики Казахстан. М 1: 1 500 000 - Алматы: РГКП «Картография», 2003.
5. Филонец П.П. Морфометрия Алакольских озер // Алакольская впадина и ее озера. - Алма-Ата, 1965. - С. 79 - 87.
6. Ахмедсафин У.М. Подземные воды Казахстана // Очерки по физической географии Казахстана. - Алма-Ата, 1952. - С. 128 - 154.
7. Исабаев Т.Т. Подземные воды Алакольской впадины и условия их формирования. Алма-Ата. 1968. 214 с.

Санатбеков М.Е.

Особенности формирования подземных вод мезозой-кайнозойских отложений Алакольской впадины

Түйіндеме: Бұл мақалада пайда болған тереңдік, таужыныстардың литологиялық сипаттамасы, жерасты суының түрлері және Алакөл ойпайының геологиялық-геоморфологиялық жай-күйі қарастырылады. Сипатталған шөгінділер шегінде 5 сулы қабатты кешені мен горизонттарға бөлінеді. Жерасты суы, ең алдымен қиыршықтастардан, құм, құмды саз, саздауыт, саздан тұратын төрттік және плиоцендік шөгінділерден, аллювиальдық, көл-аллювилік, аллювилік-пролювилік жаралымдардан құралған. Сулы горизонттың әртүрлі гипсометриялық орналасуы жерасты суының тереңдігінде 0,2 м - ден 150 м дейін өзгерді. Жерасты суының химиялық құрамы мен тұздылығы көп бөлігінде салыстырмалы түрде біркелкі болады: 1 г/л-ге дейін тұзды судың бөлігі басым, кейбір жерлерде тұздылығы 3,3 г/л су кездеседі. Жерасты суы ауыз сумен қамтамасыз ету және суару үшін жалпыға жарамды.

Түйінді сөздер: ойпаң, таужыныс, қабат, көмірсутек, горизонт, рифт, жарылым, грабен, тектоника.

Sanatbekov M.E.

Features of the formation of groundwaters of the Meso-Cenozoic sediments of the Alakol depression

Summary: This article considers the depth of occurrence, the lithological characteristic of the rock, the types of groundwater and their geological and geomorphological state of the Alakol depression. Within the limits of the sediments described, 5 aquifer complexes and horizons are distinguished.

Groundwater is confined mainly to Quaternary and Pliocene sediments, alluvial, lake - alluvial, alluvial - proluvial, deluvial - proluvial genesis, composed mainly of boulder-pebbly, gravel, sand, sandy loam, loam, clay. The different hypsometric position of the aquifer complex has also caused a significant variability in the depth of groundwater from 0.2 to 150 m. The chemical composition and mineralization of groundwater in most of the distribution are relatively monotonous: mostly fresh water with a salinity up to 1 g / l predominates, in some there are waters with mineralization up to 3.3 g / l.

Key words: depression, rock, stratum, hydrocarbon, horizon, rift, fault, graben, tectonics.

УДК 556.3

Д.С. Сапаргалиев
Научный руководитель – В.А. Завалей, профессор,
кандидат геолого-минералогических наук
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, город Алматы
sapargalievds@mail.ru

О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД АЩИКОЛЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНАЯ ТРУВА

Аннотация. *В статье рассмотрены гидрогеологические особенности месторождения производственно-технических подземных вод Ащиколь, расположенного в Актюбинской области. Перспективными для удовлетворения заявленной потребности в воде для закачки в нефтяные пласты для поддержания пластового давления являются подземные воды апт-альбских песчано-глинистых отложений. Показана важность соблюдения технологии бурения эксплуатационных скважин, вскрывающих водоносные отложения с низкими параметрами фильтрации.*

Ключевые слова: *месторождение Ащиколь, Эмбенский бассейн, апт-альбский водоносный комплекс, гидрогеологические параметры, эксплуатационные запасы подземных вод, технология бурения.*

Заявленная потребность в подземных водах для производственно-технического водоснабжения нефтяного месторождения Северная Трува составляет 30000 $м^3$/сут. Работы по поиску и разведке подземных вод для удовлетворения заявленной потребности были проведены непосредственно на площади контрактной территории, где ранее, по результатам комплексной геологической, гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:200000 рекомендованы напорно-безнапорные подземные воды нижнемеловых, нижне-среднемеловых отложений (Сапаргалиев Д.С. и др. Комплексная геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемки масштаба 1:200000 с геоэкологическими исследованиями листов М-40-XXXIV (вост. часть), М-40-XXXV (Эмба-5), Актобе, РГФ, 2008).

Месторождение Ащиколь по физико-географическому делению расположено на крайнем юго-востоке Прикаспийской низменности. В административном отношении входит в состав Байганинского района Актюбинской области. Рельеф участка месторождения представляет собой равнину, полого наклонную с юго-запада на северо-восток с абсолютными отметками поверхности от 268-270 м до 247-250 м, соответственно. Гидрографическая сеть представлена балкой Жайынды (система р. Жем), обводненной только в весенний период, летом вода в ней сохраняется лишь в отдельных небольших плесах.

По гидрогеологическому районированию месторождение Ащиколь расположено в юго-восточной части Эмбенского бассейна пластовых и блоково-пластовых вод II-го порядка Прикаспийской системы пластовых вод артезианских бассейнов I-го порядка [1, 2]. В геологическом строении принимают участие породы от нижнепалеозойского до современного возрастов.

Наиболее перспективными для удовлетворения заявленной водопотребности, является подземные воды отложений алтыкудукской свиты верхнего альба и образований карашатауской и кызылшенской свит апт-нижнего-среднего альба, развитые на площади месторождения повсеместно. Данный водоносный комплекс характеризуется спокойным залеганием, выдержанностью по мощности, относительно однородными фильтрационными

свойствами, а также простыми гидрогеологическими условиями. Водовмещающие породы представлены преимущественно песками, в различной степени глинистыми, и сильно песчанистыми глинами. Пески средне-мелкозернистые с преобладанием фракции 0,25-0,1 мм и 0,5-0,25 мм в процентном содержании от 41,8 до 50,1% и 24,0-35,5%, соответственно.

Подземные воды, приуроченные к апт-альбским отложениям, напорные. Глубина залегания водоносных песков изменяется от 161-174 м в восточной части месторождения, до 184-199 м - в западной. Высота напора колеблется от 62,8 м на западе до 99,4 м на востоке и в среднем составляет 77,6 м.

Глубина залегания пьезометрического уровня также варьирует в широких пределах: от 74,7 м вдоль сухого русла балки Жайынды до 121,2 м в западной части участка, и 126,4-128,7м в южной части участка. Поток подземных вод апт-альбских отложений направлен с северо-востока на юго-запад в сторону Каспийского моря.

Водоносный апт-альбский комплекс является наиболее перспективным в данном регионе и эксплуатируется водозаборами Эмба на месторождении Кокжиде, Атжаксы, Алибекмола, Кожасай [3, 4].

Дебиты разведочно-эксплуатационных скважин, пробуренных на месторождении Ащиколь в ходе разведки в 2010 году, составляли 21,9-24 дм^3/с при понижениях 20,5-26,5 м. Удельные дебиты колеблются в пределах 0,74-1,07 дм^3/с и в среднем составляет 0,93 дм^3/с (таблица 1).

Таблица 1 - Удельные дебиты разведочно-эксплуатационных скважин

№ п/п	№ скважины	Дебит, дм^3/с	Понижение, м	Удельный дебит, дм^3/с	Среднеарифметический удельный дебит, дм^3/с
1.	53ц	24	26,5	0,91	0,93
2.	57ц	21,9	20,5	1,07	
3.	61ц	22	29,8	0,74	
4.	64	24	23,8	1,01	
5.	65	22	24,2	0,91	

Коэффициенты водопроводимости и пьезопроводности составили 683 м^2/сут и 1,0х10^6 м^2/сут, соответственно. Значение упругой водоотдачи - 0,00068.

Подземные воды апт-альбского комплекса на участке преимущественно слабосолоноватые с величиной сухого остатка 1,5-3,5 г/дм^3, по химическому составу они сульфатно-хлоридные, смешанные по катионам.

Питание водоносного комплекса происходит в 30-40 км к северо-востоку от месторождения, где песчаные разности апт-альбских отложении выходят на дневную поверхность.

По результатам поисково-разведочных работ в 2011 году Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых Республики Казахстан (далее – ГКЗ РК) на 10-тилетний срок утверждены эксплуатационные запасы подземных вод в количестве 30000 м^3/сут и рекомендовано строительство линейного водозабора длиной 8 км, состоящего из 17-ти эксплуатационных скважин с нагрузкой на каждую по 20,4 дм^3/с или 1764,7 м^3/сут при достигнутом в процессе разведочных работ дебите 21,9-24 дм^3/с или 1892,16-2073,6 м^3/сут (Сапаргалиев Д.С. Отчет: «Проведение совмещенных поисков и разведки производственно-технических подземных вод в отложениях нижнего мела для их закачки в пласт на месторождении Северная Трува центральной территории восточной части Прикаскийской впадины» с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 01.09.2011 г., Актобе, РГФ, 2011).

Однако, удельные дебиты пробуренных согласно рекомендациям водозаборных скважин составили 0,08-0,73 дм^3/с, в среднем – 0,39 дм^3/с, что ниже удельных дебитов разведочно-

эксплуатационных скважин, переданных в эксплуатацию практический на 2,5 раза (таблица 2). Конструкции пробуренных водозаборных скважин, согласно паспортным данным (диаметры бурения и разбурок, диаметры эксплуатационных и фильтровых колонн, длина фильтров и наличие гравийной засыпки), полностью соответствуют рекомендованным в отчете 2011 года и аналогичны разведочно-эксплуатационным. Однако проверить качество деглинизации и рабочие интервалы фильтра не предоставлялось возможным, так как в скважинах не были проведены расходометрические исследования.

Основная причина низкого положения динамического уровня воды в водозаборных скважинах, зависящего от высокого внутреннего фильтрационного сопротивления и заглинизированности водоносных интервалов глинистым раствором, связана с пренебрежением рекомендованной технологии бурения. Данная технология учитывала низкие параметры фильтрации апт-альбских континентальных отложений, представленных средне-мелкозернистыми глинистыми песками с частыми прослоями каолиновых глин, и реже – железистых песчаников.

Таблица 2 - Удельные дебиты эксплуатационных скважин

№ п/п	№ скважины	Дебит, $дм^3/с$	Понижение, м	Удельный дебит, $дм^3/с$	Среднеарифметический удельный дебит, $дм^3/с$
1.	В-2	17	25,2	0,67	0,39
2.	В-3	24	52	0,46	
3.	В-4	17	47	0,36	
4.	В-6	18,1	57	0,32	
5.	В-7	18	59	0,31	
6.	В-8	22	58	0,38	
7.	В-10	18	60	0,3	
8.	В-11	18,9	57	0,33	
9.	В-12	17	59	0,29	
10.	В-14	19	45,5	0,42	
11.	В-15	7	60	0,08	
12.	В-18	13,8	18,95	0,73	

Рекомендованная технология заключалась в проходке скважин в интервале продуктивного водоносного комплекса аэрированной водой с многочисленными разбурками, позволяющими резко уменьшить глинизацию пристволовой части, вследствие чего существенно увеличивается производительность эксплуатационных скважин.

Водозабор был введен в эксплуатацию в апреле 2013 года, и производительность его постоянно увеличивалась от 316 $м^3$/сут до 10453 $м^3$/сут в декабре 2015 года. Среднесуточный водоотбор по годам составил: 2013 г. – 2247,11 $м^3$/сут; 2014 г. – 5140,0 $м^3$/сут; 2015 г. – 7766,7 $м^3$/сут. На основании вышеизложенного, Заказчиком было принято решение по увеличению количества эксплуатационных скважин и внесению изменений в схему водозабора, в связи с чем в 2016 году проведена переоценка эксплуатационных запасов подземных вод месторождения Ащиколь по опыту эксплуатации.

При переоценке рекомендована следующая схема водозабора: дополнительный второй ряд из 12 скважин, расположенный в 700 м к северо-востоку от первого, то есть увеличить количество водозаборных скважин с 17 до 30, и, следовательно, распределить потребность в количестве 30000 $м^3$/сут с нагрузкой по 11,6 $дм^3$/с или 1000 $м^3$/сут на одну скважину. Расчетные гидрогеологические параметры при переоценке приняты апробированные ГКЗ РК в 2011 году.

В 2016 году по результатам переоценки ГКЗ РК утверждены эксплуатационные запасы подземных вод водоносного альб-аптского комплекса месторождения Ащиколь для

производственно-технического водоснабжения (поддержания пластового давления) на нефтяном месторождении Северная Трува в количестве 30000 $м^3$/сут по новой схеме водозабора.

Таким образом, на примере месторождения Ащиколь показаны результаты не соблюдения рекомендованной технологии проходки скважин, которые привели к значительным финансовым затратам водопользователя. Отклонение от технологии бурения скважин привело к изменению схемы эксплуатации месторождения, увеличению количества водозаборных скважин с 17 до 30.

Соблюдение технологий бурения позволило бы водопользователю увеличить нагрузку на скважину при рекомендованных конструкциях до 47 $дм^3$/с или 4117,65 $м^3$/сут, следовательно, не меняя схему водозабора, и в перспективе увеличить запасы подземных вод до 60000-70000 $м^3$/сут.

Литературы:

1. Водные ресурсы Казахстана. Справочник, 2002.
2. Гидрогеология СССР. Том XXXV. Западный Казахстан. М., изд-во «Недра», 1971.
3. Месторождения подземных вод Казахстана, Справочник, 1999.
4. Подземные воды Казахстана - стратегический ресурс водной безопасности страны, Алматы, 2017.

Сапарғалиев Д.С.

Солтүстік Трува мұнай кен орнының өндірістік-техникалық сумен қамтамасыз ету үшін Ащыкөл жерасты су кен орнының гидрогеологиялық жағдайы туралы.

Түйіндеме. Мақалада Ақтөбе облысында орналасқан Ащыкөл өндірістік-техникалық су кен орнының гидрогеологиялық ерекшеліктері қарастырылған. Қабаттық қысымды ұстау үшін мұнайлы қабаттарға су айдауға қажеттілікті қамтамасыз ету үшін апт-альб құмды-сазды шөгінділерінің жерасты сулары перспективалы болып табылады. Төмен сүзгілеу параметрлері бар сулы шөгінділерді ашатын өндірістік ұңғымаларды бұрғылау технологиясын ұстанудың маңыздылығы көрсетілген.

Түйін сөздер: Ащыкөл кен орны,Ембі бассейні, апт-альб сулы кешені, гидрогеологиялық параметрлер, жерасты суларының пайдалану қорлары, бұрғылау технологиялары.

Sapargaliyev D.S.

Hydrogeological conditions of the Ashchikol groundwater resources for the production and technical water supply of the Northern Truva oil field

Summary. This article discusses the hydrogeological features of the field of industrial and technical groundwater resources Ashchikol, located in the Aktobe region. The groundwater of the Apt-Albian sandy-clay aquifers are promising to meet the stated need for water for injection into oil reservoirs to maintain reservoir pressure. The importance of adhering to the technology of drilling production wells that reveal aquifer with low filtration parameters is shown.

Keywords: Ashchikol field, Embensky basin, Apt-Albian aquifer, hydrogeological parameters, groundwater reserves, drilling technology.

УДК 556.3

Светлакова К.Р.
Научный руководитель - В.А. Завалей профессор,
кандидат геолого-минералогических наук
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, город Алматы
karishas@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОБЫЧИ УРАНА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Аннотация. *Темпы цифровизации в промышленности нарастают в течение последних четырех десятилетий. Ключевой особенностью последних лет является экспоненциальный рост объемов данных. Анализ существующих массивов данных и получение пригодной для поддержки принятия решений информации становятся объективными критериями оценки эффективности внедрения цифровых технологий в горнодобывающем секторе.*

Ключевые слова. *Уран, подземное-скважинное выщелачивание, гидродинамика, моделирование, программный комплекс.*

Республика Казахстан занимает лидирующие позиции по производству урана в мире. Добыча урана на месторождениях пластово-инфильтрационного типа производится методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ), позволяющего разрабатывать рудные залежи на глубине до 500 м и более.

Метод ПСВ предусматривает подачу выщелачивающего раствора через сеть нагнетательных скважин и подъем ураносодержащего раствора на поверхность через откачные скважины для последующего извлечения. Главной целью ПСВ урановых руд является наиболее полное и селективное растворение урановых минералов подаваемым выщелачивающим раствором.

Решение комплекса задач по максимально эффективному извлечению разрабатываемых минерально-сырьевых ресурсов является ключевой прерогативой природопользования предприятий горнодобывающей отрасли. Полнота и качество отработки запасов полезных ископаемых имеет важнейшее значение, поскольку является одним из главных резервов повышения экономической эффективности горных предприятий [1].

Совершенствование технологических процессов на действующих месторождениях диктуется непрерывным изменением горно-технологических условий добычи, когда на большинстве объектов отработаны богатые руды. Остаточные рудные тела, скопления урана в полупроницаемых частях разреза требуют повышенного расхода кислоты и определяют необходимость формирования взвешенных решений по размещению сети вскрытия и выбору оптимального положения фильтров в разрезе из-за ухудшающихся геотехнологических параметров блоков по мере отработки месторождений и залежей.

Одной из основных причин неполного извлечения урана при отработке месторождений является неоптимальная гидродинамика, при которой невозможно правильно оценить эффективную мощность выщелачивания. Другой проблемой является образование застойных зон, а также растекание растворов за пределы зон влияния откачных скважин, как по латерали, так и в разрезе. В связи с этим моделирование техногенной гидродинамики ПСВ является актуальной задачей, востребованной сегодня многими предприятиями горнодобывающей отрасли во всем мире.

Анализ используемого программного обеспечения для визуализации гидродинамики процесса ПСВ урана обнаружил отсутствие в применяемых моделях важных, для описываемых условий добычи, параметров и характеристик геотехнологической среды [2]. Результаты этого анализа определили необходимость создания программного комплекса

(ПК), позволяющего рассчитывать 3-х мерные гидродинамические модели процесса ПСВ, чего нет в существующих программах.

В рамках постановки задачи по созданию ПК для примера был выбран технологический блок одного из месторождений Чу-Сарысуйской урановорудной провинции. На данном блоке периодически имела место неадекватная установка фильтров, которая вкупе с изменчивым распространением непроницаемых литологических разностей приводила к неоптимальной гидродинамике выщелачивающих растворов и, следовательно, недоизвлечению урана.

Для этого блока были проведены работы по получению моделей потоков технологических растворов с использованием программного комплекса в условиях реального производства. В результате моделирования получены модели потоков технологических растворов. Было показано, что по скважинным данным, использование программного комплекса позволяет определить фильтрационные свойства, геометрическое распределение руды и литологические свойства породы в межскважинном пространстве, путем вычисления следующих характеристик: коэффициент фильтрации, литологический тип породы, содержание урана. Также был произведен расчет распределения давления и линий тока раствора в пласте по заданным на скважинах дебитам и рассчитанным по коэффициенту фильтрации данным.

Результаты были отображены встроенным в ПК визуализатором. Это позволило определить растекание раствора в пласте, что потенциально позволяет выявить зоны закисления, наряду с застойными зонами и визуально определить эффективность вовлечения рудного интервала в гидродинамику выщелачивающего раствора.

Значимость исследования заключается в совершенствовании методов оптимизации добычи урана путем повышения эффективности разработки месторождений, увеличения доли извлекаемого урана за счет развития цифровых технологий. Моделирование техногенной гидродинамики ПСВ с учетом требуемых параметров позволили оптимизировать следующие процессы: выбор оптимального расположения скважин; мониторинг образования застойных зон и растекания раствора за пределы блока; прогнозирование, контроль и управление процессом добычи урана регулированием содержания серной кислоты в выщелачивающем растворе, регулированием давления на скважинах и реверсированием потоков в рудном горизонте.

Литературы:

1. Подземное выщелачивание полиэлементных руд./ Под ред. Н.П. Лаверова. - М.: Издательство Академии горных наук, 1998. - 446 с. ил. - ISBN 5-7892-0026-5

2. Поезжаев И.П., Карелин В.Г. Геотехнологическое картирование объектов ПСВ: цели, методы, ожидаемые результаты // Актуальные проблемы урановой промышленности: III международная научно-практическая конференция 6-9 июля 2004 г. Сборник докладов. Алматы, 2005. – С. 305-313.

Светлакова К.Р.

Төртінші өнеркәсіптік төңкеріс жағдайындағы Қазақстан кенорындарында уран өндірісін оңтайландыру

Түйіндеме. Өнеркәсіптегі цифрландыру қарқыны соңғы 40 жылда өсті. Соңғы жылдары деректердің экспоненциалды өсуі басты сипат. Қолданыстағы деректер жиынтығын талдау және шешім қабылдауды қолдауға қолайлы ақпарат алу тау-кен саласына цифрлық технологияларды ендірудің тиімділігін бағалаудың объективті критерийлері болып табылады.

Түйін сөздер: Уран, жерасты шаймалау, гидродинамика, модельдеу, бағдарламалық пакет.

Svetlakova K.R.

Optimization of extraction of uranium deposits of Kazakhstan in the conditions of the fourth industrial revolution

Summary. The pace of digitalization in industry has been increasing over the past four decades. A key feature of recent years is the exponential growth of data volumes. Analysis of existing data sets and obtaining information suitable

for decision support become objective criteria for evaluating the effectiveness of the introduction of digital technologies in the mining sector.

Keywords. Uranium, in-situ leaching, hydrodynamics, modeling, software package.

УДК 574; 556.3; 553.7

Ж.Т. Тлеуова, М.А. Мухамеджанов
Научный руководитель- М.А.Мухамеджанов, главный научный сотрудник, д.г-м.н
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, город Алматы
zhanna__1990@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Аннотация. *В статье рассмотрены экологические проблемы на территории 4-х областей Казахстана (Южно-Казахстанская, Жамбылская, Алматинская, Кызылординская). Основными источниками загрязнения водных ресурсов в этих областях являются предприятия горнодобывающей промышленности, машиностроения, цветной и черной металлургии, строительных материалов, топливной и пищевой промышленности, сельского хозяйства, предприятия коммунального хозяйства. Данные, представленные в статье, свидетельствуют об особой значимости доброкачественных подземных вод для жизни и деятельности населения, проживающего в этих аридных регионах Казахстана и сохранения экологической стабильности экосистем и постоянного слежения за развитием негативных процессов в окружающей природной среде.*

Ключевые слова: *экологические проблемы, атмосферное загрязнение, антропогенное воздействие, питьевые поземные воды, экосистема*

Южно-Казахстанская область является одной из шести экологически неблагополучных регионов Казахстана, а город Шымкент, наиболее загрязненный выхлопами автомобильного транспорта, выбросы которого составляют более 70% от общего валового выброса. Уровень загрязнения воздуха высокий, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) = 10,6. В увеличение объемов выбросов загрязняющих веществ основную долю вносят предприятия обрабатывающей промышленности - 76,9%; предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды – 8,3%, прочих отраслей – 14,8 %.

Наиболее крупные загрязнители атмосферы сосредоточены в г. Шымкенте, где функционирует большое количество передвижных и стационарных источников выбросов вредных веществ: от автотранспорта, выбросы которого (в среднем 98 тыс. т в год) привели к повышению предельно-допустимых концентраций по свинцу и формальдегиду. В настоящее время загрязненная свинцом почва стала важнейшим источником поступления металла в организм жителей города Шымкента. В частности, было установлено, что более 80% обследованных детей, проживавших в зоне влияния свинцового завода, имели повышенный уровень содержания свинца в крови.

В области продолжается загрязнение питьевых подземных вод Бадам-Сайрамского месторождения. Это происходит из-за сброса стоков ряда химических заводов, расположенных в долине р. Бадам, которые содержат мышьяк в количестве 10 ПДК, фосфор — до 5 ПДК, фтор — 1,3 ПДК и свинец — выше фона. В зоне загрязнения находится Бадам-Сайрамский водозабор — главный источник водоснабжения г. Шымкента.

Основным загрязнителем водных ресурсов юга Казахстана являются сбрасываемые в водные объекты неочищенные коллекторно-дренажные воды с полей орошения, площадь которых составляет порядка 900 тыс. га. Объем отведения коллекторно-дренажных вод

(КДВ) в Южно-Казахстанской области в водные объекты за последние годы составил 236–332 млн. м³/год. Только три промышленных предприятия юга республики — ОАО «Химпром», завод минеральных удобрений (г.Тараз), АО «Шымкентнефтеоргсинтез», имеют свои очистные сооружения, остальные крупные предприятия сбрасывают сточные воды в городскую канализацию.

Жамбылская область расположена в центре Южного Казахстана. Характерными особенностями климата Жамбылской области является обилие солнца, засушливость и континентальность. Такие черты объясняются расположением территории области внутри Евроазиатского материка. В области довольно высокая сельскохозяйственная освоенность земель. Количество пахотных земель отмечается в южных районах, прилегающих к рекам Талас, Асса и Шу; наименьшее на севере. Жамбылская область богата минерально-сырьевыми ресурсами. На территории области выявлены и разведаны запасы полезных ископаемых: фосфориты, цветные металлы, минеральные соли, разнообразные строительные материалы.

Загрязнение природных комплексов в юго-западной части области связано с добычей и переработкой фосфоритов. Отходы производства Каратау-Жамбылского промышленного комплекса создали своеобразную биогеохимическую провинцию, границы которой чётко не обозначены. Объемы сбрасываемых дренажных вод в Жамбылской области составляет около 3,7 млн.м³/год. Порядка 640 млн.м³/год сбрасывают нормативно очищенные промышленные сточные воды предприятия Жамбылской области в поверхностные водные объекты, поля фильтрации и пруды-испарители. Муниципальные сточные воды не сбрасываются в поверхностные источники. Крупные очаги загрязнения подземных вод связаны и с деятельностью химических предприятий Жамбылского промышленного района. Так, на участке отстойников фосфорного завода и ПО «Химпром» содержание фтора в этих водах местами превышало нормы в 3–6 раз. На участке полей фильтрации в северо-восточной части города Тараз отмечено значительное повышение минерализации и жесткости подземных вод. В них появились хром и синтетические поверхностно-активные вещества.

Вопрос профилактики кишечной группы инфекций тесно связан с обеспечением населения доброкачественной питьевой водой. По области улучшилось санитарно-техническое и гигиеническое состояние работающих водопроводов. Обеспеченность населения Жамбылской области питьевой водой в 2016 г. составляла - 84,8%, по итогам отчетного периода 2017 г. - 85,1%. Основным источником питьевой воды в области являются подземные воды, которые составляют 84,7% питьевой воды. Главное техногенное воздействие на подземные воды оказывают крупные промпредприятия за счёт сброса сточных вод и выбросов в атмосферу газообразных продуктов.

Предшествующими исследованиями на территории бассейна р. Шу загрязнения подземных вод в районе действующих водозаборов не установлено. Централизованный сбор и очистка сточных вод организована в г. Шу, п. Кызымшек и п. Таукент. Все остальные посёлки имеют необорудованные туалеты без выгребов и лишь 13,5% населения пользуется туалетом с выгребом.

Обеспеченность рассматриваемой территории подземными водами неравномерна. Для хозяйственно-питьевых целей разведано 23 месторождения подземных вод. Запасы пресных подземных вод оцениваются в 806,5 млн. м³ в год, в т. числе с минерализацией до 1 г/дм³ - 757,2 млн. м³/год. Средневзвешенные по бассейну удельные показатели забора, использования воды и водоотведения довольно низкие, что объясняется низким охватом населения централизованными системами ≈ 37%. В городе Тараз действует объединенная система централизованного хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения. Для водоснабжения используются только подземные воды Талас-Ассинского месторождения.

По данным испытательной лаборатории ГКП «Тараз Су» состав воды, подаваемой в сеть из скважин, включая локальные скважины, соответствует всем требованиям Санитарных правил, поэтому дополнительной очистки воды не требуется.

По официальным данным, сейчас в Жамбылской области имеется 189 специализированных площадок для складирования мусора, которых явно не хватает. По области уже накопилось около шести миллионов тонн твердых отходов, а по Таразу – около двух миллионов. Тараз на сегодня является единственным областным центром в Казахстане, где нет очистного сооружения для фильтрации сточных вод. В результате жители близлежащих к полям фильтрации населенных пунктов Жамбылского района страдают от зловония, а также от проникновения стоков канализации в грунтовые воды. Вода в колодцах с запахом, население Жамбылской области часто страдают кишечными отравлениями.

В Алматинской области отмечается низкий уровень экологического загрязнения. Однако, на экологию значительно влияет г. Алматы, как один из основных источников техногенного загрязнения воздушного бассейна и деградации сельхозплощадей в прилегающих регионах. Алматы является самым густонаселенным городом Казахстана (1,5 млн человек) с большим числом автомашин и интенсивным транспортным движением, что неизбежно осложняет экологическую ситуацию. В Алматы ежедневно въезжают более 200 тысяч иногородних машин, а всего в городе зарегистрировано около 650 тысяч машин, выбросы от которых оцениваются в более чем 200 тыс.тонн загрязняющих веществ в год, что составляет около 300 кг на 1-го жителя. Наиболее загрязненными районами остаются Карасайский и Илийский, где расположены теплоэнергокомплексы ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, на долю которых приходится 70% от общего объема выбросов.

В Алматинской области остро стоит проблема складирования и утилизации отходов. На территории области находятся более 700 населенных пунктов, из которых только 354 имеют узаконенные места для складирования ТБО. Ежегодно более 800 тыс. тонн отходов складируются по полигонам. Вывоз ТБО увеличивается, занимая значительные площади земель сельскохозяйственного назначения, необходимо строительство завода по переработке ТБО.

Кызылординская область наиболее подвержена негативному влиянию экологической катастрофы, произошедшей из-за усыхания Аральского моря, которое произошло после строительства в советское время Туркменского канала и забора воды из самой крупной реки бассейна Арала – Амударьи. Так, общая длина коллекторно-дренажных сетей орошаемых площадей только в Кызылординской области достигает 1000 км, однако из общего числа коллекторов только три впадают в р. Сырдарью, качественный состав и объем сточных вод, которых не учитывается. Для водоснабжения левобережья Кызылорды было разведано Кызылжарминское месторождение подземных вод в меловых отложениях, что значительно снизило остроту питьевого водоснабжения областного центра за счет использования доброкачественных питьевых вод.

Проблемы пресной воды и предотвращение загрязнения запасов питьевых подземных вод для всей территории Казахстана является актуальной. Особенно густонаселенные районы юга республики весьма нуждаются в чистой питьевой воде. По разным подсчетам доля пресной воды в общем количестве воды на Земле составляет 2,5-3%. Около 85-90% запасов пресной воды содержится в виде льда. Распределение пресной воды по земному шару крайне неравномерно. В Европе и Азии, где проживает 70% населения планеты, сосредоточено лишь 39% речных вод.

По данным ООН по оценкам ученых на период 2000-х годов более 1,2 млрд.человек живет в условиях постоянного дефицита пресной воды. К середине XXI веска численность живущих при постоянной нехватке воды превысит 4 млрд.человек. В списке стран по наличию возобновляемых водных ресурсов Казахстан занимает 66 место, имея 107,5 км³/год (данные на 2011 год). На первом месте – Бразилия – 8233,0 км³/год, на втором – Россия – 4508,0 км³/год, на третьем – США – 3069,0 км³/год. В водном цикле из общего количества выпадающих на Землю атмосферных осадков 79 % приходится на океаны, 2% - на озера и только 19% - на поверхность суши. Из этого количества воды, которая поступает с осадками на сушу только 2200 км³/год проникает в водоносные подземные горизонты. Вода в XXI веке станет более важным стратегическим ресурсом, чем нефть и газ, поскольку одна тонна

чистой пресной воды в аридном климате уже сейчас дороже нефти. Это районы пустынь Сахары и Северной Африки, центральные районы Австралийского континента, ЮАР, Аравийский п-ов, Центральная Азия [1-7].

В засушливых странах пресная вода берется преимущественно из подземных источников (Марокко – 75%, Тунис – 95%, Саудовская Аравия и Мальта – 100% [8]. Данные представленные в настоящей статье свидетельствуют об особой значимости доброкачественных подземных вод для жизни и деятельности населения, проживающего в аридных регионах Земли и сохранения экологической стабильности экосистем и постоянного слежения за развитием негативных процессов в окружающей природной среде. Антропогенные процессы должны постоянно контролироваться с помощью создания эффективной сети наблюдений за всеми параметрами экосистем окружающей природной среды.

Литературы:

1.Л.И.Эльпинер, В.С.Васильев. Проблемы питьевого водоснабжения в США.М., Наука,1983. – 168.

2. Димакова Н.А., Шарапов Р.В. Проблема загрязнения подземных вод// Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 2. – С. 79-82;

3. Воронцов А. И., Николаевская Н. Г. Вопросы экологии и охраны водной среды. — М.: Инфра-М, 2011. − 98 с.

4. Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие. - М.: Прогресс-Традиция, 2010. – 233 с.

5. Исмагилов Р. Р. Проблемы загрязнения водной среды и пути их решения // Молодой ученый. − 2012. − №11. С. 127-129.

6. Амелин В.Г., Андоралов А.М. Идентификация и определение неоникотиноидных инсектицидов в воде без пробоподготовки методом жидкостной хроматографии с квадруполь – времяпролетным масспектрометрическим детектором. / Экоаналитика 2016. Материалы Междунродной Конференции стр. 5

7. Еремин С.А. Иммуннохимические методы определения пестицидов/ Экоаналитика 2016. Мат-лы Межд. Конф. С.55-56

8. Ресурсы подземных вод. Руководство по социально-устойчивому использованию подземных вод для органов управления водным хозяйством. UNESCO. Под.ред. Стивена Фостера и Дэниела П.Лукаса. IHP–VI, серия по подземным водам №10.Париж,2006. – 39стр.

Ж.Т. Тлеуова, М.А. Мұхамеджанов

Оңтүстік Қазақстанның экологиялық мәселелері және ішуге жарамды жерасты суларының ластануы

Түйіндеме. Мақалада Қазақстанның 4 облысындағы (Оңтүстік Қазақстан, Жамбыл, Алматы, Қызылорда) экологиялық мәселелер қарастырылады. Бұл аудандарда судың ластануының негізгі көздері тау-кен өнеркәсібі, машина жасау, қара және түсті металлургия, құрылыс материалдары, отын және тамақ өнеркәсібі, ауыл шаруашылығы, коммуналдық шаруашылық болып табылады. Мақалада келтірілген деректер Жердің құрғақ аймақтарында өмір сүретін халықтың өмірі мен қызметін және экожүйелердің экологиялық тұрақтылығының сақталуын және қоршаған ортадағы жағымсыз үрдістердің дамуын үздіксіз бақылау, жерасты суларының ерекше маңыздылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: экологиялық мәселелер, атмосфералық ластану, антропогенді ықпал, ішуге жарамды жерасты сулары, экожүйе

Zh.Tleuova, M. Mukhamedzhanov

Ecological problems of Southern Kazakhstan and pollution of drinking groundwater

Summary. At this work are reviewed ecological problems on the territory of 4 region Kazakhstan (South Kazakhstan, Zhambyl, Almaty, Kyzylorda. The main sources of water pollution in these areas are the enterprises of the mining industry, mechanical engineering, ferrous and non-ferrous metallurgy, building materials, fuel and food industry, agriculture, public utilities. The data presented in the article testifies to the special significance of benign groundwater for the life and activities of the population living in arid regions of the Earth and preservation of the

ecological stability of ecosystems and constant monitoring of the development of negative processes in the natural environment.

Keywords. Ecological problems, atmospheric pollution, anthropogenic impact, drinking groundwater, ecosystem.

УДК 556.3

М.М. Тойбаева
Научный руководитель – В.А. Завалей, профессор,
кандидат геолого–минералогических наук
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, город Алматы
Mariyam0728@gmail.com

АНАЛИЗ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АРЫСКУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА В СВЯЗИ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. *Согласно схеме гидрогеологического районирования Республики Казахстан территория относится к Арыскумскому артезианскому бассейну 3-го порядка Тургайской системы артезианских бассейнов.*

На сегодняшний день описываемый водоносный комплекс применяется для централизованного технического водоснабжения в нефтепромыслах Акшабулак - Центральный (месторождение подземных вод Акшабулак, участок подземных вод Нуралы) и рядом участков месторождении подземных вод на Кумколе.

Разведанный водоносный комплекс сенон-палеоценовых отложений является самым перспективным источником для технического водоснабжения (закачки в пласт) на участке Нуралы. Сенон-палеоценовые отложения погружаются с северо-востока на юго-запад. Технологической схемой отработки нефтяного месторождения Нуралы для закачки в пласт технической воды предусматривается совместная эксплуатация палеоценового и сенонского водоносных горизонтов.

Ключевые слова: *Арыскумский артезианский бассейн, водоносный горизонт, скважина, дебит, месторождение, подземные воды, водозабор, минерализация.*

Подземные воды Арыскумсого артезианского бассейна для целей орошения использовались в период 1978-1990 г.г. Для питьевого (сенонский горизонт) и технического (верхнеальб-сеноманский горизонт) водоснабжения с целью закачки в нефтеносный пласт для поддержания пластового давления нефтеносных горизонтов на месторождении нефти Кумколь подземные воды эксплуатируются с 1988 года.

Административно площадь входит в состав Кызылординской области Республики Казахстан. Железнодорожные станции Жосалы, Жалагаш Жезказган являются наиболее близкими населенными пунктами к изучаемому региону. Орографически район представляет собой низменную равнину. Представленная область находится в зоне внутриматериковых пустынь, для которых свойственен резко континентальный климат с высокими амплитудами колебаний годовых и суточных температур, холодной, малоснежной зимой, жарким и засушливым летом.

В геолого-структурном отношении описываемая территория приурочена к центральной части Арыскумской мульды, входящей в состав Южно-Тургайской впадины Тургайского прогиба. Породы палеозойского фундамента, отложения юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой систем, четвертичные и современные отложения относятся к геологическому строению района [2].

Влияние Главного Каратауского разлома на динамику напорных подземных вод меловых отложений региона исследовано в период разведки подземных вод Мынбулакского и Сузакской группы месторождений подземных вод.

Согласно схеме гидрогеологического районирования Республики Казахстан территория относится к Арыскумскому артезианскому бассейну 3-го порядка Тургайской системы артезианских бассейнов. Только крайняя юго-западная часть области относится к Нижне-Сырдарьинскому сводовому поднятию, входящий в Сырдарьинскую систему артезианских бассейнов.

В представленной территории выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы:

- водоносный комплекс объединенных четвертичных отложений различного генезиса (Q);
- водоносный горизонт верхнеплиоцен-четвертичных отложений (N23 – Q);
- воды спорадического распространения в средне-верхнеплиоценовых (N22-3) и нижнее-среднеплиоценовых (N21-2) отложениях;
- водоносный горизонт верхнеолигоценовых отложений (P33);
- водоносный комплекс спорадического распространения в нерасчлененных сенон-палеоценовых отложениях (K2sn-P1);
- водоносный горизонт и воды спорадического распространения в туронских отложениях (K2t);
- воды спорадического распространения в нерасчлененных сеноман-туронских отложениях (K2s-t);
- водоносный комплекс верхнеальб-сеноманских отложений (K1al3 -K2s);

Арыскумский артезианский бассейн характеризуется особыми гидродинамическими условиями, на территории которого находятся солончаковое озеро Арыс и солончак Эспе, они считаются очагом региональной разгрузки потоков подземных вод, передвигающихся со стороны гор Улытау и Чу-Сарысуской системы артезианских бассейнов.

Разведанный водоносный комплекс сенон-палеоценовых отложений является самым перспективным источником для технического водоснабжения (закачки в пласт) на участке Нуралы. Сенон-палеоценовые отложения погружаются с северо-востока на юго-запад.

Водоносный комплекс сенон-палеоценовых отложений характеризуется достаточно высокой водоносностью. В пределах района пробурено большое количество скважин, опробовавших верхний и нижний водоносные горизонты комплекса. Дебиты скважин вскрывающих верхний водоносный горизонт в зоне самоизлива, достигают 20 $дм^3/с$ при понижении уровня воды на 37,5 м. Дебиты скважин, вскрывших не самоизливающиеся воды, составляют 5-10 $дм^3/с$ при понижении уровня воды на 6-58 м. Основная территория комплекса характеризуется минерализацией подземных вод от 1,5-3,5 $г/дм^3$. Только северная часть участка, которая приближена к области питания в горах Улытау наблюдаются воды с минерализацией 1,0 г/дм3. Состав вод в основном сульфатно-хлоридные натриевые, реже хлоридные натриевые [1].

На сегодняшний день описываемый водоносный комплекс применяется для централизованного технического водоснабжения в нефтепромыслах Акшабулак - Центральный (месторождение подземных вод Акшабулак, участок подземных вод Нуралы) и рядом участков месторождении подземных вод на Кумколе.

Кровлей водоносного комплекса сенон-палеоценовых отложений являются водоупорные глины эоцена. Песчано-глинистые образования турона подстилают комплекс. Водовмещающие породы представляют собой средне и мелкозернистые пески, залегающие в виде слоев в толще глин. Подошва водоносного горизонта характеризуется глинистыми отложениями турона, вскрывающимися на глубине 295-469 м. Данные отложения показывают небольшую мощность – 2-12 м, вследствие чего, граница сенон-палеоценового комплекса и туронского водоносного горизонта не имеет выдержанного

регионального водоупора и образуется единая гидравлически взаимосвязанная водоносная система.

Водоносные горизонты являются напорными и пьезометрические уровни устанавливаются на глубине в пределах 14-16 м ниже поверхности земли на севере участка Нуралы и 84-87 м на юге участка. Толща плотных глин мощностью 5-50 м разделяет верхний и нижний водоносные горизонты. По этой причине разность пьезометрических напоров составляет от 3 до 5 м.

Описываемый комплекс сенон-палеоценовых отложений является единственным и наиболее перспективным источником для организации централизованного технического водоснабжения предприятий нефтедобывающей отрасли. Основным методом оценки эксплуатационных запасов подземных вод является математическое региональное моделирование подземных вод водоносного комплекса сенон–палеоценовых отложений Арыскумского артезианского бассейна и локальное моделирование подземных вод этого водоносного комплекса на водозаборах Нуралы и Акшабулак.

Таблица 1 - Результаты опробования водоносного комплекса сенон-палеоценовых отложений

№№ скв.	Глубина, м	Инт. залегания, м	Эффект. мощн, м	Интервал опробования, м	Дебит, $дм^3/с$	Понижение, м	Уровень, м
3301	398	270-390 (2 слоя)	64	273,9-296,6 356,0-367,4	5,0	4,2	32,2
1009	380	219-374 (5 слоев)	54	272,5-283,5 304,7-315,6 363,9-368,7	14,3 (16,3)	12,2 (14,2)	15,40
1010	382,2	220-374 (5 слоев)	52	246,5-256,3 305,6-316,5 361,7-372,5	11,1 (14,3)	10,1	14,07
0654	382	290-372	45	338-357	5,5	20,0	86,57
1536	400	347-400 (2 слоя)	29	347,5-359,5 363,5-380,1	30,0	16,2	83,9
1537	400	347-400 (2 слоя)	29	348,1-360,1 364,3-381,0	22,5	17,27	85,5
3302	393	334-382,6 (2 слоя)	34	355,6-344,6 382,6-361,9	7,0	6,0	80,0

Техническим заданием предусматривалось проведение доразведки подземных вод водоносного комплекса сенон-палеоценовых отложений месторождения Нуралы Арыскумского артезианского бассейна с оценкой эксплуатационных запасов подземных вод по категории А+В+С1 в количестве 10,0 тыс. м3/сут с целью расширения технического водозабора. По результатам рассмотрения ГКЗ принято, что, потребность в технической воде нефтепромысла составляет 10,0 тыс. м3/сут или 115,7 дм2/cm [1].

Участок разведки подземных вод имеет простые гидрогеологические условия. Продуктивный водоносный комплекс сенон-палеоценовых отложений распространен на значительной площади бассейна, выдержан по мощности и площадному простиранию, достаточно однороден по литологии и фильтрационным свойствам, перекрывается слоями плотных водоупорных глин, и подстилается не менее мощной водонапорной системой водоносных горизонтов турона и сеномана.

Технологической схемой отработки нефтяного месторождения Нуралы для закачки в пласт технической воды предусматривается совместная эксплуатация палеоценового и сенонского водоносных горизонтов. Продуктивная водонапорная толща представляет собой изолированный в разрезе и полуограниченный в плане мощный напорный водоносный комплекс.

В описываемом районе эксплуатационные водоносные горизонты хорошо защищены от проникновения загрязненных, бытовых и технических стоков до 200 м пачкой водопроницаемых эоценовых глин.

Государственная Комиссия по запасам утвердила запасы в следующих промышленных категориях:

Категория А – фактически подтвержденный суммарный дебит водозабора в количестве 1640 м3/сут;

Категория В – расчетная производительность водозабора при непрерывной эксплуатации, определенные опытными откачками подземных вод из скважин в период количестве с суммарным дебитом 91,7 л/с, за вычетом категории А (1640 м3/сут) в количестве 6282 м3/сут;

Категория С1 – расчетная производительность водозабора при непрерывной эксплуатации, за вычетом запасов категории А+В (7922 м3/сут), обеспеченной естественными ресурсами подземных вод, в количестве 2078 м3/сут.

Подземные воды на месторождении нефти Нуралы применяются для закачки в нефтеносный пласт с целью поддержания пластового давления нефтеносных горизонтов по особой технологии. В данное время посредством откачки подземных вод 11 эксплуатационных скважин осуществляется техническое водоснабжение нефтепромысла Нуралы. Проектируется пробурить 4 эксплуатационных и 1 резервную скважины.

Литературы:

1. Сатпаев Г.А., Некрасов Б.А., Узенбаев Е.Б. Отчет по результатам доразведки и переоценки запасов подземных вод водоносного комплекса сенон-палеоценовых отложений Арыскумского артезианского бассейна на участке Нуралы в Кызылординской области для технического водоснабжения (закачки в пласт) нефтепромысла Нуралы

2. Кугешев А.К., Ережепов Н.Е. Обобщение гидрогеологических материалов и региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод Торгайской системы артезианских бассейнов, 1979 г.

3. Справочник. Месторождения подземных вод Казахстана. Том-1, Западный и Южный Казахстан. Алматы, 1999 г.

М.М.Тойбаева

«Мұнай -газ кешені нысандарын техникалық сумен қамсыздандыруды ұйымдастырумен байланысты Арысқұм артезианды бассейнінің гидрогеологиялық жағдайларын талдау»

Түйіндеме. Қазақстан Республикасының гидрогеологиялық аудандастыру схемасына сәйкес аумақ Торғай артезиан бассейндері жүйесінің 3-реттегі Арысқұм артезиан бассейніне жатады.

Бүгінгі күні сипатталған су жеткізу кешені Ақшабұлақ - орталық мұнай кәсіпшілігінде (Ақшабұлақ жер асты сулары кен орны, Нұралы жерасты сулары учаскесі) және Құмкөлдегі жер асты сулары кен орнының бірқатар учаскелерін орталықтандырылған техникалық сумен жабдықтау үшін қолданылады.

Сенон-палеоцендік шөгінділердің барланған су тұтқыш кешені Нұралы учаскесінде техникалық сумен жабдықтау (қабатқа айдау) үшін ең перспективалы қайнар көзі болып табылады. Ксенон-палеоцендік шөгінділер солтүстік-шығыстан оңтүстік-батысқа қарай батырылады. Техникалық су қабатына айдау үшін Нұралы мұнай кен орнын қазудың технологиялық схемасында палеоцендік және сенондық сулы қабаттарды бірлесіп пайдалану көзделеді.

Түйінді сөздер: Арысқұм артезиан бассейні, су тұтқыш көкжиек, ұңғыма, дебит, кен орны, жер асты сулары, су жинау, минерализация.

M.M.Maratovna

«Analysis of the hydrological conditions of the Ariskum artesian basin in connection with the organization of technical water supply of oil and gas facilities»

Summary. According to the scheme of hydrogeological division into districts of the Republic of Kazakhstan the territory belongs to the Aryskumsky artesian basin of the 3rd order of the Turgai system of artesian basins.

Today the described water-bearing complex is applied to the centralized technical water supply in oil fields Akshabulak - Central (the field of underground Akshabulak waters, the site of underground waters of Nurala) and a number of sites the field of underground waters on Kumkol.

The explored water-bearing complex of senon-Palaeocene deposits is the most perspective source for technical water supply (downloading in layer) on Nurala's site. Zenón-Palaeocene deposits plunge from the northeast on the southwest. The technological scheme of working off of the oil field of Nuraly for downloading in layer of service water provides joint operation of Palaeocene and senonsky aquifers.
Keywords: Aryskum artesian basin, aquifer, well, output, field, underground water, water intake, mineralization.

УДК 553.98

Р.Х. Узбекгалиев, Р.Г., Ходжаев
Казахский национальный исследовательский университет имени К.И. Сатпаева,
Казахстан, г. Алматы
khojayevr@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-МАНГЫШЛАКСКОГО БАССЕЙНА

Аннотация. *Рассмотрены особенности геологическое строения и изучение перспективы триасовых отложений в связи с обнаружением на ряде площадей залежей углеводородов с промышленными кондициями, новыми представлениями о благоприятных условиях залегания, указывающих на возможное образование крупных по размерам зон вероятного скопления углеводородов, в последнее время приобретает актуальное значение. Южно-Мангышлакский бассейн представляет высокий интерес поисково-разведочных работ.*

Ключевые слова: *триасовые отложения, вулканогенно-карбонатные породы, месторождение, залежь, вторичный коллектор, газ, нефть, пластовая вода, запасы*.

Южно-Мангышлакская нефтегазоносная область представляет собой обширную область прогибания, протягивающуюся Северным ограничением этой зоны являются Мангышлакская и Центрально-Устюртская системы поднятий, в пределах которых выделяются Беке- Башкудыкский, Тумгачинский валы и Чакырганский, и другие прогибы. На юге нефтегазоносная область включает районы Песчаномысского блока и северный склон Карабогазского свода, а на востоке до Карынжарыкской седловины, на западе продолжается в районе Каспийского моря (рис.1).

Стратиграфический разрез вскрытых бурением пород Южного Мангышлака, достаточно широк. Мощность платформенного чехла Южного Мангышлака достигает 4000-6000 м. В строении прогиба принимают участие пермо-триаского и юрско-палеогеновый комплексы, перекрытые полого залегающими неогеновыми и четвертичных отложениями. Фундамент сложен преимущественно терригенными и карбонатно-терригенными толщами, метаморфизованными в зеленосланцевой фации регионального метаморфизма, прорванными гранитными интрузиями. На породах фундамента ложатся с размывом отложения позднепермско-триасового возраста. При этом красноцветные грубообломочные отложения верхней перми, имеют локальное распространение и на породах фундамента залегают преимущественно разновозрастные породы триаса или даже юры. В составе триасового разреза выделяется пестроцветный в основном алевролито-аргиллитовый комплекс нижнего триаса, сформировавшийся в континентальной обстановке, вулканогенно-карбонатный морской среднетриасовый и вулканогенно-терригенный верхнетриасовый комплексы отложений. В зависимости от фациальных условий образования выделяются как терригенные типы пород, так и породы морского происхождения [1].

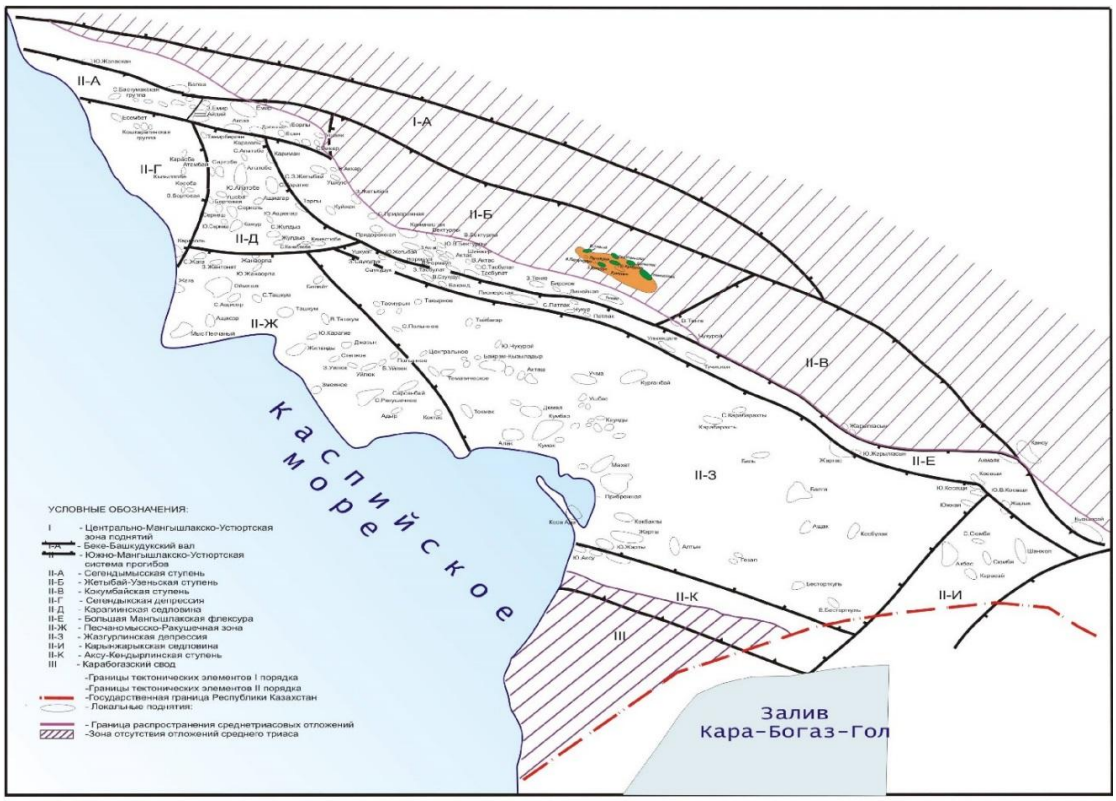


Рисунок 1 - Тектоническая схема и схема распространения среднетриасовых отложений Южного Мангышлака

Триасовым отложениям рассматриваемых регионов характерны большие градиенты изменения мощностей отдельных стратиграфических подразделений, резкая смена фаций накоротком расстоянии, наличие стратиграфических, в том числе нередко угловых, несогласий между установленными литостратонами, большая анизотропия в обломочных, карбонатных и вулканогенно-обломочных коллекторах. Карбонатные коллекторы локализованы в среднем триасе в туфогенно-доломитовой и туфогенно-известняковой толщах. По вещественному составу среди них встречаются доломиты, оолитовые известняки, оолитовые и органогенно-детритовые известняки. По морфологии порового пространства среди карбонатных пород выделяются порово-трещинные, порово-кавернозные и трещинные коллекторы.

В конце триасового времени на Мангышлаке произошли резкие тектонические движения, в результате которых пермо-триасовые породы в районе Центрального Мангышлака были смяты в крутые складки и претерпели инверсию. С этого времени на территории, расположенной к югу и к северу от Центрального Мангышлака, начали формироваться крупные платформенные прогибы: Южно-Мангышлакский и Южно-Бозашинский, где в последующее время происходило интенсивное накопление осадков. Так как исходящие движения преобладали, то в пределах Южно-Мангышлакского прогиба образовались в основном крупные впадины, среди которых локальные поднятия занимают как бы подчиненное положение (рис.2).

В среднеюрское время направленность тектонического развития территории в целом сохраняется: областям увеличенных мощностей нижней юры соответствуют области максимальных мощностей средней. Этот факт говорит об унаследованном характере развития территории в ранне среднеюрское время.Эта территория испытала длительное и устойчивое прогибание, компенсированное накоплением мощных толщ осадочных пород (рис. 3). Именно в такой обстановке складывались условия, благоприятные для захоронения и преобразования органического вещества и формирования скоплений нефти и газа.

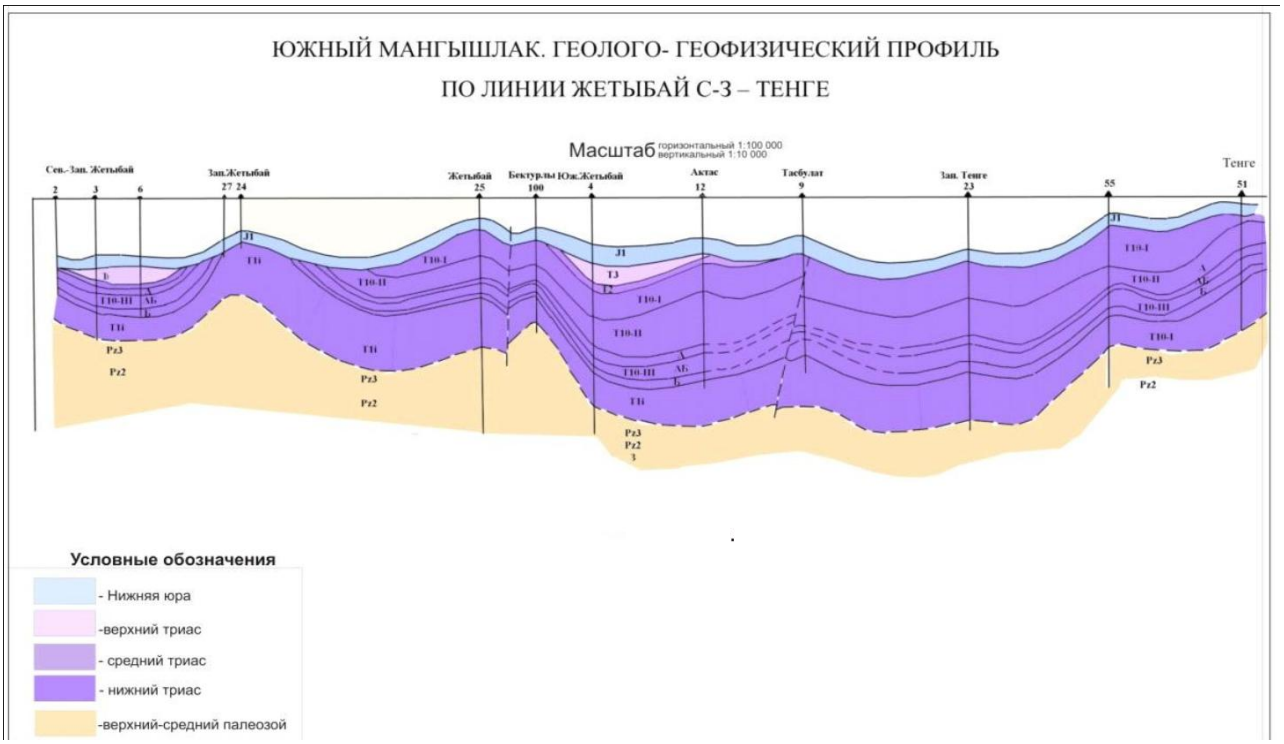


Рисунок 2 - Южный Мангышлак. Геолого-геофизический профиль по линии С-З Жетыбай – Тенге

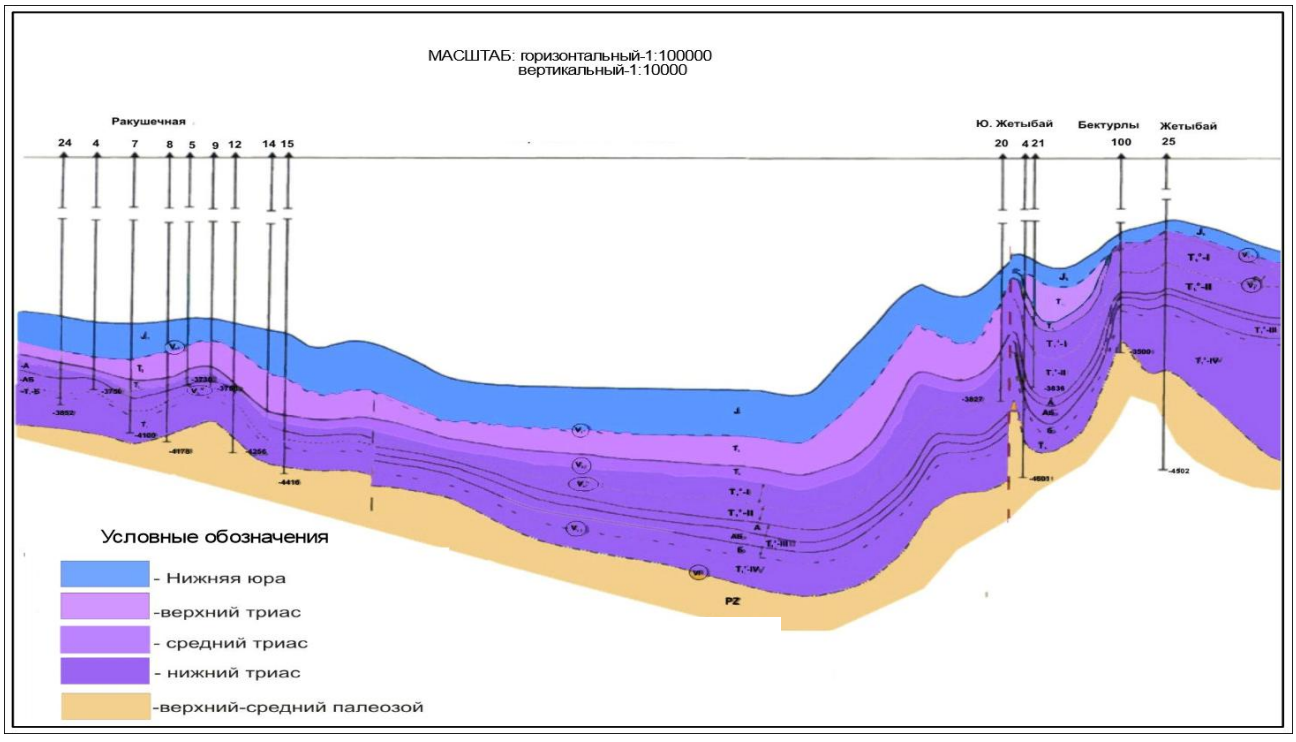


Рисунок 3 - Южный Мангышлак. Геолого-геофизический профиль по линии Жетыбай-Ракушечная

Разные участки этой территории отличаются по степени своей перспективности. Изучение современного структурного плана и палеогеологических особенностей структурных элементов в сочетании с данными по литологическому составу и гидрогеологическим показателям позволили провести качественную оценку перспектив

нефтегазоносности исследуемой территории. В связи с этим данные о характере изменений стратиграфического диапазона, литологии и мощностей отложений платформенного чехла по территории Южного Мангышлака в целом накапливались очень медленно. Это обстоятельство затрудняло общую оценку перспектив нефтегазоносности района. Основной продуктивной толщей на этой территории являлась серия преимущественно песчано-глинистых отложений нижней, средней и частично верхней юры.

Продуктивность юрских отложений уже доказана, и нужно идти дальше, рассматривать, начать исследовать другие возможно более перспективные пермо-триасовых отложений. Предсреднетриасовое время произошло поднятие территории Мангышлака, что привело к размыву нижнетриасовых отложений. Последовавшая трансгессия моря в среднем триасе охватила значительную часть территории, где в нормальных морских условиях отлагались известняки, аргиллит с прослоями туфогенных пород. После непродолжительного перерыва и слабых тектонических движений, приведших к размыву, началось позднетриасовое время с развитием глинистых осадков прибрежного характера мелководного моря и песчаных, аллювиальных отложений. Верхнетриасовым отложениям характерно высокое содержание органического вещества в отдельных отложениях, что значительно повышает их нефтегазогенерирующие свойства. Фациальные различия при рассмотрении одновозрастных образований, в целом, невелики. Наиболее существенные изменения фациальных обстановок наблюдаются в широтном направлении, что обусловлено распространением морских трангрессий в восточном направлении, как в триасовом, так и в юрском периодах. Более значительные изменения отмечаются для юрского этапа, поскольку в структурно-тектоническом отношении впадина была дифференцирована в большей степени. Это могло обусловить появление различных подтипов нефтей, формировавшихся в западных и восточных частях региона [2].

В пределах Жетыбай-Узеньской ступени наиболее обогащены органическим веществом отложения среднеюрского возраста и средне-верхнего триаса. В настоящее время триасовых отложений промышленные притоки нефти и газа получены на площадях Южный Жетыбай, Северо-Ракушечной, Северное Карагие, Атамбай-Сартюбе, Алатобе, Аккар, Оймаша и др. непромышленные зафиксированы при опробовании площадей Актас, Махат, Прибрежная и др.

Результаты испытаний и детальное расчленение триасовых отложений в региональном плане позволило выделить ряд продуктивных горизонтов внутри отдельных частей разреза. Так с отделом верхнего триаса связаны два продуктивных горизонта Т3-А и Т3-Б, верхний - Т3-А горизонт в объеме отвечает Жазгурлинской свите, а нижний - Т3-Б Североракушечной. Промышленная нефтегазоносность их определена только на Жетыбай-Узенской ступени Карагиинской седловине.

Нефтегазопроявления обнаружены на площадях Северо-Ракушечная, Каунды, Придорожная и др. В среднем триасе содержатся продуктивные горизонты Т2-А, Т2-Б, по объему отвечающие Южно-Жетыбайской свите, которая делится на две подсвиты и четыре литологические пачки. С верхней подсвитой связаны продуктивные горизонты Т2-А, Т2-Б, с нижней подсвитой, главным образом, со средней и нижней частями ее – продуктивный горизонт Т2-Б. Промышленная нефтегазоносность среднетриасовых продуктивных горизонтов доказана на большом количестве пробуренных скважин в пределах Жетыбай-Узеньской ступени, Карагиинской седловине и Песчаномысско-Ракушечного свода. С наличием нефтегазоносности в нижнем отделе триаса связаны три продуктивных горизонта (Т1-А, Т1-Б и Т1-В). Первые два по объему отвечают Долинапинской свите, соответственно располагаясь в верхней и нижней частях ее. Продуктивный горизонт Т1-Б приурочен к мощной Узеньской свите.Здесь следует оговориться, что выделение продуктивных горизонтов внутри оленекского яруса имеет условный характер, поскольку нельзя пока четко ограничить мощность выделяемых продуктивных горизонтов. Стратификацию продуктивных горизонтов, их номенклатуру и в пределах локальных структур Южного Мангышлака можно считать обоснованной, и в этом случае представляется целесообразным

провести анализ основных показателей продуктивных горизонтов по ряду локальных площадей рассматриваемого геологического региона [3].

В пределах исследуемой территории были установлены залежи нефти и газа в средне-верхнетриасовых отложениях на месторождениях Северный Аккар, Алатюбе, Северное Карагие, Атамбай-Сартюбе, Ащиагар и нефтегазоконденсатное – Придорожное, газонефтяное Оймаша получены прямые признаки. Промышленная продуктивность генетически связана с зонами развития вторичных коллекторов в карбонатах среднетриасового возраста. Промышленная нефтегазоносность терригенных отложений верхнего триаса и карбонатных отложений среднего триаса доказана как в пределах исследуемых территорий.

Ожидать открытие залежей углеводородов на рассматриваемой территории можно в средне-триасовых и верхне-триасовых отложениях. Безперспективность нижнетриасовых отложений связана с крайне низкими емкостно-фильтрационными свойствами слагающих пород. В условиях низкопроницаемого разреза основная роль в аккумуляции УВ принадлежит зонам развития вторичных коллекторов. Указанный факт обусловливает необходимость разработки новых методических приемов прогнозирования и поисков подобных зон.

В качестве первоочередных участков поисково-разведочных работ выделяются по результатам выполненных исследований можно отметить, что помимо выявленных антиклинальных поднятий, перспективными могут также быть и ловушки неантиклинального типа (литологические, стратиграфические и др.). Поскольку зоны развития вторичных коллекторов в низкопроницаемом разрезе являются либо доминирующим, либо единственным типом резервуаров для УВ, то совершенно очевидно, что ловушки, к которым приурочены залежи нефти и газа могут быть представлены и неструктурными формами.

Структурный фактор в локализации этих залежей решающего значения не имеет. Поэтому для получения более достоверных данных рекомендуется проведение высокоразрешающих сейсморазведочных работ 3D в пределах Песчаномысско-Ракушечной зоне, Карагиинской седловине и в южной части Жетыбай-Узенской ступени Жазгурлинской депрессии с последующей постановкой бурения глубоких скважин на первоочередных поисковых объектах.Между тем эффективность поисково-разведочных работ в Западном Казахстане в значительной степени может быть повышена применением результатов комплексных седиментологических исследований пермо-триасовых отложений Южного Мангышлака.

Литературы:

1. В.И. Попков, А.А. Рабинович, А.И. Тимурзиев. Новые направления поисков залежей нефти и газа на Мангышлаке. (КазНИПИнефть) Шевченко, 1990 г.

2. С. М. Оздоев, М. А. Машрапова, Н. Тлеуберди. Геохимия органического вещества и нефтегазоматеринский потенциал мезозойских пород Мангышлака и Устюрта. http://kzenergy.kz/2017/11/30/mashiny-dlya-neftyanki-2

3. С.Е. Чакабаев. Геология и нефтегазоносность Южного Мангышлака, под редакцией к. геол.-мин.н. Алма-Ата – Недра, 1967г.

4. Сборник трудов Выпуск 1, АО НИПИнефтегаз, https://www.nipi.kz/upload/iblock/0de/Сборник, №201-2014.pdf/ 2014.

5. Триас Южного Мангышлака. М.,Недра, (ВНИГНИ ТРУДЫ ВЫПУСК224).-1981.-210с.

Р.Х. Узбекгалиев, Р.Г. Ходжаев

Оңтүстік Маңғышлақ алабы триас түзілімдері мұнайгаздылығының болашағы

Түйіндеме. Оңтүстік Маңғышлақ мұнайгазды алабының геологиялық құрлысы мен триас түзілімдері болашағының маңыздылығы қарастырылған. Оңтүстік Маңғышлақ алабында көмірсутектер кеніштерінің жаралуына қолайлы жағдайлар жасалуына байланысты өндірістік мәні бар көптеген кенорындар ашылды.

Оңтүстік Маңғышлак алабы іздеу-барлау жұмыстарын жүргізуді қажет етеді, осы аймақта көптеген көмірсутек шоғырлары бар деп кутілуде.

Кілт сөздер: триас түзілімдері, вулканогендік-карбонат таужыныстар, кенорын, кеніш, екінші жәрежелі коллектор, газ, мұнай, қор.

R.H. Uzbekgaliev, R.G. Khojaev

Oil and gas potential of the Triassic sediments of the South Mangyshlak basin

Summary: The features of the geological structure and prospects for the study of a number of areas of hydrocarbons by industrial conditions, favorable conditions of occurrence of new productions. The South Mangyshlak basin is of great interest for exploration.

Key words: Triassic deposits, volcanic-carbonate rocks, Deposit, deposits, second reservoir, gas, oil, reserves.

УДК 551.73/.78

Р.Д. Урлешева

Научный руководитель – Р.Х.Узбеккалиев, кандидат геолого-минералогических наук, академический доцент

Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

urlesheva@mail.ru

ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ БУЗАЧИНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

Аннотация. *Приурочен район к Бузачинскому своду. Здесь кровля доюрских отложений располагается на глубине 0,7-2,3 км. В пределах района известны нефтяные и газонефтяные месторождения, интенсивно нарушенные с залежами в среднеюрско-меловых отложениях. Из известных месторождений одним из первых открытых было месторождение Каражанбас. Приурочено оно к брахиантиклинальной складке субширотного простирания. Разрывными нарушениями оно разбито на 6 блоков, отличающихся различными размерами залежей и положением ВНК. На месторождении установлено пять продуктивных горизонтов в нижнем мелу (неоком) и два - в средней юре. Перспективы района связывают с западным продолжением в акватории Каспия, где уже установлено Западно-Каражанбасское месторождение и выявлено поднятие Курмангазы.*

Ключевые слова: *Бузачинский свод, литология, стратиграфия, фация.*

Литолого-стратиграфические особенности отложений

В результате структурно-поискового и разведочного бурения, проведённого в Северо-Бузачинском районе на месторождении Каражанбас, Каламкас, Каракудык, Арман вскрыт мезо-кайнозойский разрез толщиной до 3750 м (скважина Г-2) [1]. Начатые в конце 70-х годов прошлого столетия биостратиграфические исследования в поисковых и разведочных скважинах, включающие данные по литологии, макро- и микрофауне, палинологии, и продолжающиеся до настоящего времени, лежат в основе стратиграфического расчленения продуктивной юрско-меловой толщи.

Пробуренными скважинами, на северо-западе района, на месторождении – Каражанбас (рис. 1), Каламкас, на северо- востоке – Комсомольское, на севере – Арман, в юго-западе - Каракудык вскрыты отложения раннетриасового, среднеюрского и раннемелового возраста.

Мезозойская группа - Mz.

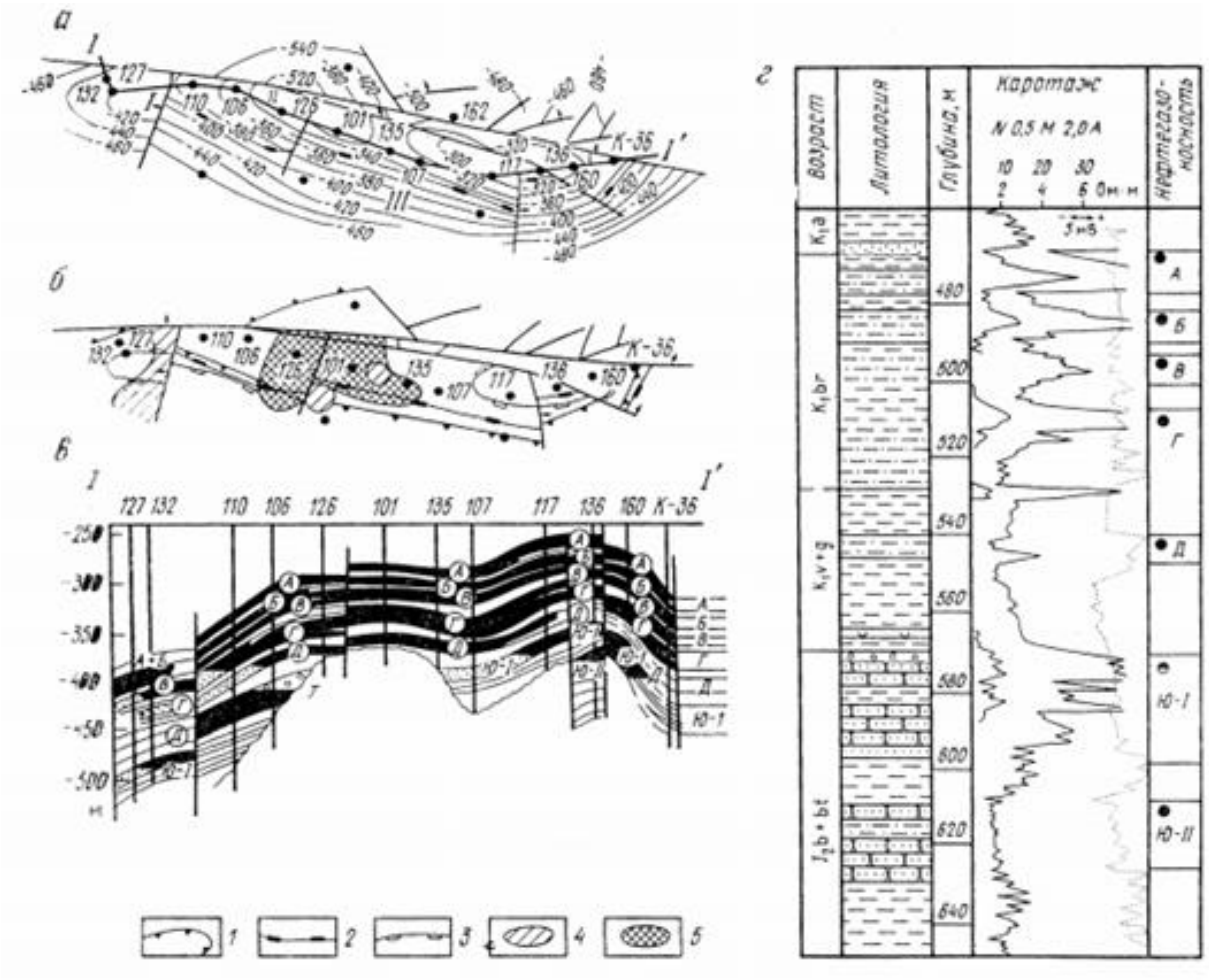
Мезозойские отложения в пределах месторождения Каражанбас расчленяются на два литолого-фациальных комплекса: юрский и меловой, разделенные региональным стратиграфическим несогласием. Юрско-меловые породы залегают со стратиграфическим и угловым несогласием на нижнетриасовых отложениях (на периклиналях – юрские, в сводовой части – меловые).

Триасовая система – T

Триасовые отложения представлены только нижним отделом, в составе индского и оленекского ярусов.

Индский ярус T1i вскрыт только в единственной поисковой скважине Г-2 толщиной 1000 м и представлен переслаиванием песчаников темно-серых полимиктовых и аргиллитов темно-коричневых и темно-серых до почти черных с прослоями алевролитов. Встречаются единичные миоспоры: Psilatriletes triassicus Viss., Toroisporites atavus Aeinh., Striatites sp., Gnetaceapollenites? sp., Disaccites gen. sp., Cycadopites sp., Stenozonotriletes sp.

Отложения оленекского яруса T1o, подстилающие юрско-меловую продуктивную толщу, имеют региональное распространение и представлены пестроцветной терригенной формацией, состоящей, в основном, из аргиллитов темно-серых, бурых, шоколадных с прослоями мергелей и глинистых известняков. В составе органических остатков определены остракоды: gerdalia Vetlugensis Bel., G. Clara Mich., G. Defecta Schl., Darwinula sp.; миоспоры: Punctatisporites sp., Verrucosisporites sp.; микрофитопланктоны. Вскрытая толщина в скважинах колеблется в пределах от первых единиц до 279 м (скважина 12К), за исключением двух глубоких разведочных скважин, в которых составляет: Г-1 – 2282 м и Г-2 – 2272 м [2].



а) структурная карта кровли продуктивного горизонта Г барремского яруса; б-схема сопоставления контуров нефтеносности продуктивных горизонтов; в-геологический профиль по линии I-I; г-разрез продуктивной части отложений.

Контуры нефтеносности горизонтов: 1-А, 2-Г, 3-Ю-1; зоны отсутствия горизонтов: 4-А, 5-Ю-1

Рисунок 1 – Нефтяное месторождение Каражанбас (по Т.И. Бадоеву)

Юрская система - J

В разрезе юрской системы присутствуют только два отдела: нижний и средний, представленный батским и байосским ярусами.

Отложения нижнего отдела J1 имеют ограниченное распространение и установлены по данным палинологии лишь в восточной части структуры. Они представлены глинами серыми с буроватым оттенком, плотными, карбонатными с включением зерен угля и пирита, с прослоями песков буровато-серых мелкозернистых кварцевых, глинистых, с запахом УВ. В составе органических остатков определены миоспоры: Cyathdites sp., Cycadopites sp., Pinuspollenites sp., Piceapollnites sp., Lucopodiumsporites sp., Keukisporites Variegatus Coup, Eucommiidites sp., Camptotriletes cerebriformis Naum; микрофитопланктон, единичные формы Disaccites gen. sp., водорослеподобные формы, углефицированная органика. Таксономический состав микрофоссилий, наличие глинистых минералов и литологические особенности позволяют сделать вывод прибрежно-морских условиях осадконакопления с участием лагунных фаций.

Среднеюрские отложения J2 на месторождении представлены двумя ярусами (батским и байосским). В целом, среднеюрские отложения имеют широкое распространение и большие толщины (до 617 м), причем отмечается уменьшение толщин в пределах структуры с востока на запад, до полного выклинивания в своде.

По литологическим особенностям и данным изучения органических остатков (палинология) отложения сопоставляются с Карадирменской свитой Горного Мангышлака нижнебайосского возраста.

В низах разреза развиты континентальные фации (озерно-болотные и лагунно-дельтовые). В верхней части нижнего байоса распространены фации прибрежного мелководья (опресненные заливы, русловые, дельтовые, баровые).

Данные отложения в разрезах скважин западной части структуры несколько отличаются от разреза восточной части - увеличивается количество карбонатного цемента при отсутствии углей и углефицированной органики. Отложения представлены алевролитами крупно- и среднезернистыми, глинистыми, глинами алевритистыми и песчаниками с карбонатным цементом. В составе глинистых ассоциаций преобладают гидрослюда и монтмориллонит.

В западном направлении наблюдается увеличение карбонатности песков и песчаников вплоть до образования пропластков известняков [1].

В восточном направлении, где возрастает толщина юрских отложений, литологическая граница между стратиграфичекими подразделениями (судя по анализам шлама) менее отчетлива. В разрезе скважины 2715 в верхней части верхнебайос-батских отложений наблюдаются прослои глин (306-307 м) темно-серых и серых с большим количеством окатанных обломков макрофауны, что свидетельствует о внутриформационном перерыве, обусловленном сменой литофациальных условий и стратиграфическим несогласием. Над глиной залегают пески темно-серые кварцевые битуминозные (304-506 м, 304-505 м), содержащие микрофоссилии келловейского яруса. [1]

Меловая система - К

Меловая система представлена нижним отделом и включает в себя отложения неокомского надъяруса (берриас-валанжинского, готеривского ярусов, кугусемской свиты - верхний готерив-баррем), аптского и альбского ярусов.

Породы неокома K1nc трансгрессивно залегают на среднеюрских и нижнетриасовых (свод структуры) отложениях.

К отложениям берриас-валанжинского K1b-v и нижней части готеривского K1g1 ярусов приурочен продуктивный пласт Д.

Литологически они представлены переслаиванием сероватых песчаников мелкозернистых, слабосцементированных с глинами серыми, зеленовато-серыми и кирпично-красными, уплотненными, неслоистыми, неизвестковистыми, переходящими в верхней части в карбонатные алевролитами слабо сцементированными; В отложениях

отмечены фораминиферы: Glomospirella multivoluta, Lagenomina bartensteini Mjatl., Recurvoides ex gr. princeps, Triplasia sp., Lenticulina andromeda Esp. et Sig., L. espitaliei Dieni et Massari и палиноморфы: Classopollis spp., Piceapollenites mesozoicus [1].

Таксономический состав палинокомплексов и фораминифер свидетельствуют о связи берриас-валанжинских микрофаунистических и палинологических ассоциаций с одновозрастными отложениями Восточного Прикаспия, Мангышлака, Северного Кавказа и других регионов.

Все вышеприведенное позволяет сделать вывод, что формирование данных отложений происходило в условиях мелководного морского и слабоопресненного бассейнов при жарком и достаточно влажном климате.

Отложения верхнего готерива–баррема K1g1-br (кугусемской свиты) представлены переслаиванием красно-бурых, зеленовато-серых глин, алевролитов мелко-крупнозернистых, песчаников мелкозернистых, полимиктовых, алевритистых и песков серых до черных, мелкозернистых, некарбонатных, кварцевых, с запахом УВ.

К данной пачке пород приурочены продуктивные пласты А, Б, В и Г [1].

Образование осадков происходило в морской среде внутреннего шельфа период ранний валанжин - ранний баррем.

Аптский ярус K1a со стратиграфическим несогласием перекрывает породы кугусемской свиты. В основании яруса прослеживается базальный песчано-алевролитовый горизонт толщиной до 20 м. Выше залегает толща черных неслоистых глин с редкими прослоями мелких мергелистых септариевых конкреций. В верхней части разреза появляются еще и темно-серые глины, переслаивающиеся с алевролитами. Толщина яруса изменяется от 76 м (скважина 64) до 126 м (скважина 5320) [1] [2].

Альбский ярус K1al с небольшим размывом залегает на отложениях апта. Литологически представлен преимущественно песчано-алевритовыми разностями пород, переслаивающимися с глинистыми породами. В разрезе встречены аммониты. Толщина яруса изменяется от 131 м (скважина 136) до 410 м (скважина К-69)[1].

Аптские и альбские осадки формировались при морской трансгрессии в мелководном бассейне.

Кайнозойская группа – KZ

Четвертичные отложения Q

Четвертичные отложения с размывом залегают на нижнемеловых и сложены песками, суглинками и супесями, толщиной, не превышающей десяти метров. Сформировались породы при аридном климате.

Литературы:

1. Общие сведение о месторождении Каражанбас. Актау, 2015. АО«КаражанбасМунай».

2. Пересчет начальных запасов нефти и газа по месторождению Арман по состоянию изученности на 01.01.2014, Актау 2017.

3. «Нефтегазоносные бассейны России и СНГ», А.Т.Колотухин, М.П.Логинова. Саратов 2008, 69-71 стр.

Р.Д. Урлешева

Бозащы мұнайгазды ауданы түзілімдерінің литология-стратиграфиялық ерекшеліктері

Түйіндеме. Аудан Бозащы көтеріліміне тураланған. Бұнда Юраға дейінгі түзілімдердің жабыны 0,7-2,3 км. Тереңдікте орналасады. Аудан аймағында орта юра және бор шоғырларымен интенсивті бұзылымға ие мұнайлы және газды кенорнындар белгілі. Ең бірінші болып ашылған атақты кенорындардың бірі – Қаражанбас (сурет 1.) Субұзындықты жайылымды брахиантиклиналды қатпарға ұштасқан. Жарылымды бұзылыстармен 6 блокқа бөлінген. Кенорында төменгі борда (неоком) бес өнімді горизонт және екеуі – орта юрада анықталды. Ауданның болашағын Батыс Қаражанбас кенорны анықталған және Құрманғазы көтерілімі табылған Каспий акваториясының батыс жалғасымен байланыстырады.

Түйін сөздер: Бозащы күмбезі, литология, стратиграфия, фация.

R.D. Urlesheva

Lithological and stratigraphic features of the deposits of the Buzachinsky oil and gas region

Summary. The area is confined to the Buzachinsky arch. Here the roof of the pre-Jurassic deposits is located at a depth of 0.7-2.3 km. Within the region, oil and gas-oil fields are intensively disturbed with deposits in the Middle Jurassic-Cretaceous sediments. Of the known deposits, one of the first discovered was the Karazhanbas deposit (Figure 1). It is confined to the brachyanticlinal fold of the sublatitudinal strike. There are five productive horizons in the lower Cretaceous (Neocom) and two in the Middle Jurassic. The prospects of the region are associated with the western continuation in the Caspian waters, where the West Karazhanbaskoye field has already been established and Kurmangazy has been identified.

Keywords: Buzachinsky vault, lithology, stratigraphy, facies.

УДК 550.343.4(574)

Д.Э. Урманова[1], В.Н. Борисов[2]

Научный руководитель – В.А. Завалей, профессор, к.г.м.н

[1]Казахский национальный исследовательский университет им. К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

[2]ТОО «Алматыгидрогеология», Казахстан, г. Алматы

dilka07@mail.ru

МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗАИЛЕСКОГО АЛАТАУ

Аннотация. *Целью работы являлось изучение, как природных факторов, влияющих на развитие и активизацию ОГП, так и изучение антропогенного влияния человека на эти наиболее застраиваемые зоны, определение степени их устойчивости этим процессам, выявление причин активизации ОГП, определение современного состояния природных объектов, установление стадии развития и степени опасности процесса, проблема оценки воздействия ОГП, как прямой, так и косвенной, на жизнедеятельность населения, строения и коммуникации, выявление зависимости развития оползней, обвалов, селей от быстро изменяющихся и медленно изменяющихся факторов, установление связи между климатическими, сейсмическими, техногенными факторами, выявление периодов активизации ОГП.*

Ключевые слова: *мониторинг, опасные геологические процессы, оползни, Заилеский Алатау.*

Постановка проблемы

Отмечая огромные темпы строительства в горной и предгорной части Заилеского Алатау в последние годы, характеризующиеся интенсивной застройкой в поймах рек, на горных склонах, протянувшихся неширокой полосой в субширотном направлении и окаймляющих на севере горные сооружения хребта Заилеский Алатау, сложенных слабосцементированными лёссовидными суглинками, наблюдаем значительную активизацию ОГП именно в этой, наиболее осваиваемой зоне. Уже сейчас имеются многочисленные примеры проявления оползневых процессов на площади работ с человеческими жертвами.

Введение

Из огромного количества проявлений ОГП (оползней, обвалов, боковой и донной эрозии и т.д.), широко распространённых на северных склонах Заилеского Алатау, на различных высотных зонах хребта, были выбраны 22 участка, наиболее актуальные в плане изучения процесса и негативного влияния на человека.

Материалы и методика исследований

Исследовали двадцать два поста наблюдения и выявили следующие опасные геологические процессы.

Оползни – это смещение горных пород вниз по склону без потери контакта между смещающимися и неподвижными породами.Всякое оползневое смещение масс горных пород обусловливает разрушение склона или откоса. Оно происходит под воздействием сил тяжести и других сил и возможно только, когда сдвигающая (скалывающая) составляющая силы тяжести превысит прочность пород в целом, либо по существующим или потенциальным поверхностям или зонам ослабления, когда будет нарушена устойчивость – предельное равновесие масс горных пород. Причинами образования оползней наиболее часто являются следующие:

1) увеличение крутизны склона или откоса при их подрезке, разработке или подмыве, а также при придании откосам большой крутизны;

2) ослабление прочности пород вследствие изменения их физического состояния при увлажнении, набухании, разуплотнении, выветривании, нарушении естественного сложения и т.д., а также в связи с развитием в породах явлений ползучести;

3) действие гидростатических и гидродинамических сил на породы, вызывающих развитие фильтрационных деформаций (суффозию, выпор, переход в плывунное состояние и др.);

4) изменение напряжённого состояния горных пород в зоне формирования склона и строительного откоса;

5) внешние воздействия – загрузка склона или откоса, а также участков прилегающих к их бровкам, микросейсмические и сейсмические колебания и др.

По реке Кызылжар, Кокчека, Акжар отмечаются оползни, образование и развитие которых связано как с тектоническими (здесь проходит крупный разлом) движениями, так и с боковой эрозией рек, подрезкой склонов, усиливающейся при прохождении паводков, а так же с морфологией склона, его крутизной.

Оползневые процессы приурочены к долинам рек, ручьев и располагаются в нижней части крутых, до 30-45º склонов. Породы, слагающие область низкогорья, представлены, в основном, нижнечетвертичными флювиогляциальными отложениями. Литологически они представлены двухслойной толщей: нижняя часть – это валунно-галечные отложения, верхняя – макро и микро пористые пылеватые лессовидные суглинки, супеси.

Интенсивность влияния этого фактора представлена на реке Каргалинка и Малютинский лог, на предгорной ступени Заилеского Алатау, зоне низкогорья, сложенной лёссовидными суглинками, которые легко теряют свои прочностные свойства при избыточном увлажнении и при усиливающей нагрузке на грунты, при строительстве массивных зданий и сооружений на склонах (рис. 1).

Рисунок 1 - Каменское плато, улица Заречная, 24.03.2007 г., причина – утечка воды из водовода и общее водонасыщение грунтов характерное для весеннего периода

Результаты и их обсуждение

По результатам мониторинга опасных геологических процессов на 22 постах наблюдений, проведенных на площади Каскелен-Талгарского полигона в 2012-2014 годах было отмечено, что наиболее значительные изменения в геоморфологическом строении

постов наблюдений, активизация оползневых процессов, изменение степени устойчивости оползнеопасных склонов, произошли на постах: №2, №3, №5, №9, №11, №13, №17, на участках в поселке Каргалы (Чапаево), Бутаковка, Ю-З 1,5 км пос. Каменка, Юбилейный, Мечеть, а также на вновь выявленных участках: Трамплин, Ремизовка, оползни в бассейнах рек Большая Алматинка, Широкая щель, Кыргауылды, в садовых товариществах «Арай», «Природа».

На посту № 2, Акжарский оползень, в результате плоскостного смыва и оплывин, характерных для весеннего периода, заносятся грунтовые репера в теле оползня, а по всему оползневому склону отмечаются незначительные, но повсеместные смещения реперов вниз по склону. Эти смещения составили до 25 – 33 мм, а на репере, расположенном в верхней части оползневого склона, за линией отрыва – 85 мм.

На посту № 5, левый берег реки Аксай, дачи, за период наблюдений, наибольшее смещение отмечалось в южной части оползневого цирка, за линией отрыва, выше по склону - (до 40 - 65 мм), где идет формирование новых трещин отрыва. По остальным реперам смещения составили от 13 до 20 мм. Активизация оползневых процессов может произойти вследствие усиления боковой эрозии и подрезки оползнеопасного склона рекой Аксай, наиболее ярко проявляющейся в весенне-летний период.

На посту № 9, Малютинский лог, наиболее значительные подвижки наблюдались в западной части оползневого цирка на репере 6, они составили 25 мм. По остальным реперам смещения составили от 4 до 8 мм.

Пост №11, река Б. Алматинка, севернее пос. 2 ГЭС, наибольшая активизация опасных процессов была связана с прохождением паводков в июле 2006 и 2007годов. На расстоянии 300 метров боковая эрозия размывает правый берег реки Б. Алматинка, образуя крутые, отвесные уступы, иногда с отрицательными углами (более 90°), отмечается формирование новых трещин отрыва и блоков пород, готовых к обрушению. Паводком были разрушены опорные репера, расположенные на левом берегу реки, произошло частично аккумуляция валунно-галечниковых отложений в пониженных участках поймы реки.

На правом берегу смыты 3 грунтовых репера, располагавшихся у подножья склона и на склоне. Кроме того, на крутом оползнеопасном склоне проложены эксплутационные дороги, площадки для установки опор ЛЭП. Подрезка склона привела к активизации процессов плоскостного смыва на оголенных участках склона, формированию по дорогам более мощных потоков воды.

На Каскеленском оползне, пост №13, при проведении режимных наблюдений, наиболее резкий скачок в изменении данных замеров, был отмечен в конце мая 2013 г., когда по трещиномеру № 6, расположенном в юго-восточной части склона, с марта 2013 г. по май 2014 г. расширение трещин составило 2,245 – 2,52 м. Это самый динамичный участок данного оползня.

Оползневые процессы на этом посту еще далеки от завершения. Об этом говорит и изучение инструментальных теодолитных данных, которые показывают величину смещения в средней и западной части оползневого склона до 11-45 мм, а в южной, верхней части - до 79мм.

В июле 2012 года в районе поста № 15 начаты строительные работы по планировке территории зоны аккумуляции оползня и подрезки склона, расположенного западнее сошедшего оползня. Террасирование склона происходит с образованием уступа, высотой до 3 – 4 метров, что нарушает природное равновесие геосистемы. Для наблюдения за состоянием склона дополнительно установлены 4 грунтовых репера выше начатых строительных работ.

Наблюдение на Талгарском оползне, в мае 2011 г., выше 7,5 м от основной трещины, сформировалась новая трещина длиной 6 м, шириной от 0,1 до 0,3 м, глубиной от 0,8 до 1,5 м.

Заключение

В работе рассмотрена актуальная задача мониторинга опасных геологических процессов на территории Каскелен-Талгарского полигона Заилийского Алатау. Анализ выполненных исследований по изучению ОГП позволил сделать следующие основные выводы:

- Развитие ОГП и их активизация в бассейнах наиболее крупных рек Заилийского Алатау: Каскелен, Аксай, Большая и Малая Алматинка, Талгар, вызваны как природными факторами, так и интенсивным освоением территории (строительство дач, туристических и ресторанных комплексов, зон отдыха, их близость к городу, доступность).

- Рассматриваемая территория отличается своеобразными физико-географическими характеристиками, значительной сейсмической активностью района, геоморфологическими условиями, благоприятными для развития гравитационных процессов: расчлененность рельефа, крутизна склонов, густая сеть рек и ручьев, климатические условия, значительные накопления в низкогорной части хребта лессовидных суглинков, говорят о высокой потенциальной подверженности района ОГП.

Литературы:

1. С.Т. Мустафаев, В.А. Смоляр, Б.В. Буров Опасные геологические процессы на территории Юго-Восточного Казахстана – Алматы, 2008. – 264 с.
2. Акимов В.А. и др. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. М.: ЗАОФИД «Деловой экспресс», 2001, 344 с.
3. Апродов В.А. Зоны землетрясений. М.: Мысль, 2000, 461 с.
4. Байбатша А. Б., Куркина Л.А. Общая инженерная геология. Алматы: Научно-издательский центр «Ғылым», 2003, 352 с.
5. Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. М.: Изд-во «ВЛАДОС-ПРЕСС», 2003. 496 с.
6. Бондарик Г.К., Пендин В.В., Ярг Л.А. Инженерная геодинамика. М.: КДУ, 2007, 440с.
7. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания. М.: КДУ, 2007, 424 с.
8. Говорушко С.М. Взаимодействие человека с окружающей средой. Влияние геологических, геоморфологических, метеорологических и гидрологических процессов на человеческую деятельность. М.: Академический проспект, Киров: Константа, 2007, 660 с.
9. Застройка города Алматы и прилегающих территорий с учетом сейсмического микрорайонирования. СНРК. 2.03-07-2001.1995, 21 с.
10. Зверев В.П. Подземные воды земной коры и геологические процессы. М.: Научный мир, 2007, 256 с.
11. Кожназаров А.Д. Инженерная геодинамика. Алматы: КазНТУ, 2004, 112 с.
12. Курскеев А.К., Тимуш А.В., Шацилов В.И. и др. Сейсмическое районирование Республики Казахстан. Алматы: ЭВЕРО,2000, 220 с.
13. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. М.: Экономика, 2004, 702 с.
14. Природные опасности России под редакцией: Осипова В.И., Шойгу С.К., Издательство «Круг» М. 2002 г.
15. Pamela S. Showalter, Yongmei Lu (auth.), Pamela S. Showalter, Yongmei Lu (eds.) Geospatial Techniques in Urban Hazard and Disaster Analysis, Springer Netherlands, 2010
16. Charles B. Connor, Neil A. Chapman, Laura J. Connor. Volcanic and tectonic hazard assessment for nuclear facilities, 2009
17. Thomas Glade, Malcolm G. Anderson, Michael J. Crozier. Landslide Hazard and Risk, Wiley, 2005

D. Urmanova, V.N Borisov

Monitoring of hazardous geological processes of Zailesky Alatau

Abstract. The aim of the work was to study both natural factors influencing the development and activation of HGP, and the study of human anthropogenic influence on these most developed areas, determining their degree of sustainability to these processes, identifying the causes of HGP activation, determining the current state of natural

objects, establishing the stage of development and the hazard level of the process. The important role was given to the problem of assessing the impact of the HGP, both directly and indirectly, on the vital activity of the population, buildings and communications, identifying the dependence of the development of landslides, landslides, mudflows from rapidly changing and slowly changing factors, establishing the relationship between climatic, seismic, man-made factors, identifying periods of activation of the HGP.

Key words: monitoring, hazardous geological processes, landslides, Zaileysky Alatau.

Д.Э. Урманова[1], В.Н. Борисов[2]

Ілt Алатауының қауіпті геологиялық процесстерінің мониторингі

Резюме: Жұмыстың мақсаты - ҚГП-ны дамытуға және белсендіруге әсер ететін табиғи факторларды және осы ең дамыған аймақтарға адамның антропогендік әсерін зерттеу, осы процестерге тұрақтылық дәрежесін анықтау, ҚГП белсендірудің себептерін анықтау, табиғи объектілердің қазіргі жай-күйін анықтау, даму кезеңін белгілеу және процестің қауіптілік деңгейі. ҚГП-ның тікелей және жанама түрде өмір сүру, ғимараттар мен коммуникациялардың өмірлік белсенділігіне, көшкіндердің дамуына, көшкіндерге, селдер жылдам өзгеретін және баяу өзгеретін факторлардан, климаттық, сейсмикалық, техногенді факторлар арасындағы өзара қарым-қатынастарды анықтайтын маңызды факторларға ерекше назар аударылды. Бірнеше жыл бойы бірнеше байқау посттары бойынша зерттеулердің нәтижелерін талдау нәтижесінде Алматы және Алматы облысының аумағында қауіпті геологиялық процестерді дамытудың теріс динамикасы қадағаланды.

Түйін сөздер: мониторинг, қауіпті геологиялық процестер, көшкіндер, Іле Алатауы.

УДК 550.311:621.039.9:504.056

М.А.Утегенова[1], В.Н.Шайторов[2]

Научный руководитель – Е.Ж. Муртазин[3], заместитель директора по науке Институт Гидрогеологии и Геоэкологии им.У.М.Ахмедсафина, кандидат геолого-минералогических наук

[1]Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет

[2]РГП ИГИ МЭ РК, Курчатов, Казахстан

[3]Институт Гидрогеологии и Геоэкологии им.У.М.Ахмедсафина.

АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ НА УЧАСТКЕ БАЛАПАН

Аннотация. *После закрытия Семипалатинского полигона, с 1998 года, планомерные комплексные геолого-геофизические исследования в местах проведения подземных ядерных взрывов, имеющие геоэкологическую направленность, выполняются ИГИ НЯЦ РК. В процессе этих работ на отдельных площадках участка Балапан выполнены площадная и профильная сейсморазведка МРВ и МДРВ, скважинные наблюдения ВСП, электроразведка ДЭЗ. Показана целесообразность комплексирования геофизических методов сейсморазведки и электроразведки при решении задачи по выявлению и картированию обводненных трещинных структур. В результате анализа и обобщения фондовых геолого-геофизических данных показано, что на участке Балапан геофизические методы обладают высоким информационным потенциалом при выявлении и изучении техногенной нарушенности и поствзрывных геологических процессов в местах проведения ПЯВ. Обоснованы геофизические параметры, позволяющие эффективно изучать природную и техногенную нарушенность и обводненность территорий и блоков проведения ПЯВ. Показано, что применение комплекса геофизических методов на основе электроразведки и сейсморазведки обеспечивает решение задачи картирования водонасыщенных трещинных структур тектонического и техногенного происхождения в породах фундамента в местах проведения ПЯВ.*

Ключевые слова: *Семипалатинский Испытательный Полигон, участок Балапан, геофизические методы, электроразведка, сейсморазведка, обводненные трещинные структуры.*

Введение

На участке Балапан, согласно данным [1], в период с 1965 по 1989 г.г. было выполнено 112 подземных ядерных взрывов при глубине заложения ядерных зарядов от 178 до 642 метров. Мощность зарядов варьировала в пределах от 1 до 212 кТ в тротиловом эквиваленте, из них более 40 взрывов было мощностью 100 и более кТ. Общая мощность всех взорванных зарядов составила 8254 кТ.

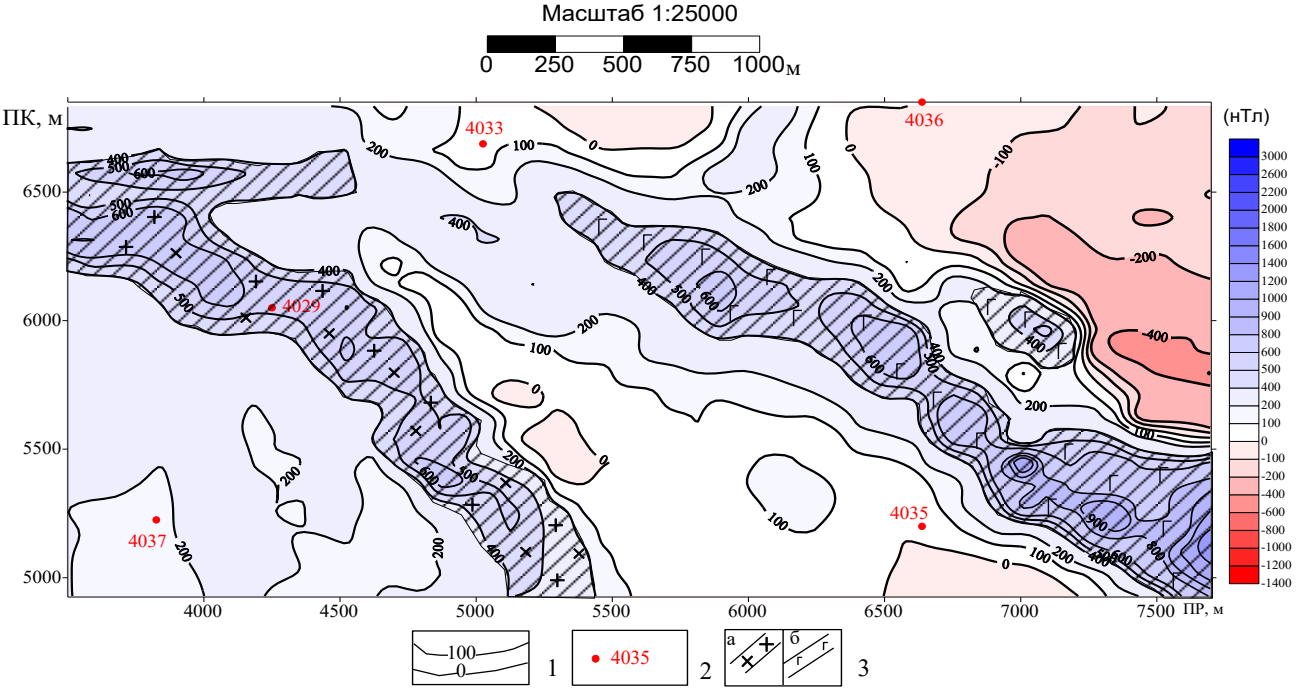
Помимо боевых скважин, на площадке Балапан пробурено большое количество скважин для гидрогеологических и других видов исследований (порядка 150 скважин глубиной 80-160 м), а также 85 структурных скважин глубиной до 600 м, которые, в принципе, могут быть использованы для проведения экспериментов.

Для Семипалатинского полигона изучение техногенного воздействия ядерных взрывов на недра и оценка геоэкологической обстановки являлись обязательными направлениями геолого-геофизических исследований, проводившихся как в период функционирования, так и после закрытия СИП. В период функционирования полигона геофизические методы привлекались, главным образом, для решения картировочных задач и изучения воздействия ПЯВ на горные массивы в районах отдельных групп боевых скважин по кровле фундамента. Основными методами исследований являлись сейсморазведка КМПВ, площадная магниторазведка, электроразведка ВЭЗ, ЕП.

Результаты исследований

Рассмотрим информативность наиболее значимых, как по объему выполненных исследований, так и по эффективности решения геоэкологических задач, геофизических съемок, на основе фактического материала, приведенного в /2, 3/.

По данным магнитных съемок наиболее достоверная информация получена по простиранию гранитных массивов, и, как показано на рисунке 1, дайковых тел гранодиоритов и базальтовых порфиритов, более наглядно проявленных по данным площадных наблюдений на детальном участке.



1- изолинии магнитного поля; 2- скважина и ее номер; 3- контуры дайковых магнитоактивных тел: а – гранодиоритов, б – базальтовых порфиритов.

Рисунок 1 - Участок Балапан. Результаты детальных площадных магниторазведочных работ прошлых лет (по материалам РГП ИГИ)

Косвенным диагностическим признаком выявленных разрывных нарушений являлось изменение градиента магнитного поля и планового положения аномалий □Т. Сведений о проявленности в магнитном поле поствзрывных структурно-тектонических изменений геологической среды не получено.

Сейсморазведка являлась одним из основных геофизических методов при изучении тектонической обстановки и оценке динамического воздействия ПЯВ на геологическую среду. Решение этих задач выполнялось по изменению скорости распространения упругих волн по кровле скального фундамента, еще в период функционирования полигона. Современное состояние технологии интерпретации данных КМПВ позволяет, в соответствии с рисунком 2, успешно применять этот метод для оценки характера и степени проявленности поствзрывных процессов в геологической среде, испытавшей механическое воздействие ПЯВ.

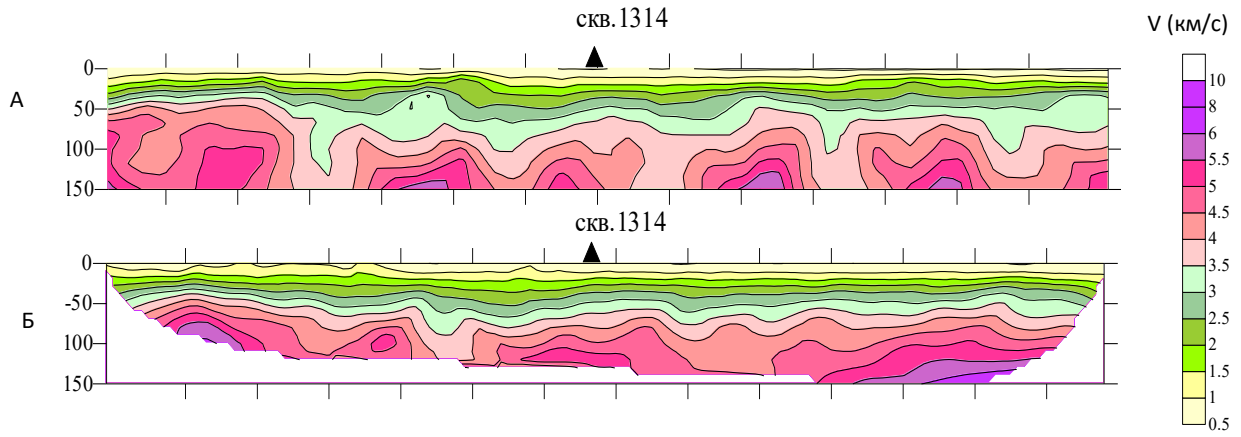
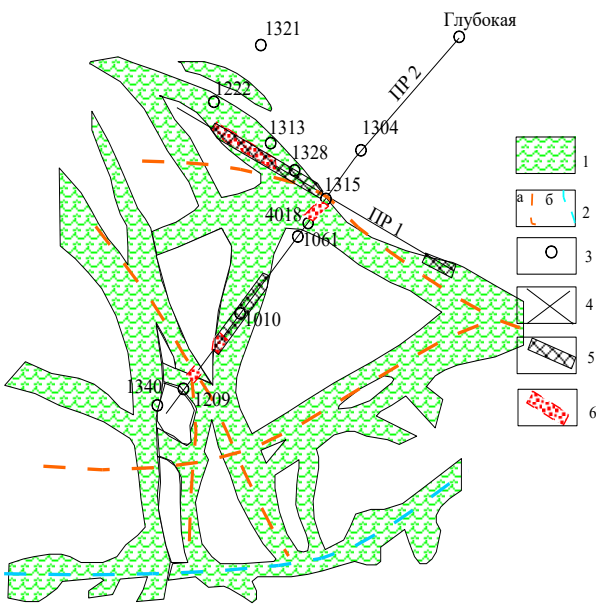


Рисунок 2 – Участок Балапан. Скоростные разрезы по фрагменту профиля II в районе скважины 1314: А - через 6 месяцев и Б – через 19.5 лет (2003 г.) после взрыва [по материалам РГП ИГИ]

Электрическое сопротивление является информативным параметром для решения многих задач геоэкологического районирования участка. По данным площадной (ММЗ) и профильной (ДЭП) съемок, как показано на рисунке 3, практически подтверждена приуроченность зон повышенной электропроводности к глубинным ослабленным, в том числе и вследствие ПЯВ, структурам. По изменению электропроводности среды во времени была показана возможность выявления участков с повышенной гидродинамической активностью.

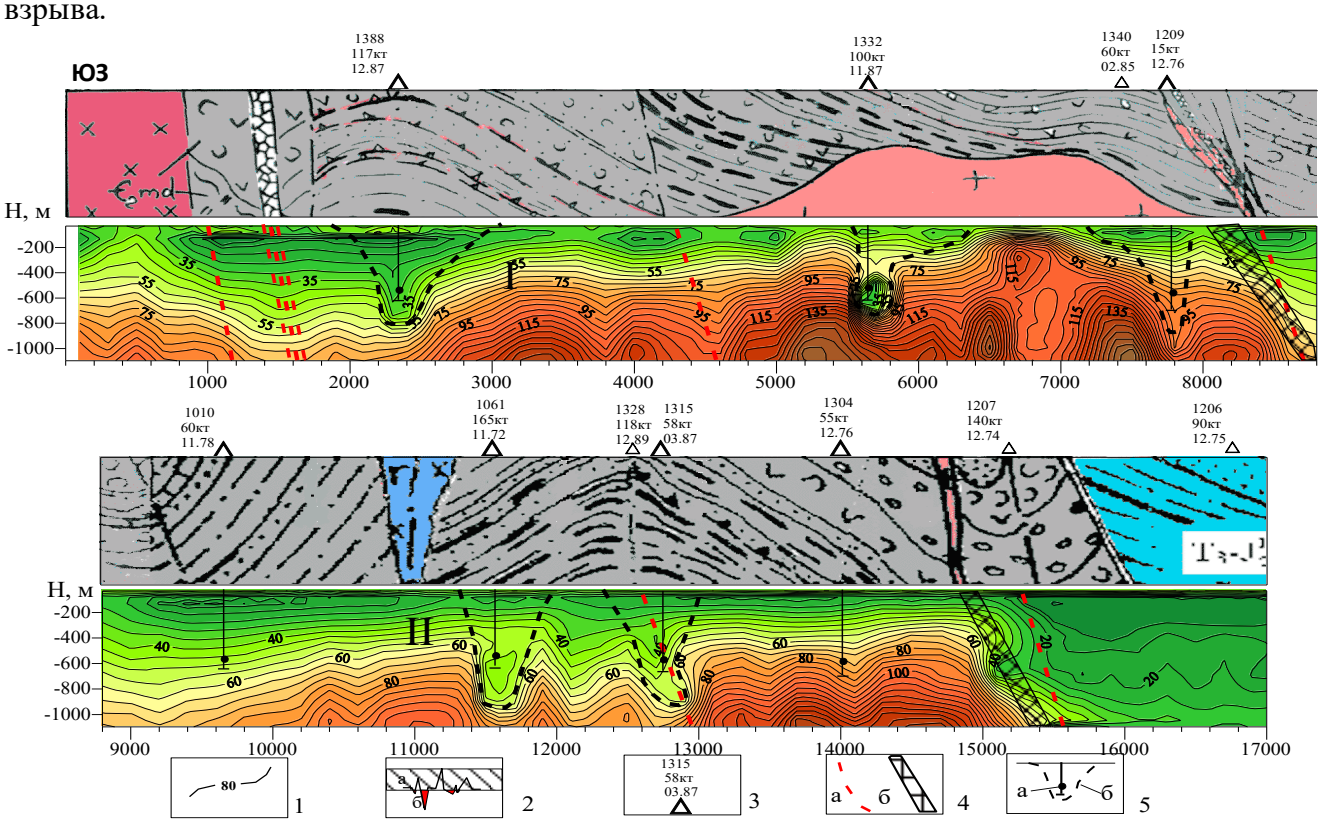


1-контуры ослабленных обводненных зон по данным электроразведки ММЗ; 2-оси зон: а) повышенной и б) пониженной солености подземных вод по данным резистивиметрии (1988 - 19998 г.); 3. Боевые скважины и их номера; 4-профили ДЭП; 5- зоны повышенной электропроводности по данным ДЭП (2001 г.); 6- зоны подъема засоленных подземных вод к дневной поверхности по данным ДЭП (2002 г.).

Рисунок 3 - Участок Балапан. Выделение ослабленных обводненных зон в фундаменте по параметру электропроводности [по материалам РГП ИГИ]

Высокие информационные возможности параметра электропроводности для изучения глубинного строения среды реализуются в зондированиях методом становления в ближней зоне (ЗСБ). Этим методом (рисунок 4) обеспечивается изучение структурно-тектонической обстановки на глубину до 1000 метров, в том числе и ее изменений, вызванных ПЯВ.

Однако, при наличии в разрезе электропроводящих пород, контрастность аномалий электропроводности, вызванных обводненными зонами разуплотнения, в том числе и вследствие ПЯВ, существенно снижается. В частности, для ПЯВ, проведенного в толще электропроводящих терригенных образований триас-юрского возраста, по распределению электропроводности возможно только определение общего контура воздействия ядерного взрыва.



1-изолинии электрического сопротивления (Ом·м); 2- график концентрации ртути в почвенных пробах: а – фоновые значения, б – аномальные значения; 3- боевые скважины их номера, мощность заряда и дата взрыва; 4 - элементы геологического строения по данным ЗСБ: а – тектонические нарушения, б – границы блоков (I, II, III), различающихся по распределению электрического сопротивления на глубину; 5- положение гипоцентров взрывов (а), и контуры зон механического воздействия ПЯВ на геологическую среду (б).

Рисунок 4 – Участок Балапан. Результаты электроразведочных работ по профилю А – Г (по материалам РГП ИГИ

Заключение

Резюмируя анализ информационного потенциала геофизических методов, отметим:

Приведенные результаты фактически подтверждают ожидаемой эффективности геофизических методов при выявлении и картировании тектонически ослабленных обводненных природных и техногенных структур. При этом ведущими методами решения этой задачи являются сейсморазведка и электроразведка, как имеющие реальные предпосылки картирования объектов изучения по прямым признакам их проявления в параметрах электропроводности и упругих свойств.

Литературы:

1. Адушкин, В.В. Влияние геологических факторов на распространение радиоактивных продуктов при подземных ядерных взрывах. / В.В Адушкин // Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях. Труды Международной конференции: Гидрометеоиздат, 2000.

2. Дортман, Н.Б. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика)./ Н.Б. Дортман // Справочник геофизика.- Изд. 2-е,перераб. и доп. – М.: Недра, 1984. с. 455.

3. Садовский, М.А. О размерах зон необратимогодеформирования при взрыве в блочной среде. / М.А. Садовский, В.В. Адушкин, А.А. Спивак // Физика Земли, 1989.- № 9, С. 9-15.

М.А.Утегенова[1], В.Н.Шайторов[2]

Балапан бөлікшесін зерттеудегі геофизикалық әдістердің геоэкологиялық тиімділігін талдау

Резюме: Семей сынақ полигоны жабылғаннан кейін, 1998 жылдан бастап жерасты ядролық жарылыстар алаңдарында геоэкологиялық бағыттағы жоспарлы және жүйелі түрдегі геологиялық және геофизикалық зерттеулер жүзеге асырылды. Осы жұмыстардың барысында Балапан аймағының жекелеген бөлікшелерінде жерасты сейсмикалық бақылауы және электрлік іздеу жұмыстары жүргізілді. Сулы сызатты құрылымдарын анықтау және картаға түсіру проблемасын шешу мақсатында сейсмикалық және электрлік барлау геофизикалық әдістерінің жүйелі жургізілуінің мүмкіншіліктері көрсетілген.

Түйін сөздер: Семей сынақ полигоны, Балапан бөлікшесі, геофизикалық әдістер, сеймикалық барлау, электрлік барлау, сулы сызатты құрылымдар.

[1]M.A.Utegenova, V.N.Shaitorov[2]

Analysis of geoecological efficiency of geophysical methods in Balapan survey

Summary: Planned and systematic geological and geophysical researches in geo-ecological direction on underground nuclear explosion sites since 1998, after the closure of the Semipalatinsk nuclear test site is carried out. During these works, underground seismic control and electrical surveys were carried out on separate sections of Balapan region. Seismic and electrical exploration geophysical methods of systematic tracking are shown to solve the problems of detection and mapping of water scratch structures.

Key words: Semipalatinsk Test Site, Balapan Region, geophysical methods, seismic exploration, electrical exploration, scarce scattering.

УДК 556.3(574):004.9

T.L.Abdullayeva

Scientific supervisor – Y.S.Auelkhan, associate professor, candidate of technical sciences
Kazakh national research technical university named after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty
t.abdullayeva.94@gmail.com

REGIONAL EVALUATION OF THE ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE KARATAU TERRITORIES AND THE CREATION OF A GIS DATABASE

Annotation. *The article describes plan of the main performing research during engineering-geological evaluation on the scale of 1: 200 000 in order to assess the geotechnical conditions of the Karatau region. The work includes facts that indicate the need to adjust the existing engineering-geological and geo-ecological data, and a set of maps reflecting the current state of the geological environment. The purpose of this work is to regionally assess the changes in geotechnical conditions in order to obtain information sufficient to compile a database of geotechnical surveys in the Karatau territory that ensure the development of technically and economically correct decisions for further planned work.*

Keywords: *engineering-geological conditions, evaluation, planning, geological data, database.*

The Karatau region is not sufficiently studied in engineering and geological terms, which implies with a sufficient degree of justification for conducting a regional assessment of the engineering and geological conditions of a given territory. Geological and spatial data about the

territory is constantly accumulated in the fund of the Department of « YuzhKaznedra ». They include cartographic-geodesic, geological materials, engineering survey data, representing coordinated sets of spatial information in the form of a set of maps and plans, terrain models, separate layers of cartographic information, and materials and data of remote sensing of the city, geodetic networks and other types of information.

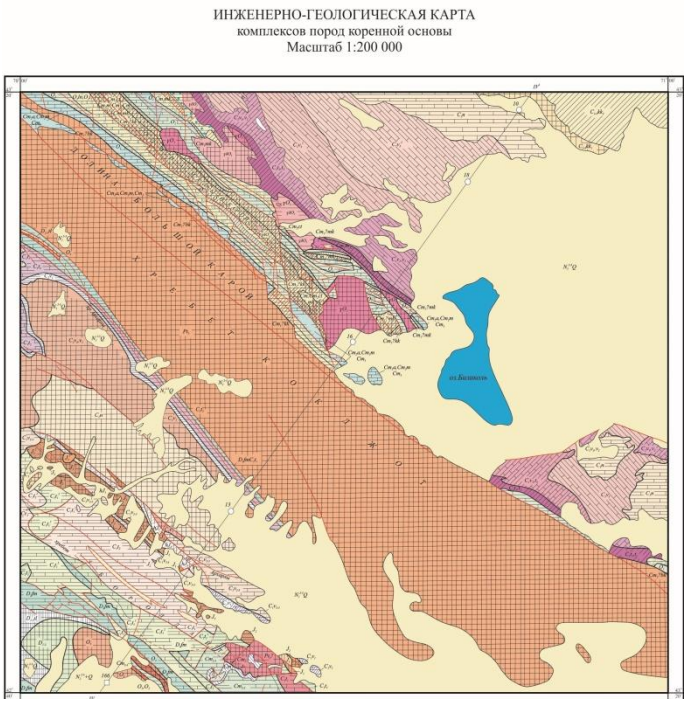
As the hydrogeological survey of 1: 200,000 scale was carried out in 1955-1961 in last time. Since then, over 57 years, more than 1000 exploration and production hydrogeological wells have been drilled on the territory of the described sheet. The Kazphosphate Karatau plant of phosphorite ores, which predetermined the development of the phosphorus industry in the region, is operating in the study area [2].

The territory of the Karatau region of the K-42-XI sheet is almost completely located within the Talas and Zhambyl districts of the Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan, and only the southeast part of the area belongs to the Zhualinsky district of the Zhambyl region. Geographical coordinates of the sheet 70 ° 00 '- 71 ° 00'e. and 42 ° 40'- 43 ° 20' n. Sheet area is 6039 km^2.

In areas of the foothill plain and the surface of the cones takes place the activation of the processes of deflation, lateral and bottom erosion, planar erosion. On the plain is developing the processes of gullying, aeolian processing of loose sediments, waterlogging and salinization. The study and analysis of these changes, and their impact on the geological environment, and above all on groundwater, are of great importance for the planning of the economic development of the region. In addition, during the hydrogeological and engineering-geological studies of past years, the ecological state of the geological environment has undergone significant changes, which as a result of intensive development, was not reflected.

These facts indicate the need to adjust the existing hydrogeological, geotechnical and geoecological data, drawing up a set of maps reflecting the current state of the geological environment.

Thus, the main purpose of the study is the regional assessment of geotechnical changes and the collection of geo-information sufficient to compile a database of engineering-geological surveys on the Karatau territory, taking into account the requirements of the technical specification, as well as the provisions and requirements of the guidelines for conducting hydrogeological and geotechnical studies of 1: 200,000 scale.



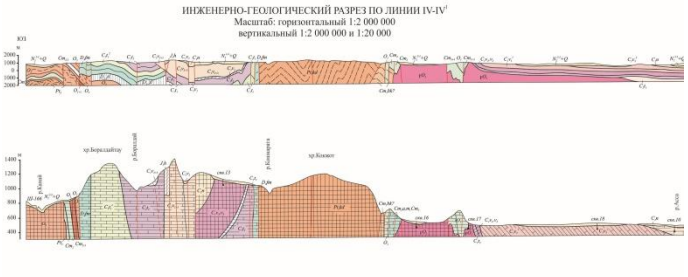


Figure 1 - Engineering-geological map of the Karatau region

To compile a database of engineering-geological studies of the Karatau territories (Figure), the following studies are planned:

- collection, synthesis and analysis of previously conducted work on the study of geological, hydrogeological and engineering-geological conditions, the laws governing the development and activation of hazardous geological processes (HGP). Data were collected on the activation conditions of hazardous geological processes and the impact on the activation of natural and man-made factors, the results of groundwater monitoring;

- compilation of the geological and methodological part of research. The basic principle is the choice of methodically justified types of work, taking into account the accumulated experience of conducting hydrogeological and engineering-geological studies of a scale of 1: 200,000, allowing for regional assessment of territories;

- analysis and processing of planned hydrogeological and engineering-geological research and collection of baseline information for mapping;

- development of database structure and creation of a database of hydrogeological, engineering-geological and geoecological information;

- creation of a set of thematic maps [3].

The most popular geological information resources are the geological structure of the region, the engineering and geological conditions of massifs (the state and properties of rocks, hydrogeological conditions, the development of engineering geological processes).

Graphic objects (mine workings, wells) of the map are objects of a geographic information system. One of the important tasks is accurate spatial reference of objects, as well as the introduction of reliable engineering and geological information. Information from the thematic databases that characterize the geotechnical conditions is attached to the objects of the digital map.

References:

1. Belyi L.D. Theoretical foundations of engineering and geological mapping. - M.: Science, 1964.

2. Kozhnazarov A.D. Regional engineering-geological assessment and mapping. Almaty: “Publishing LEM”, 2007.

3. Pyankov S.V., Osovetsky B.M., Konoplev A.V., Iblaminov R.G. Systematization of materials of engineering-geological surveys based on gis-technologies // Basic Research. - 2014. - № 11-2. - p. 353-356.

4. Trofimov V.T., Krasilova N.S. Geotechnical maps. - M.: MGU, 2007.

Абдуллаева Т.Л.

Қаратау аумағын аймақтық инженерлік-геологиялық бағалау және ГАЖ мәліметтер базасын құрастыру

Түйіндеме. Мақалада 1:200 000 масштабты аймақтық инженерлік-геологиялық бағалауды жоспарлау кезіндегі негізгі атқарылатын зерттеулер келтірілген. Қолданыстағы инженерлік-геологиялық және геоэкологиялық мәліметтерді түзету және геологиялық ортаның ағымдағы жағдайын көрсететін карталардың жиынтығының қажеттілігін растайтын деректер ұсынылған. Бұл жұмыстың мақсаты Қаратау аумағында инженерлік-геологиялық жағдайының өзгерістерін аймақтық бағалау және инженерлік-геологиялық дерекқорын жасау үшін жеткілікті түрде геологиялық ақпарат жинау болып табылады, ол болашақта жоспарланған далалық зерттеулер үшін техникалық және экономикалық тұрғыдан дұрыс шешім қабылдауды қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер: инженерлік-геологиялық жағдайы, бағалау, жобалау, геологиялық ақпарат, деректер базасы.

Абдуллаева Т.Л.

Региональная оценка изменений инженерно-геологических условий территорий Каратау и создание базы данных ГИС

Резюме. В статье рассмотрены основные выполняемые работы при проектировании инженерно-геологического изучения масштаба 1:200 000 с целью оценки инженерно-геологических условий региона Каратау. Приведены факты, свидетельствующие о необходимости корректировки имеющихся инженерно-геологических и геоэкологических данных, и составления комплекта карт, отражающих современное состояние геологической среды. Цели настоящей работы заключается в региональной оценке изменений инженерно-геологических условий и сбор геоинформаций достаточной для составления базы данных инженерно-геологических изысканий по территории Каратау обеспечивающих разработку технически правильных и экономически обоснованных решений при дальнейших планируемых работ.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, оценка, проектирование, геологическая информация, базы данных.

УДК 550.7.553.989(574.5)

Yensepbayev T.[1], Izart A.[2], Baimagambetov B.[3], Urmanova D.[4], Amanzhol K.[5]

[1]Head of Petroleum geology chair KazNRTU, prof., Kazakhstan, Almaty city

[2]Prof. of University of Lorraine, France, Nancy city

[3]Director of "AktyubNIGRI", Kazakhstan, Aktobe city

[4,5]Engineerer of Petroleum geology chair, Kazakhstan, Almaty city

tensep@mail.ru

CHARACTERIZATION OF ESSETIELS GEOCHEMICAL PARAMETERS OF SOURCE ROCKS AT THE EASTERN PART OF THE PRECASPIAN BASIN

Annotation. *Aims of the thesis are the identification and characterization of source rocks in the eastern part of the Precaspian Basin (Kazakhstan). The following formations were classed as source rocks: the calciturbidites of late Visean, Serpukhovian, Bashkirian and Moscovian with organic matter (OM) of type II (marine); the turbidites of early and mid-Visean, and early Permian with OM of type III (continental, terrestrial plants) and mixture of type II (marine) and III of OM.*

Keywords: *organic matter, source rock, the generative potential, pyrolysis, the chromatograms, the main zone of oil generation.*

The generative potential, depositional environment, and thermal maturity of organic-rich rocks from the eastern part of Precaspian basin and Pre-Uralian basin (Kazakhstan) were determined by Rock-Eval and molecular analyses. Source rocks of the Precaspian and Pre-Uralian basins were deposited in a marine environment.

Organic matter type from Rock-Eval analysis

Global treatment of the data showed that TOC values range from 0.1 to 6.11% , Tmax from 391°C to 447°C, Hydrogen index (HI) from 18 to 613 mg HC/g TOC and Production index (PI) from 0.05 to 0.68. Three groups of kerogen were determined (Fig. 1):

(i) Type II (algal) with HI > 250mg/g, corresponding to less mature samples (Tmax between 420 and 430°C), to slope (calciturbidites) and basin facies from the Carboniferous (Serpukhovian, Bashkirian, Moscovian) and containing > 50% amorphous organic matter (OM).

(ii) Type III (humic) with HI < 150 mg/g, corresponding to samples with higher Tmax and PI, to slope facies (turbidites) from the Early Permian and Viséan, to humic petrographic facies with weak oil potential. Nevertheless, the humic kerogen is often associated with a sapropelic matrix and some samples contain bitumen.

(iii) Mixed Type II-III with intermediate HI corresponding to samples from the Asselian that show a mixed OM type with plant debris and a sapropelic or algal matrix.

Serpukhovian, Bashkirian and Moscovian source and reservoir rocks

The carbonate rocks contain source rocks deposited in the slope and basin and are made up of mudstone and wackestone with radiolaria and spicules and packstone, or reservoir rocks deposited in the platform and made up of grainstone and reef limestone. The characteristics of the Late Carboniferous carbonate source rocks are: R_r from 0.46 to 0.6%; HI 460 (Type II) to 24 (Type III); TOC 0.05 to 6.11%; PI 0.06 to 0.78; T_{max} 404 to 441°C; pristane/phytane (Pr/Ph) 0.17 to 2.11, Pr/*n*-C_{17} 0.06 to 1.7; carbon preference index (CPI) 0.9 to 1.6. The reservoir rocks of the same age show some differences due to the oil content: lower T_{max} (298 °C) and higher PI (0.33 to 0.73). The samples have all the characteristics of a source rock of Type II (algal): Pr/*n*-C_{17} 0.6 to 1.06; CPI 0.95 to 1.03. They contain gammacerane that, with other parameters such as Pr/Ph (0.52 to 0.85) indicats a reducing anoxic environment (Sinninghe Damste et al., 1995b) and hypersaline condition, (Peters and Moldowan, 1993).

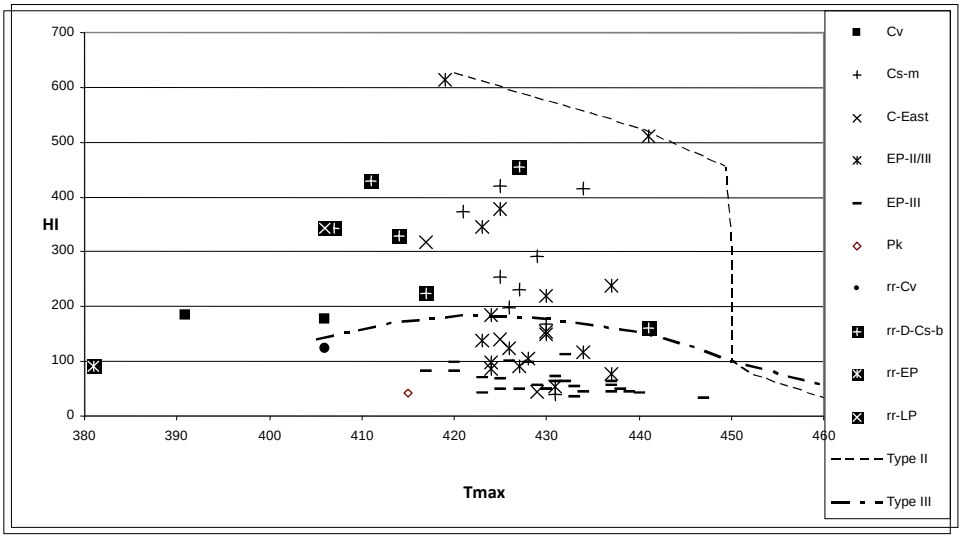


Figure 1 - HI vs. T_{max}. C-East: Carboniferous source rocks of Pre-Uralian Basin; Cs-m: Calciturbidites source rocks of late Viséan, Serpukhovian, Bashkirian and Moscovian; Cv: Early to Mid-Viséan turbiditic source rocks; EP-II/III: Turbiditic source rocks of Asselian in all basin and Sakmarian in western part of basin; EP-III: Turbiditic source rocks of Sakmarian and Artinskian; Pk: Kungurian source rock; rr-Cv: Early to Mid-Viséan turbiditic reservoir rocks; rr-D-Cs-b: Devonian and Serpukhovian-Bashkirian reservoir rocks; rr-EP: Early Permian reservoir rocks; rr-LP: Late Permian reservoir rocks; Type II and Type III dotted lines correspond to the curves of maximum value curves for Types II and III.

Early and Mid-Viséan source and reservoir rocks

These terrigenous rocks were deposited on the slope and in the basin and are comprised of claystones, siltstones and sandstones. Sandstones and siltstones are considered as reservoir rocks when oil is present and PI values high, and claystones as source rocks with variable PI. The characteristics of the two source rocks are: R_r 0.62%; HI from 41 to 124 mg/g TOC (Type II-III); PI 0.34 to 0.59 (0.68 for reservoir rock); T_{max} 406°C; Pr/Ph 1; Pr/*n*-C_{17} 0.59 to 0.81; CPI 0.9 to 1.4.

Early Permian source rocks

These detritic rocks were deposited in the slope and basin and are comprised of claystones, siltstones, turbiditic sandstones and conglomerates. There are generally source rocks and rarely reservoir rocks (Mortuk wells). Their characteristics are: R_r from 0.39 to 0.65% in the Pre-Uralian Basin and from 1.05 to 1.25 in the Izembet wells in the Suture zone; T_{max} high from 415 to 498°C; HI from 17.5 (Type III) to 512 (Type II) in the zone west of the Precaspian Basin; PI from 0.01 to 0.36; Pr/Ph generally high from 0.59 to 3.07; Pr/*n*-C_{17} from 0 to 2; CPI from 0.69 to 2.18; C_{35}/C_{34}. The chromatograms reveal a source rock containing terrestrial plants, with their own characteristics: CPI 1.5. Pr/Ph from 2 to 3 indicate oxidation of Type III OM. The degree of maturity of these samples (R_r 0.56%) conforms with the mean degree of maturity of the Early Permian series.

Lakkargan sample exhibits a mixed source rock of Type II-III: CPI 2.2 and a reducing environment (Pr/Ph 0.88).

Paleoenvironmental interpretation

The **Pr/*n*-C_{17} vs. Ph/*n*-C_{18} diagram** (Fig. 2) shows the three types of OM described above, the reducing and oxidizing domains, and the maturation impact. The **CPI vs. Pr/Ph diagram** (Fig. 3) shows good correlation between the two ratios. The values of CPI are higher for Type III (1.1-2.3) than for Type II (0.9-1.25). A trend of increasing continental contribution is observed towards the eastern zones of the basin, the Pre-Uralian Basin and the Suture zone. The odd/even predominance is higher for terrestrial plants (Tissot and Welte, 1992).

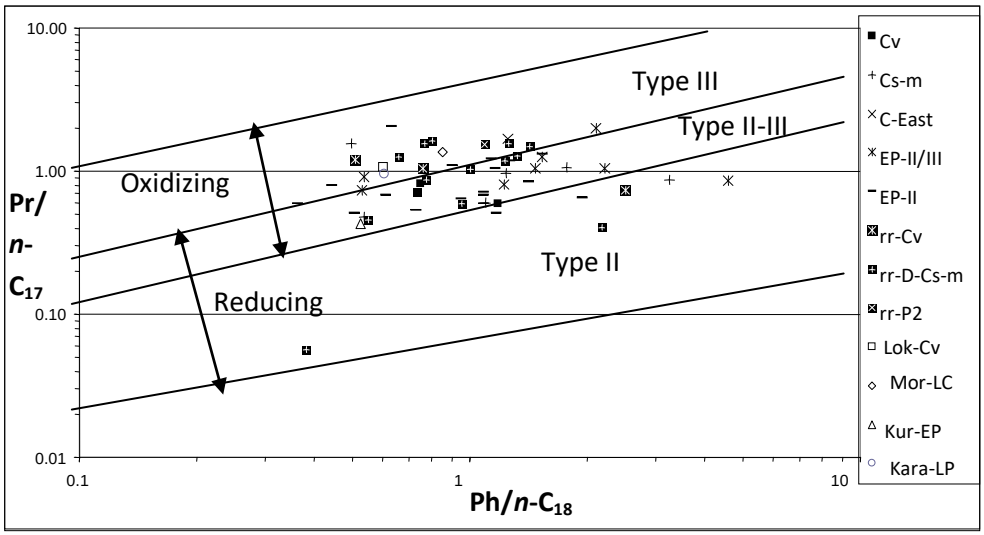


Figure 2 - Diagram Pr/*n*-C_{17} vs. Ph/*n*-C_{18} (according to Peters et al., 1999). C-East: Carboniferous source rocks of Pre-Uralian Basin; Cs-m: Calciturbidites source rocks of late Viséan, Serpukhovian, Bashkirian and Moscovian; Cv: Early to Mid-Viséan turbiditic source rocks; EP-II/III: Turbiditic source rocks of Asselian in all basin and Sakmarian in western part of basin; EP-III: Turbiditic source rocks of Sakmarian and Artinskian; Kara-LP: Late Permian Karatube Oil; Kur-EP: Early Permian Kursai Oil; Lok-Cv: Viséan Loktybai Oil; Mor-LC: Late Carboniferous Mortuk Oil; rr-Cv: Early to Mid-Viséan turbiditic reservoir rocks; rr-D-Cs-b: Devonian and Serpukhovian-Bashkirian reservoir rocks; rr-EP: Early Permian reservoir rocks; rr-LP: Late Permian reservoir rocks.

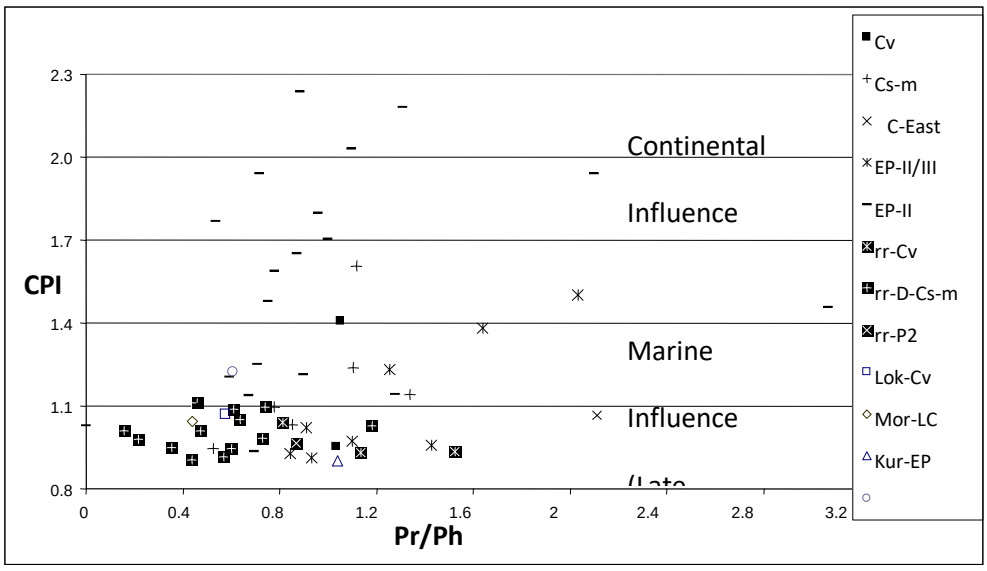


Figure 3 - CPI vs. Pr/Ph. Environments indicated are given after Peters and Moldowan (1993).

C-East: Carboniferous source rocks of Pre-Uralian Basin; Cs-m: Calciturbidites source rocks of late Viséan, Serpukhovian, Bashkirian and Moscovian; Cv: Early to Mid-Viséan turbiditic source rocks; EP-II/III: Turbiditic source rocks of Asselian in all basin and Sakmarian in western part of basin; EP-III: Turbiditic source rocks of Sakmarian and Artinskian; Kara-LP: Late Permian Karatube Oil; Kur-EP: Early Permian Kursai Oil; Lok-Cv: Viséan Loktybai Oil; Mor-LC: Late Carboniferous Mortuk Oil; rr-Cv: Early to Mid-Viséan turbiditic reservoir rocks; rr-D-Cs-b: Devonian and Serpukhovian-Bashkirian reservoir rocks; rr-EP: Early Permian reservoir rocks; rr-LP: Late Permian reservoir rocks.

All samples from the Late Carboniferous and the most of the Early Permian were formed in a reducing environment, with Pr/Ph < 1 after Peters and Moldowan (1993). These ratios show that the reduction increases from East to West in the studied area. The trend is as follows: Serpukhovian-Moscovian calciturbidites, Asselian turbidites and Podolskian terrigenous rocks. On the whole, for the Early Permian terrigenous series, the environment becomes more oxidizing in the Temir horst located north of the Janajol Platform, compared with the deepest areas westwards in the Precaspian Basin and eastwards in the Pre-Uralian Basin. The fact that Pr/Ph is > 1 in the Viséan and early Permian turbidites does not correspond to a more oxiding environment because the turbidites transported probably contained oxidised terrestrial plant matter.

Conclusion

Late Carboniferous slope calciturbidites located west of the Janajol Platform, contain Type II algal kerogen. Early and Mid-Viséan and Early Permian turbidites contain Type III kerogen composed of terrestrial plants transported and deposited by turbidity currents, or a mixture of Type II and III kerogens. All rocks from the Carboniferous and most of the Early Permian were deposited in a reducing environment, favouring organic matter preservation. However, the continental influence seems to increase towards the eastern areas in the Pre-Uralian basin and the suture zone.

References:

1. Ensepbaev, T., Izart, A.., Cathelineau, M., Joltaev, G., Vachard, D., Boulekbaev, Z.**,** 1998. La bordure Est du bassin Précaspien et la bassin d'avant-pays de l'Oural (Kazakhstan) au Carbonifère et Permien inférieur. In : Crasquin-Soleau, S., Izart, A., Vaslet, D., De Wever, P. (Eds.), Peri-Tethys : Stratigraphic correlations 2. Geodiversitas 20, pp. 687-700.

2. Espitalié, J., Deroo, G., Marquis, F., 1985a. La pyrolyse Rock-Eval et ses applications. Revue de l'Institut Français du Pétrole 40, 563-579.

3. Gürgey, K.**,** 2002. An attempt to recognise oil populations and potential source rock types in Paleozoic sub- and Mesozoic-Cenozoic supra-salt strata in the southern margin of the Pre-Caspian Basin, Kazakhstan Republic. Organic Geochemistry 33, 723–741.

4. Peters, K.E., Moldowan, J.M.**,** 1993. The Biomarker Guide. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 363 pp.

5. Tissot, B.P., Welte, D.H., 1992. Petroleum formation and occurence. A new approach to oil and gas exploration. 2nd Edition. Springer-Verlag, Berlin, 720pp.

6. Warner, J.L., Baskin, D.K., Hwang, R.J., Carlson, R.M.K., Clark, M.E., 2007. Geochemical evidence for two stages of hydrocarbon emplacement and the origin of solid bitumen in the giant Tengiz Field, Kazakhstan. In: Yilmas, P.O., Isaksen, G.H. (Eds.), Oil and gas of the Greater Caspian area. AAPG Studies in Geology 55, pp. 165-169.

Енсепбаев Т.А.[1], Изар А.[2], Баймагамбетов Б.К.[3], Урманова Д.Э.[4], Аманжол К.Д.[5]

Каспиймаңы ойпатының шығыс бөлігіндегі бастапқы жыныстардың негізгі геохимиялық параметрлерінің сипаттамасы

Түйіндеме. Бұл жұмыста Каспиймаңы ойпатының шығыс бөлігіндегі мұнайгаз аналық жыныстардың сипаттамасы келтірген. Келесі формациялар мұнайгаз қайнарлары ретінде жіктеген: жоғарывизе, серпухов, башкир және мәскеу уақыттарының горизонттары – кальцитурбидиттер, бойында II типтес (теңіз) органикалық заттары (ОЗ) бар; төменгі- және ортавизе, төменгі перм уақыттардың горизонттарда - турбидиттер III типтес ОЗ-мен (континентальды, жер беті өсімдіктер) және II мен III типтес ОЗ-дың аралас күйі.

Түйін сөздер: органикалық зат, нефтематеринді қалыңдықтар, генерациялық әлеует, мұнай түзудің басты аймағы, пиролиз, хроматография.

Енсепбаев Т.А.[1], Изар А.[2], Баймагамбетов Б.К.[3], Урманова Д.Э.[4], Аманжол К.Д.[5]

Характеристика основных геохимических параметров исходных пород в восточной части Прикаспийской впадины

Резюме. В данной работе приводится характеристика нефтегазоматеринских пород в восточной части Прикаспийской впадины. Следующие формации были классифицированы как: кальцитурбидиты поздневизейского, серпуховского, башкирского и московского возрастов с органическим веществом (ОВ) II типа (морские); турбидиты ранне- и средневизейского, раннепермского возрастов с ОВ III типа (континентальные, наземная растительность) и смешанного типа II и III типов ОВ.

Ключевые слова: органическое вещество, нефтематеринские толщи, генерационный потенциал, главная зона нефтеобразования, пиролиз, хроматография.

UDC: 553.98:550.461

A. E. Utegenova

Scientific supervisor – T. A. Yensepbaev, Chief of Oil and Gas department , doctor of geological sciences, Associate Professor

B. K. Baimagambetov director JSC AKTOBERGOI

Saparbayeva N.A, assistant of Oil and Gas department, Master of Technical Sciences

Kazakh National Research Technical University, Kazakhstan, Almaty

aigerimyertargynovna@gmail.com

STUDY OF GAS-WATER INCLUSIONS OF PALEOZOIC ROCKS OF THE CASPIAN SYNCLINE AND THE SAKMAR ZONE OF MUGALZHAR

Annotation. *Fluid inclusions in the Paleozoic series of calcites of the eastern part of the Caspian syncline and the Sakmara zone of Mugalzhar were studied. The melting points and the homogenization of fluids in crystals were determined by the method of microthermometry. Interpretation of the measurement results made it possible to determine the most typical values of pressure and temperature, equal, respectively, 350-500 atm, 85°-130°C for the Caspian syncline. The salinity of water inclusions corresponds to 10–12% by weight of equivalents of NaCl. For the Sakmara zone, these values correspond to 390–780 atm, 155–220 ° C with mineralization of 3–6% of BC. NaCl.*

Keywords: *Liquid inclusions, microthermometry, melting point, homogenization temperature, Caspian syncline, Sakmara Mugalzhar zone.*

Technique study

For the study of fluids, the method of microthermometry was used. This technique is to measure the temperature of the phase changes that appear in the liquid inclusion of rock crystals during freezing or when heated. The device used consists of an optical microscope in transmitted light and is equipped with a Chaix Meca microthermometric plate (Poty et al; 1976). The device makes it possible to cool to –190°C and heat it up to 600°C. Melting point (Tf) H2O: allows you to estimate the salinity similar to the weight percentage equivalents of NaCl in accordance with the data of Potter and others (1978) in the case of liquid inclusions that do not have vaporous parts. The boiling point (Th) is equal to the minimum temperature for the formation of liquid inclusions.

Features of liquid inclusions

The following aqueous liquid inclusions were observed:

• Monophasic liquid inclusions (Mw): inclusions with a dominant aqueous phase (100%) are typical of low-temperature conditions (<60-80°).

• Two-phase liquid inclusions (Lw): inclusions with the dominant aqueous phase (most often> 80%) and the total homogenization of which was carried out in the liquid phase.

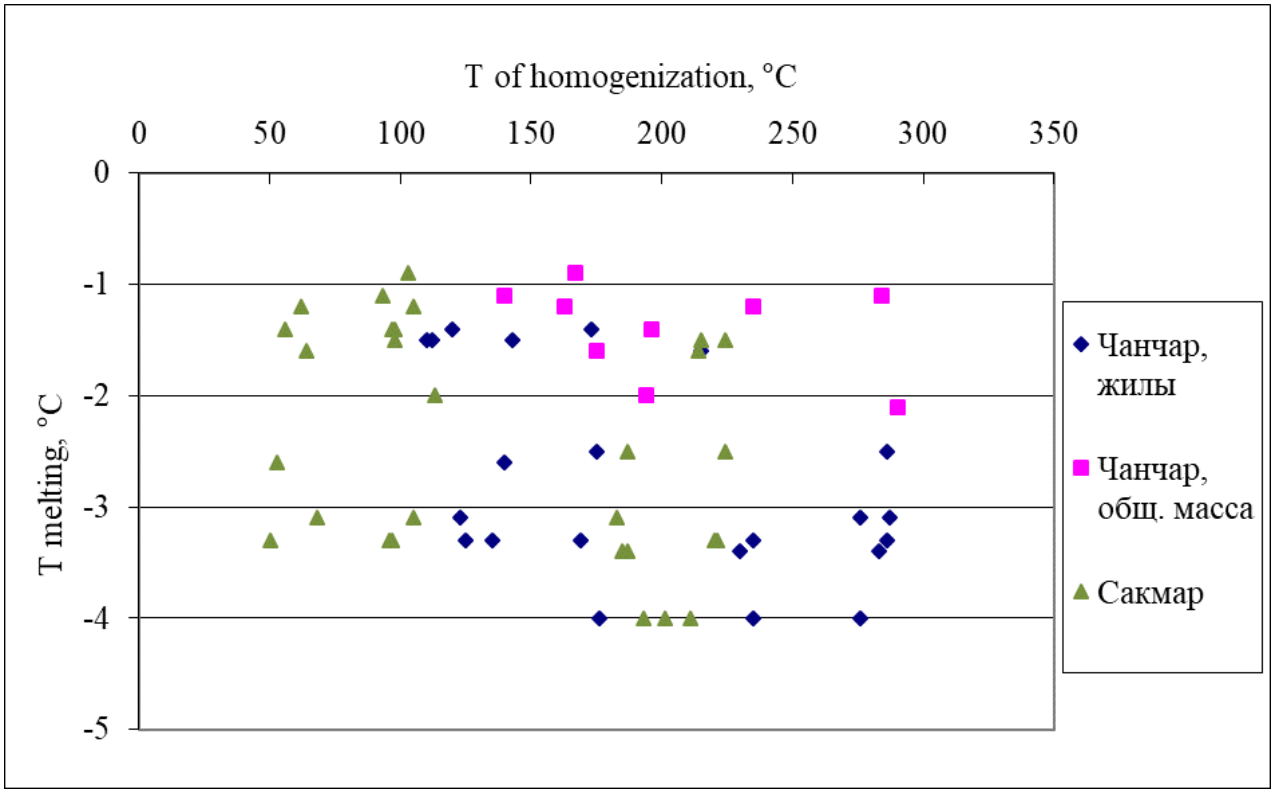
Monophasic inclusions were most often observed in the Permian sediments (Kumsay, Zhussa, Bayzharyk, Koktobe, Akkuduk) and very rarely in deeper series (terrigenous stratum III at Karnak). Two-phase liquid inclusions were most often observed in the Devonian series (Kumsay 811, 813).

Microthermometric characteristic

The percentage of the liquid phase varies from 85 to 95%. Most of the data come from calcite, a fragile mineral. The melting point of gas-water inclusions varies within large limits from – 42.2 ° C to + 3 ° C (119 measurements). The greatest number of values varies within –14 / -5°C (53 measurements). The salinity of water inclusions is representative enough for the most common diagenetic fluids (10-12% by weight of NaCl).

The temperature of homogenization of water inclusions varies from +60 to + 205 ° C with a maximum around + 92 / + 130 ° C (30 measurements) and + 60 / + 72 ° C (23 measurements). The first maximum is characteristic of sedimentary basins that have experienced hydrocarbon-producing diagenesis (Th in the region of 100-130 ° C). Some water inclusions have even higher Th = 138-155°C (7 measurements), up to 178-195°C (3 measurements).

The values for the Sakmara zone of Mugalzhar (figure) show a significant increase in homogenization temperatures, up to 250-290 ° C.



Picture 1 - Graph of melting temperature (Tf) versus homogenization temperature (Th) in the Sakmara zone.

Interpretation of data

Caspian syncline

a) The available data allow us to draw the following conclusions:

• monophasic inclusions, which correspond, in all likelihood, to low temperatures of formation were observed at depths of more than 2500 m, up to 5000 m. This indicates a small thermal gradient, which made it possible to keep these inclusions in equilibrium, if only they were formed at temperatures lower than those that are observed at the present time (the gradient is 2 ° C / 100 m, or about 110-120 ° C at a depth of 5000 m).

• homogenization temperatures are distributed between two thermal gradients from 12.5 to 30°-5°C / km.

b) Reconstruction of the conditions - pressure / temperature. Based on the data on salinity and density obtained by microthermometry, averaged isochores were constructed for a graph of pressure

versus temperature using literature data (Zhanq and Frantz, 1987). Together with the isochores, geothermal gradients for hydrostatic and lithostatic pressures were plotted (Figure 2).

Sakmara zone Mugodzhar

In the Sakmara zone of Mugodzhar, the melting temperature varies from -5.3 ° to -0.2 ° C. The salinity of water inclusions corresponds to diagenetic fluids of relatively low salinity - from 0.35 to 8.28% by weight of NaCl. The temperature of homogenization of fluid inclusions varies widely - from +60 to + 290 ° C. Moreover, there is an increase in this temperature towards younger formations from the Silurian deposits (samples of the Sakmarian suite of the Llandovery-Ludlow age) - + 60 / + 225°C towards the samples of the Chanchary suite of the Prague-mean age - + 110 / + 290°C, which agrees with the geological evolution of the region. The time of subduction processes of the Ural paleo-ocean along the East European Plate and, accordingly, the increase in temperature regimes falls on the Devonian period.

Conditions for the formation of water inclusions.

Caspian syncline

For two-phase inclusions, salinity is most characteristic of 10–12% by weight equivalents of NaCl and relatively high Th variability from very low + 60°C at Kumsai, 5638 m to elevated + 130°C with possible error associated with post-trap phenomena in carbonates.

The intersection of the isochore ‘115°C” with a hydrostatic gradient of 30°C / km gives the pressure / temperature parameters equal to 350 atm, 130°C. The geothermal gradient in lithostatic mode cannot be considered, since the intersection point gives an unrealistic pressure value.

Isochore ’65 °C ’is similar to the Kumsai model 5638m. Interpretation of the pressure-temperature pair is difficult; Two main hypotheses are possible.

1) Fluids were formed in traps in front of the geosyncline currently observed. In this case, the intersection of the isochore with a hydrostatic gradient (30°C / km) leads to low pressure and temperature (180 atm, 70°C), on the contrary, the intersection with a lithostatic gradient (30°C / km) corresponds to the values of P / T in 500 atm and 85 ° C. A pressure of 500 atm corresponds to a lithostatic depth of about 2 km.

2) Fluids were formed at depths equivalent to modern depths. The following two pairs of extreme P-T values are possible: 92°C, 560 atm, corresponding to a hydrostatic gradient of 12°C / km and 120°C, 1,300 atm corresponding to a lithostatic gradient of 20°C / km.

Sakmara zone Mugalzhar

For two-phase inclusions of samples of the Chanchara and Sakmara suites, the most characteristic salinity is 3–6% by weight equivalents of NaCl with an estimated circulation of fluid flows of different composition and salinity. The temperature of homogenization of fluid inclusions varies widely - from +60 to + 290 ° C. Moreover, there is an increase in this temperature towards younger formations from the Silurian deposits (samples of the Sakmara suite of the Llandovery-Ludlow age) - + 60 / + 225°C towards the samples of the Chanchary suite of the Prague-mean age - + 110 / + 290°C, which agrees with the geological evolution of the region. The time of subduction processes of the Ural paleo-ocean along the East European Plate and, accordingly, the increase in temperature regimes falls on the Devonian period.

Conditions for the formation of water inclusions.

Caspian syncline

For two-phase inclusions, salinity is most characteristic of 10–12% by weight equivalents of NaCl and relatively high Th variability from very low + 60°C at Kumsai, 5638 m to elevated + 130°C with the possible error associated with post-trap phenomena in carbonates.

The intersection of the isochore ‘115°C” with a hydrostatic gradient of 30°C / km gives the pressure / temperature parameters equal to 350 atm, 130°C. The geothermal gradient in lithostatic mode cannot be considered, since the intersection point gives an unrealistic pressure value.

Isochore ’65 °C ’is similar to the Kumsai model 5638m. Interpretation of the pressure-temperature pair is difficult; Two main hypotheses are possible.

1) Fluids were formed in traps in front of the geosyncline currently observed. In this case, the intersection of the isochore with a hydrostatic gradient (30°C / km) leads to low pressure and

temperature (180 atm, 70°C), on the contrary, the intersection with a lithostatic gradient (30°C / km) corresponds to the values of P/T in 500 atm and 85 ° C. A pressure of 500 atm corresponds to a lithostatic depth of about 2 km.

2) Fluids were formed at depths equivalent to modern depths. The following two pairs of extreme P-T values are possible: 92°C, 560 atm, corresponding to a hydrostatic gradient of 12°C / km and 120°C, 1,300 atm corresponding to a lithostatic gradient of 20°C/ km.

Sakmara zone Mugalzhar

For two-phase inclusions of samples of the Chanchara and Sakmara suites, the most characteristic salinity is 3–6% by weight equivalents of NaCl with an estimated circulation of fluid flows of different composition and salinity. The temperature of homogenization varies from very low + 60°C to elevated + 290°C with four maxima around temperatures of 100°C, 130°C, 175°C and 285°C. After applying these temperatures to the isochore chart, geothermal gradients (24 ° C / km) were also applied in lithostatic and hydrostatic regimes.

The intersection of the isochore '100°C" with a hydrostatic gradient of 24°C / km gives the parameters P / T equal to 390 atm, 155°C. The isochore of homogenization temperatures '130°C" and gradient 24°C / km are parameters P / T, equal to 500 atm, 155°C. The temperature isochor '175'C" and the hydrostatic gradient 24°C/km give the parameters P/T equal to 780 atm, 220°C. Interpretation on the isochore 285°C requires a separate study, since its intersection with a hydrostatic gradient gives the parameters of the Pressure-Temperature of the supercritical region (440 ° C/1600 atm

The results obtained allow to note the following:

• The mineralization of water inclusions corresponds to 10–12% by weight equivalents of NaCl.

• According to the results of the interpretation of the "Pressure – Temperature" graphs for the two most common homogenization temperatures, pressure/temperature values of 350 atm/130 ° C and 500 atm / 85 ° C were obtained. Part of the Devonian samples show even higher pressures (up to 600 atm) and temperatures (up to 200 ° C).

• Similar P / T pairs are determined by homogenizing temperatures around 120-140 ° C of samples from the Sakmar zone. However, for homogenization temperatures of 280–290 ° C, the reconstruction of the P/T pair in this zone shows an increase in the paleotemperature values up to 340–430 ° C and paleo-pressure up to 650–700 atm and more, which corresponds to a geothermal gradient exceeding 40 ° C / km.

• High pressures can explain the relative poverty of fluid inclusions — opening and volatilization during calcite deformation.

• The presence of a large number of monophasic inclusions, as well as low temperatures of homogenization (60-70 ° C) in some samples, suggest that liquid inclusions were too susceptible to post-listen phenomena (deformation, disclosure) in order for their current state to simplify interpretation, measured homogenization temperatures (= 65 ° C) may be underestimated and do not reflect true conditions.

Literatures:

1. Mullis J. (1975). Growth conditions of quartz cristals from Val d'llliez, (Valais, Switzerland). Schweiz. Miner. Petrogr. Mitt 55, 419-429.

2. Potter R.W., Clynne M.A. Solubility of higly soluble salts in aqueous-media. 1. NaCl, KCL, CaCl2, Na2SO4, and K2SO4 solubilities to 100-degrees-C. Jour. Res. Geol. Surv. v.6 (6), p.701-705, 1978.

3. Poty B, Leroy J, Jachimowicz L. Un nouvel appareil pour la mesure des températures sous le microscope : l'installation de microthermométrie Chaixméca. Bulletin de Liaison de la Société française de Minéralogie et Cristallographie, 1976, 99, 182-186.

4. Roedder E. And Bodnar R.J. Geologic pressure determinations from fluid inclusion studies. Ann.Rev. Earth Planet. Sci., 1980, 8, pp. 263-301.

5. Valakovitch M.P. and Altunin U.V. (1968). Thermophysical properties of carbon dioxide. Collets, London.

6. Weisbrod A., Poty B., Touret J. Les inclusions fluids en geochimie-petrologie: tendances actuelles. Bulletin de la societe francaise de Mineralogie et Cristallographie, 1976, 99, 140-152.

7. Zhang Y.G. and Frantz J.D. Determination of the homogenization temperatures and densities of supercritical fluids in the system NaCl-KCl,-CaCl2-H2O using synthetic fluid inclusions. Chem.Geol., 1987, 64, pp. 335-350.

А. Е. Утегенова

Каспий маңы синеклизі мен Мұғалжар Сақмара зонасы палеозой таужыныстарының газ-су қосылыстарын зерттеу

Аннотация. Каспий маңы синеклизінің шығыс бөлігіндегі палеозой лектерінің кальциттерінде және Мұғалжардың Сақмара аймағының флюидтік қосылыстары зерттелді. Микротермометрия әдісімен кристалдардағы флюидтердің балқу және гомогендеу температуралары анықталды. Өлшеу нәтижелерін түсіндіру Каспий маңы синеклизасы үшін 350-500 атм тең қысым мен 85°-130°С температураның ең типтік мәнін анықтауға мүмкіндік берді. Су қоспаларының минералдануы NaCl салмақтық эквиваленттерінің 10-12% сәйкес келеді. Сакмара зонасы үшін бұл мәндер 390-780 атм, 155-220°С минералдануымен 3-6%. Э. NaCl сәйкес келеді.

Кілт сөздер: Сұйық қосылыстар, микротермометрия, балқыту температурасы, гомогенизация температурасы, Каспий маңы синеклизі, Мұғалжар Сақмара зонасы.

А. Е. Утегенова

Изучение газоводяных включений палеозойских горных пород Прикаспийской синеклизы и Сакмарской зоны Мугалжар

Аннотация. Изучены флюидные включения в кальцитах палеозойских серий восточной части Прикаспийской синеклизы и Сакмарской зоны Мугалжар. Методом микротермометрии были определены температуры плавления и гомогенизации флюидов в кристаллах. Интерпретация результатов измерений позволила определить наиболее типичные значения давления и температуры, равные, соответственно, 350-500 атм, 85°-130°С для Прикаспийской синеклизы. Минерализация водных включений соответствует 10-12% весовых эквивалентов NaCl. Для Сакмарской зоны эти значения соответствуют 390-780 атм, 155-220°С с минерализацией 3-6% в.э. NaCl.

Ключевые слова: Жидкие включения, микротермометрия, температура плавления, температура гомогенизации, Прикаспийская синеклиза, Сакмарская зона Мугалжар.

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ»

УДК 622.276.43

Д. Ж. Абдели, А. Б. Сейден, О. Ж. Рахметов.
Научный руководитель - Д.Ж. Абдели, доктор технических наук, профессор
Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
assel_seiden@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЛЬТРОВ ИЗ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПЕРЕМЕННОЙ КРУПНОСТЬЮ ЧАСТИЦ

Аннотация. *На нефтяных месторождениях вследствие закачки воды со взвешенными глинистыми частицами в пласты происходит существенное снижение приемистости нагнетательных скважин из-за загрязнения призабойной зоны. В статье предлагается новый метод глубокой очистки пластовой воды от взвешенных глинистых частиц применением эффективных фильтров из зернистых материалов с переменной крупностью частиц. Представлены результаты опытов по определению рациональных параметров и режимов работы рекомендуемого фильтра для подготовки пластовой воды.*

Ключевые слова: *Скважина, вода, очистка, пласт, нефть.*

В настоящее время добыча нефти на средней и поздней стадиях разработки месторождений, характеризуется необходимостью закачки в пласт воды для поддержания пластового давления (ППД). Общепринято, что заводнение позволят не только увеличить темп отбора, но и достичь максимального коэффициента извлечения углеводородов.

Основные методы очистки нефтепромысловых сточных вод в отрасли — механические и физико-химические [1,2]. Самый распространенный — это метод отстаивания как наиболее простой и дешевый, во многих случаях обеспечивающий необходимые требования к качеству воды. На большинстве объектов применяют только этот метод, а на некоторых — в сочетании фильтрацией и физико-химическими методами. Метод отстаивания хотя и прост, но имеет недостатки: большая зависимость качества очистки от характеристик загрязняющих включений (дисперсности, стабильности и др.), длительность процесса и т. д. Поэтому в последние годы для повышения производительности оборудования и глубины очистки пластовой воды были разработаны такие средства, как отстойники тонкослойного отстаивания, с коалесцирующим фильтром, фильтры, трехпродуктовые гидроциклоны и др.

Так, например, на месторождении Узень в качестве источников воды, применяемой для закачки в продуктивные пласты, используется попутная пластовая вода, поступающая с УПСВ-1, УПСВ-2, ЦППН. Применяемая в настоящее время технология предварительного сброса попутнодобываемой воды (УПСВ-1, УПСВ-2) осложнена поступлением с нефтяных промыслов больших объемов жидкости, которая превышает проектную производительность этих объектов, происходит нарушение времени отстоя продукции в технологических аппаратах, что приводит к ухудшению параметров воды, подготавливаемой для ППД, и несоответствию качества воды, подаваемой для закачки в пласты, требованиям нормативной документации РК.

В своей статье [3] Голубев И.А. изложил существующую проблему подготовки сточных вод, закачивающихся в систему поддержания пластового давления. Рассмотрены несколько вариантов внедрения объектов кустового сброса в разработку нефтяных месторождений на ранних этапах нефтесбора. Тем не менее, применение аппаратов кустового сброса имеет ряд недостатков, чем предлагаемое устройство глубокой очистки

пластовой воды. Недостаточная эффективность, обусловленная тем, что слабо контролируется качество подаваемой в нагнетательную скважину воды, а ее количество постоянно.

Следует отметить, проведенные изучения в Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) разработаны и внедрены гидроциклонные установки для подготовки воды, используемой для заводнения продуктивных горизонтов. Недостатком данной технологии является невысокая степень разделения, сложность удаления всплывающих веществ [4].

Несмотря на важность вопроса и достаточно большое число публикаций, посвященных исследованиям глубокой очистка пластовой воды от взвешенных твердых частиц и равномерной закачки ее в нефтяной пласт вышеуказанная проблема остается актуальной на сегодняшний момент.

Нами предлагается новая технология глубокой очистки пластовой воды со взвешенными глинистыми частицами [5]. Задачей и техническим результатом предлагаемоой технологии является повышение эффективности очистки пластовой воды со взвешенными твердыми частицами и сульфидовостанавливающими бактериями путем подачи очищаемой воды из нижнего отсека установки с выпускным патрубком вертикально с низу в верх последовательно через перфорированную перегородку и слои зернистого материала с пременными размерами частиц в вертикальном направлении, нижний слой которого имеет максимальные габаритные размеры частиц, а верхний слой – минимальные габаритные размеры частиц. При этом в верхнем отсеке установки очищенная от взвешенных твердых частиц вода с сульфидовостанавливающими бактериями подвергается равномерному воздействию окисляющего газа (азона), подача которого осуществляется через отверстия равномерно распределенных по площади перфорированных трубок.

Накопившиеся в нижнем отсеке установки взвешанные твердые частицы периодически выводятся через нижний выпускной патрубок нагнетанием водой. Очищенная от взвешенных твердых частиц вода направляется для поддержания пластового даления и равномерного вытеснения нефти из пласта.

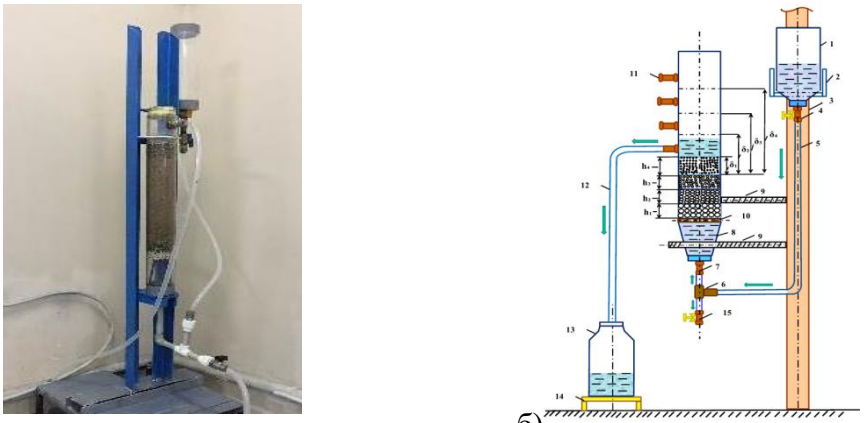
Для установления рациональных параметров рекомендуемой технологии подготовки воды для поддержания пластового давления нами проведены экспериментальные исследования. Эсперимента́льная установка (рис. 1а и б) состоит из вертикального цилиндра, входного и выходного патрубков, а также подводящих и отводящих пластмассовых труб. Внутри прозрачного вертикального цилиндра, изготовленного из оргстекла, последовательно расположены нижняя перфорированная металлическая перегородка, фильтр из зернистых материалов с переменными размерами частиц и верхняя перфорированная металлическая перегородка.

Зернистый фильтр состоит из трех слоев: нижних и верхних поддерживающих слоев с переменными размерами частиц – от 5,0 до 1,0 мм; среднего рабочего слоя, состоящего из речного песка с размерами частиц – от 0,7 до 1,0 мм. Эти три зернистые слои прижаты между нижними и верхними перфорированными металлическими перегородками с помощью винта и гаек.

Основными критериями оценки работы зернистого фильтра с переменными размерми частиц эксперимента были приняты: масса в мг взвешенных частиц в одном литре пластовой воды до и после прохождения ее через фильтр, т. е. - концентрация взвешенных частиц в мг/л и максимальные размеры частиц взвешенных частиц в мкм в воде до и после прохождения ее через фильтр. Значения толщины рабочего слоя зернистого фильтра при проведении опытов были приняты в следующих диапозонах: δ =100, 200, 300, 400 мм. В качестве основного фактора была применена концентрация взвешенных глинистых частиц в в исходных образцах воды: $C_{взв}$= 0,8 … 1000,0 г/л.

До и после проведения каждого опыта были выполнены анализы воды. Количество взвешенных частиц в пластовой воде были определены согласно СТ РК 1662-2007. В результате анализа взвешиванием на аналитических весах были получено, что масса

мехпримесей составила до очистки воды в среднем 1,0 г/л. и после очистки воды в среднем 0,005 г/л (рис. 2).



а) б)

Рисунок 1 - Общий вид (а) и принципиальная схема (б) экспериментальной установки для очистки пластовой воды от взвешенных глинистых твердых частиц: 1-приемный резервуар, 2-металлическое крепление, 3-конструкция металлической опоры, 4-соединительный кран, 5-трубка входа воды, 6-тройник, 7-соединитель, 8-резервуар-фильтр очистки воды, 9–металлическое крепление, 10-сетка, 11-соединения, 12-трубка выхода, 13-резервуар-сборник для очищенной воды, 14- поддон резервуар-сборника.

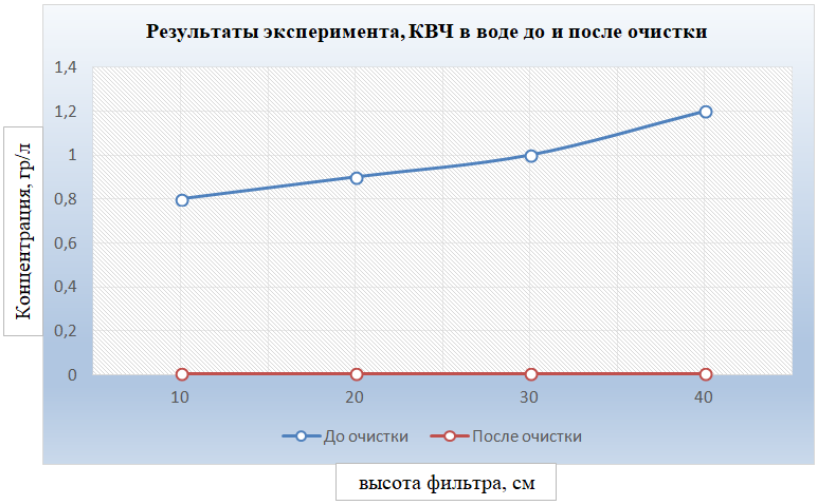
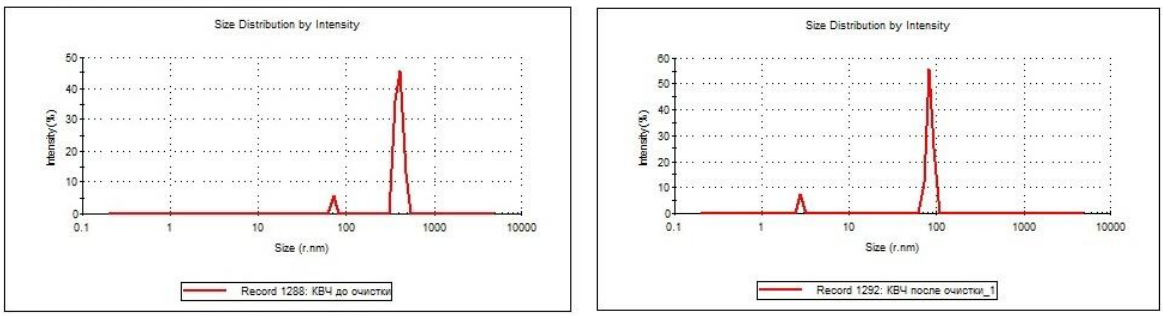


Рисунок 2 - График зависимости концентрации взвешенных глинистых частиц от высоты фильтра до и после очистки воды.

На приборе Zetasizer был сделан нано замер радиуса механических примесей в воде до и после очистке на фильтре. Результаты измерений по воде «до очистки на фильтре» показали (рис.3, а), что частицы с размерами от 0,08 до 0,09 мкм – 6 %, от 0,5 до 0,7 мкм составляет около 45 %. Эти размеры твердых взвешенных частиц соизмеримы с размерами пор и капилляров. Результаты измерений по воде «после очистки на фильтре» (рис.3, б) показали, что частицы с размерами от 0,04 до 0,05 мкм – 8 %, от 0,08 до 0,1 мкм составляет около 55 %.

Результаты проведенных опытов показали о том, что с увеличением высоты рабочего слоя свыше 200 мм концентрация взвешенных частиц в пластовой воде существенно снижается примерно в десятки раз, а максимальные размеры взвешенных частиц при этом не превышают 100 мкм. Это говорит о том, что увеличивая высоту рабочего зернистого слоя до 300 – 400 мм, и уменьшая размеры частиц зерен меньше 0,7 мм, и уплотняя рабочего слоя фильтра можно добиться полной очистки пластовой воды.



(а) (б)

Рисунок 3 - Интенсивность распределения размеров твердых взвешенных частиц в воде до (а) и после (б) очистки.

Таким образом, экспериментально установлено, что подача очищаемой воды вертикально с низу в верх последовательно через перфорированную перегородку и слои зернистого материала, окисляющего газа, позволяют существенно повысить эффективность очистки пластовой воды от взвешенных твердых частиц, предотвратить закупоривание пор призабойной зоны пласта взвешенными твердыми частицами и значительно увеличить приемистость нагнетательных скважин.

Литературы:

1. Н.М. Байков, Г.Н. Позднышев, Р. И. Мансуров, Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды.

2. Mohammad A.J. Ali (Kuwait Inst. Scientific Rsch.), Peter K. Currie (Delft University of Technology)& others, Permeability Damage due to Water Injection Containing Oil Droplet and Solid Particles at Residual Oil Saturation. 2007. SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference, 11-14 March, Manama, Bahrain. ISBN 978-1-55563-187-1.

3. Голубев И. А. Пути и решения очистки промысловых вод для системы поддержания пластового давления. Нефтегаз. дело: электрон. науч. ж., 2013, № 3, С. 87–96.

4. Бусарев А.В., Селюгин А.С., Шешегова И.Г., Урмитова Н.С. Гидроциклонные установки подготовки воды для заводнения нефтеносных горизонтов с целью повышения их нефтеотдачи. Нефтегаз. дело: электрон. науч. ж., 2015, №4, С. 199–215.

5. Патент 32696 РК МКИ В11/00. Способ очистки промышленных, сточных, пластовых вод со взвешенными твердыми частицами и биологическими микроорганизмами. / Бейсембетов И.К., Абдели Д.Ж., Карабалин У.С.; опубликован 05.03.2018 гг. бюл. №9.

D.Zh. Abdeli, A.B. Seiden, O.Zh. Rahmetov

Determination of rational parameters of formation water treatment technology using filters of granular materials with variable particle size.

Summary. At oil fields, as a result of water injection with suspended clay particles into the formations, there is a significant decrease in the injectivity of injection wells due to contamination of the bottomhole zone. The article proposes a new method of deep treatment of formation water from suspended clay particles using effective filter of granular materials with variable particle size. The results of experiments to determine the rational parameters and modes of operation of the recommended filter for the preparation of produced water are presented.

Key words: Well, water, treatment, formation, oil.

Д. Ж. Абдели, А. Б. Сейден, О. Ж. Рахметов

Түйіршікті материалдардан сүзгілерді қолданып, өзгермелі бөлшектердің ірілігімен қабаттық суды дайындау технологиясының оңтайлы параметрлерін анықтау.

Аннотация. Сазды қалқыма бөлшектерден қабаттарға суды айдау салдарынан кен орындары маңайындағы аймақта айдау ұңғымасының қабылдағыштығы елеулі түрде төмендейді. Мақалада түйіршікті материалдардан тиімді сүзгілерді қолданып, сазды қалқыма бөлшектерден қабаттағы суды терең тазалаудың жаңа әдісі ұсынылады. Қабаттағы суды дайындау үшін ұсынылатын сүзгінің тиімді параметрлері мен жұмыс режимдерін анықтау бойынша тәжірибе нәтижелері ұсынылды.

Кілт сөздер: Ұңғы,су, тазалау, қабат, мұнай.

УДК: 622.06

Д. Ж. Абдели[1], А. С. Ыскак[2], О. Ж. Рахметов[3], Т. Лэй[4], Ц. Ван[5].
Научный руководитель - Д.Ж. Абдели, доктор технических наук, профессор
[1-5]Казахский национальный технический исследовательский университет имени К. И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы,
E-mail: d.abdeli@mail.ru

УСТАНОВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ГЕРМЕТИЗАЦИИ ЗАКОЛОННОГО ПРОСТРАНСТВА В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Аннотация. *В статье рассмотрены проблемы ограничения водопритоков в забои нефтяных скважин из водоносных пластов. Предложен новый способ герметизации заколонного пространства призабойной зоны скважин с применением эффективных реагентов на основе микроцемента и жидкого стекла. Получен опытным путем рациональный состав тампонажных материалов, обеспечивающий глубокое проникновение микроцементного раствора в вводоносный пласт и предотвращающий усадку цементного камня.*

Ключевые слова: *нефть, скважина, пласты, вода, микроцемент, жидкое стекло.*

Известны, что основными причинами обводнения скважин являются технологические, связанные с внедрением пластовых вод из водоносных горизонтов в залежь (образование конусов обводнения), и технические, связанные с нарушением крепи скважин, т.е. негерметичностью цементного камня эксплуатационной колонны. При этом технологиями ограничения притока пластовой воды к забою добывающих скважин являются нагнетание в водонасыщенный пласт различных осадко- и гелеобразующих растворов, химреагентов на основе кремнеорганических, органических и неорганических соединений, нафтеновых кислот, полимерных и пенных систем и др. [1-5].

В период с 2000 по 2002 годы для ограничения водопритока на месторождениях Казахстана (Кумколь, Узень и ряде др. месторождений) компанией «ОТО-ПРОМ» были проведены ремонтно-изоляционные работы более чем на 100 скважинах. В качестве изоляционного материала, в основном, применялся низкомолекулярный полиакриламид.

Микроцемент Squeeze CRETE является ещё одним средством, играющим ключевую роль в ограничении водопритоков. Низкая фильтрация и способность проникать в трещины шириной менее 160 микрон, делают его идеальным тампонирующим материалом для борьбы с негерметичностью заколонного пространства. После его закачки в пласт и схватывания, этот цемент проявляет высокую прочность на сжатие, низкую проницаемость и устойчивость при воздействии агрессивных сред.

Наиболее перспективных и технологичных методов для блокирования промытых зон пласта и селективного ограничения водопритоков является применение технологии закачки в пласт составов на основе силиката натрия (жидкого стекла) [5]. Применение силикатов в различных промышленных зонах огромно и хорошо документировано. В США на основе силикагеля разработана компанией «Би-Джей Хьюз» - состав «Силджел» и фирмой Dowell система «Zonelock», применяемая при выработке запасов нефти из терригенных и карбонатных коллекторов. Главным преимуществом этих составов является их низкая стоимость, позволяющая проводить большеобъемные обработки скважин. Основными реагентами в системе «Zonelock» являются силикат натрия, соляная кислота, полимер, сшиватель и наполнитель. Силикат натрия и соляная кислота образуют гель с регулируемым временем гелеобразования, сшиватель и полимер добавляют для регулирования вязкости жидкости и увеличения прочности геля.

Однако несмотря на большое количество выполненных промысловых работ по

ограничению притока пластовой воды из водоносных горизонтов к забою добывающих скважин, в настоящее время многие месторождения эксплуатируются при высокой обводненности (до 80 %) и низкого дебита (не более 5 т/сутки) добывающих скважин. Это объясняется недостаточной изученностью закономерностей процессов ограничения притока пластовой воды к забою добывающих скважин и технологических свойств тампонажных материалов в пластовых условиях. Поэтому требуется проведение теоретических и экспериментальных лабораторных научных исследований процессов образования водоизолирующего экрана из более стойких к пластовым условиям гелеобразующих тампонажных материалов в призабойной зоне пласта и разработка рациональных режимов и параметров более эффективных технологий ограничения притока пластовой воды к забою добывающих скважин.

Нами предлагается новая технология ограничения притока пластовой воды к забоям скважин применением тампонажного материала на основе микроцемента и жидкого стекла с расширяющимися добавками. Сущность и новизна этой технологий заключаются в том, что в начале перфорируют эксплуатационную колонну и цементный камень на интервале водоносного пласта ниже забоев скважин. Затем в заколонное пространство 1 (рис. 1) через образованные перфорированные отверстия эксплуатационной колонны 2 и цементного камня 3 в заколонное пространство 1 нагнетают последовательно буферную, рабочую и продавочную жидкости через НКТ 4. Одновременно в нефтяной пласт 5 и заколонное пространство 6 через затрубное пространство 7 нагнетают нефть. Затрубное пространство ниже забоя изолируют пакером 8. Ниже создаваемого экрана устанавливают цементную пробку 9.

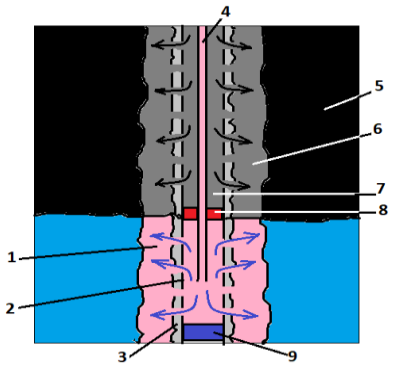


Рисунок 1 - Создание водоизолирующего экрана ниже забоя

В качестве основного тампонажного материала в рабочей жидкости принимают микроцемент на основе обычного цемента М-400. Микроцемент позволяет в 5-10 раз увеличивает прочность водоизолирующего экрана и способствует глубокому проникновению раствора пустоты между цементным камнем, обсадной колонной и горной породой, а также в водоносный пласт. На основании обзора в качестве основы расширяющей добавки нами выбран компонент «РК-А1», реакция гидратации которого контролируется вводом добавок жидкое стекло или метасиликат натрия. Кроме того, проходит еще одна реакция, между жидким стеклом и компонентами, находящейся в микроцементе с образованием силиката.

Исходя из анализа опыта цементирования скважин в большинстве случаев от момента затворения сухой тампонажной смеси до момента окончания продавки цементного раствора проходит в среднем 1–3 ч. С целью замедления протекания реакции взаимодействия расширяющегося компонента с водой был проведен обзор реагентов и химических веществ, способных выступить в роли ингибиторов. Растворимое жидкое стекло (натриевое) сильно ускоряет процессы твердения цементного раствора. Из неё видно, что оно (растворимое стекло) не имеет постоянного состава, и соотношение между отдельными составными частями может меняться. С целью замедления протекания реакции цементирования был

принят замедлитель реакции компонент «ЗК-А1». Натриевое жидкое стекло (Na_2 SiO_3) производится в Казахстане ТОО “Елмаз”.

Таким образом, теоретически обоснован эффективный метод водоизоляции забоев тампонажными материалами на основе жидкого стекла и микроцемента с расширяющейся добавкой – компонентом «РК-А1» и замедлителем реакции – компонентом «ЗК-А1», позволяющий существенно снизить приток пластовой воды к забою добывающих скважин.

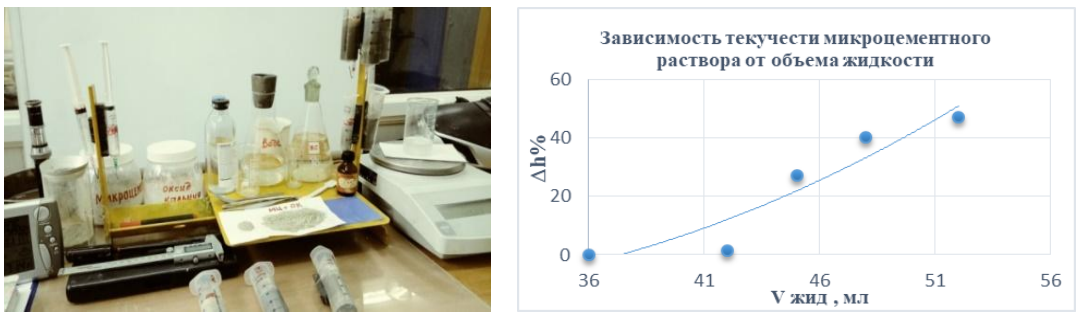
Следующим этапом данной работы было проведение экспериментальных лабораторных исследований по установлению рациональных параметров и режимов технологии получения водного раствора микроцемнта и силиката натрия (жидкого стекла) с расширяющейся добавкой и замедлителем реакции для ограничения притока пластовой воды к забоям скважин. При проведении опытов вяжущей основой для испытуемого тампонажного раствора выбран цемент марки 400, который предварительно просеян через сито с размером отверстий 0,6 мм. Проход сита с размерами меньше 600 мкм использован как микроцемент для подготовки микроцементного раствора

В таблице 1 приведены наименование и процентные содержания реагентов: микроцемента $c_{мц}$ (%) и расширяющегося компонента РК-А1 $c_{рк}$ (%) в сухом веществе по массе, а также жидкого стекла $c_{жс}$ (%), замедлителя реакции $c_{зк}$ (%) в жидкости по объему и соотношение масс сухого вещества и жидкости в долях ($m_{сх}$ + $m_{ж}$ = 18 мг + 36…52 мл).

Таблица 1. Рецептура базового состава тампонажного материала

Наименование реагента	Количество добавок	Назначение реагента
Микроцемент марки 400 $c_{мц}$, %	95 - 70	Вяжущее
Компонент «РК-А1» $c_{рк}$, %	5 - 30	Расширяющийся
Жидкое стекло $c_{жс}$, %	30 - 26	Замедлитель реакции
Компонент «ЗК-А1» $c_{зк}$, %	30 - 26	Замедлитель реакции
Вода $c_{в}$, %	40 - 48	Жидкость затворения

В начале сухие и жидкие компоненты смешивались отдельно, а затем их смешивали в пластмассовых баллончиках объемом 50 мл, которые были прикреплены к стойкам. Процесс гелеобразования вышеуказанными составами проводились в баллончиках, помещенных в водяную ванну с температурой 80°С, близкой к пластовым условиям. Качество микроцементного раствора оценивалось по текучести через 2-3 часа после его приготовления и прочности под давлением 1,9÷3,9 кПа, а также по усадке цементного камня. На рис. 2 (а, б) представлены общий вид лабораторного оборудования для проведения опытов и график зависимости текучести микроцементного раствора по деформации Δh (%) вертикального слоя образца длиной 74 мм под собственной силой тяжести от объема жидкости $V_ж$ (мл) при соотношениях воды, жидкого стекла и замедлителя реакции: $c_в$+$c_{жс}$+$c_{зр}$ = 40 % +30 % + 30 %.



а б

Рисунок 2 - Общий вид лабораторного оборудования (а) для проведения опытов и график (б) зависимости текучести микроцементного раствора от объема жидкости при

соотношениях воды, жидкого стекла и замедлителя реакци: $c_в$+$c_{жс}$+$c_{зр}$ = 40 % +30 % + 30 %.

Опытные данные показали, что при значениях объема сухого вещества и жидкости $m_{сх}$ + $m_ж$ = 18 мг + 45…48 мл при $c_в$ + $c_{жс}$ + $c_{зр}$ = 40 % +30 % + 30 % достигается хорошая текучесть микроцементного раствора по деформации под давлением. Это говорит о том, что при таком составе реагентов тампонажного материала микроцементный раствор свободно перемещаться вдоль НКТ и в призабойной зоне водоносного пласта.

Результаты проведенных опытов также показали, что по критериям отсутствия усадки, обеспечения текучести микроцементного раствора и прочности полученного цементного камня рациональным составом реагентов являются: в сухом веществе - микроцемента марки 400 $c_{мц}$ = 80 – 70 %, - расширяющегося компонента $c_{рк}$ = 20 - 30 % соответственно; в жидкости - воды $c_в$ = 45 - 48 %, жидкого стекла $c_{жс}$ = 26 - 28 % и - замедлителя реакции $c_{зр}$ = 26 - 28 %. При этом соотношение сухого вещества и жидкости были приняты следующие значения: $m_{сх}$ + $m_ж$ = 18 мг + 48…52 мл.

Таким образом, проведенные опыты показали о возможности ограничения притока воды из водоносных пластов применением тампонажных материалов на основе микроцемента и жидкого стекла. Это обеспечит значительное снижение эксплуатационных затрат при добыче нефти и снизит обводненность нефтяных скважин. Данные реагенты были выбраны как перспективные для проведения опытно-промышленных испытаний рекомендуемого метода герметизации заколонного пространства на лабораторных моделях забоя скважин, а также в промысловых условиях.

Литературы:

1. Kuchuk F, Patra SK, Narasimham JL, Ramanan S and Banerji S: "Water Watching," *Middle East Well Evaluation Review* 22. (November 22,1999): 14-23; and also Kuchuk F and Sengul M: "The Challenge of Water Control," *Middle East Well Evaluation Review 22* (November 22, 1999): 24-4

2. Martins J.P., M ilton-Tayler D., Leung H.K. Rept. on the 65th Ann. Techn. Conf., New Orleans, September 23—26, 1990, SPE 20709. SPE 20709.

3. Строганов В.М, СтрогановА.М., ПономаревД.М., СтрогановМ.А. (ООО «НПФ «Нитпо») «ТВИКОР». Эффективная технология водоизоляционных работ с применением кремнийорганических материалов группы АКОР-БН®, 2016.

4. Девятов В.В., Алмаев Р.Х., Пастух П.И., Санкин В.М. Применение водоизолирующих химреагентов на обводненных месторождениях Шаимского района. – М.: ВНИИОЭНГ, 1995.

5. Старковский А.В., Дзюбенко Е.М. Механизм поведения силикатного геля в пористой среде. Технология нефти и газа/ Научно-технологический журнал №6(77), 2011.

Д. Ж. Абдели, А. С. Ысқақ, О. Ж. Рахметов, Т. Лэй, Ц. Ван.

Мұнай ұңғының түп аймағындағы тізбек сыртындағы кеңістікті саңылаусыздандыру процесінің тиімді параметрлерін орнату

Андатпа: Бұл мақалада сулы қабаттардан мұнай ұңғының түбіне келетін су ағындарын шектеу мәселелері қарастырылған. Ұңғы аймағының түбіндегі тізбек сыртын микроцемент және сұйық әйнек негізіндегі тиімді реагенттерді қолданудың жаңа тәсілі ұсынылған. Сулы қабатқа терең өтуін қамтамасыз ететін және тастың шөгуін болдырмайтын тәжірибелік жолмен тиімді тампонажды ерітінді алынды.

Түйін сөздер: мұнай, ұңғы, дайындау, су, микроцемент, сұйық әйнек.

D.Zh. Abdeli, A.S. Yskak, O.Zh. Rahmetov, T. Lei, S. Van

Establishing rational parameters of the sealing process annular space in the bottom zone of oil wells.

Abstract. The article deals with the problems of limiting water inflows into the wells of oil wells from aquifers. A new method is proposed for sealing the annular space of the wellbore zone using effective reagents based on micro-cement and liquid glass. Experimentally obtained a rational composition of cementing materials, which provides deep penetration of the micro-cement mortar into the aquiferous stratum and prevents the stone from shrinking.

Key words: oil, well, preparation, water, micro-cement, water glass.

УДК 622 (076)

Д. Ж. Абдели[1], А. С. Ыскак[2], О. Ж. Рахметов[3], Т. Лэй[4], Ц. Ван[5].
Научный руководитель - Д.Ж. Абдели, доктор технических наук, профессор
[1-5]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И,Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
ardak_y78@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ОГРАНИЧЕНИЯ ОБВОДНЕННОСТИ ЗАБОЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Аннотация.*В статье предлагается технология эффективной водоизоляции забоя добывающих скважин применением новых тампонажных материалов на основе силиката натрия (жидкого стекла) и микроцемента для уменьшения их обводненности. Представлены результаты проведенных опытов гелеобразующих тампонажных материалов на основе жидкого стекла и его сшивателя (S-1).*

Ключевые слова*: месторождение, пластовая вода, обводнение скважины, гелеобразующий состав, силикат натрия (жидкое стекло), сшиватель.*

На поздней стадии разработкинефтяных и газовых месторождений четко выявляется падение добычи нефти, газа и рост обводненности добываемой продукции. Успешное снижение обводненности добывающих скважин при сохранении или увеличении их дебита по нефти является основной задачей.

Данное исследование направлено на уменьшение попутно-добываемой воды в добывающих скважинах которая, как известно, поступает по высокопроницаемым каналам и трещинам, а также из-за резкого повышения текущего водонефтяного контакта. Первоначально к забою скважины подошвенная вода начинает подтягиваться в виде водяного конуса, а по мере подъема ВНК подойдет к забою и через перфорационные отверстия интервала перфорации начнет постепенное скапливание жидкости на забое и ее медленное поднимание по стволу и, перекрывая интервал перфорации, не давая нефти поступать из скважины на поверхность.

Следует отметить, что устранение данной проблемы остается не решенным в достаточной степени из-за недостаточно четко сформулированных задач и обоснованного выбора этих технологий и материалов при дизайне воздействия на пласты.

Одним из наиболее перспективных и технологичных методов для блокирования промытых зон пласта и ограничения водопритоков является применение технологии закачки в пласт составов на основе силиката натрия. Силикаты были предложены в качестве закупоривающих агентов при изоляции воды еще в 1920-х годах [1] и были использованы для сокращения добычи воды в нефтяной промышленности с 1990-х годов [2]. Составы на основе жидкого стекла применяют в разных типах коллекторов, в том числе и низкой проницаемости, так как эти растворы закачиваются в пласт в виде маловязких растворов, а образование тампонирующего материала происходит непосредственно в пласте [3,4].

Кроме того что силикатные гели являются экологически чистыми неорганическими химическими веществами, устойчивыми к биологической деградации [5], они обладают свойством хорошей адгезии к породе и металлу, устойчивость при высоком давлении и температуре до 200^0С, поэтому они эффективны в условиях глубокозалегающих высокотемпературных коллекторов [6].

Нами разработана и предлагается технология эффективной водоизоляции забоя добывающих скважин применением новых тампонажных материалов на основе силиката

натрия (жидкого стекла) и микроцемента для уменьшения обводненности эксплуатационных скважин (рис 1).

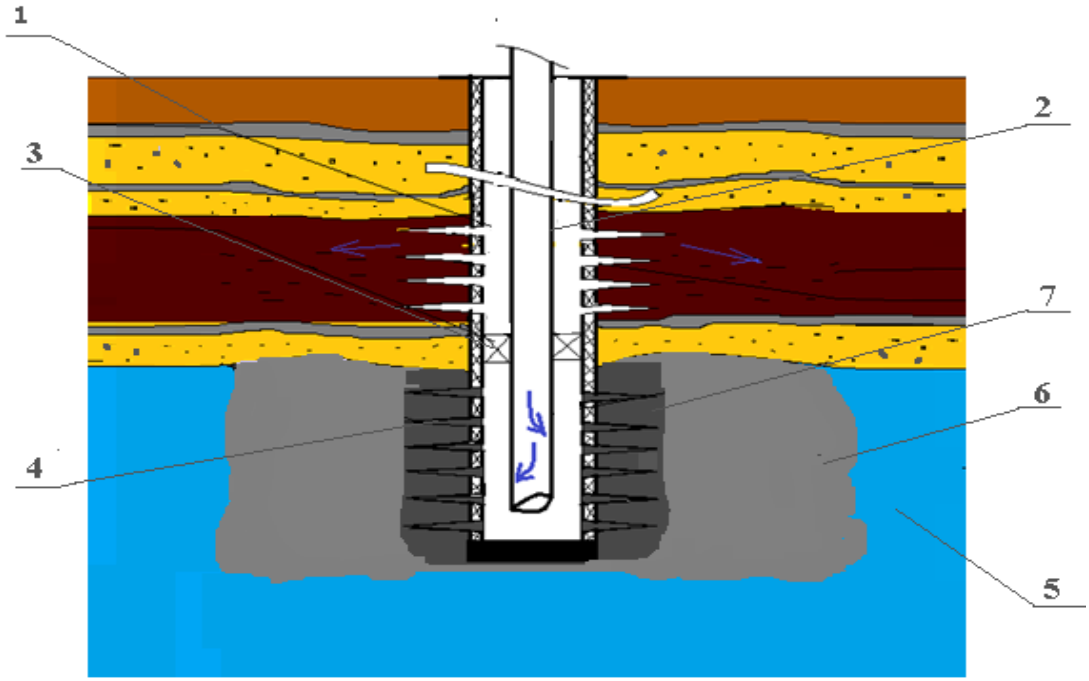


Рисунок 1 - Технологическая схема создания водоизолирующего экрана в добывающей скважине ниже уровня водонефтяного контакта:*1*-эксплуатационная колонна; *2*-насосно-компрессорная труба; *3*- пакер; *4*- перфорационные отверстия; *5*-водоносный пласт; *6* -водоизолирующий гелеобразующий экран на основе жидкого стекла; *7*- тампонирующий раствор микроцемента.

В скважину ниже уровня ВНК спускается насосно-компрессорная труба *2* (в качестве заливочной трубы) снабженная пакером *3* для разобщения с верхним пластом. Данная труба располагается внутри эксплуатационной колонны *1*. Через перфорационные отверстия *4* в водоносный пласт *5* с помощью заливочной трубы закачивают сначала пресную воду для создания оторочки, затем водоизолирующий гелеобразующий состав *6* на основе силиката натрия с его сшивателем, далее тампонирующий водный раствор микроцемента *7*.

При закачке гелеобразующего состава в водоносный пласт одновременно в вышележащий продуктивный пласт через затрубное пространство закачивают дегазированную нефть для создания противодавления и предотвращения подъема гелеобразующего состава в продуктивный пласт. По данной технологии сначала создается гелеобразующий экран после закачки раствора силиката натрия со сшивателем по определенному радиусу вокруг скважины, затем за счет тонких частиц микроцемента тампонажный раствор легко проникает в поры и трещины призабойную зону водоносного пласта и после затвердения образуют более прочный водонепроницаемый экран, предотвращающий обводнение скважин.

Лабораторные исследования. Для лабораторных исследований и получения силикатных гелей мы использовали жидкое стекло (Na_2 SiO_3) плотностью 1,45 г/см^3 производства ТОО “Елмаз” (Казахстан) и в качестве сшивателя полимеризации использовали 20% водный раствора сшивателя S-1. Опыты проводились сначала без учета влияния воздуха затем без доступа воздуха, так как известно, что силикат натрия реагирует с углекислым газом и азотом в воздухе. Взяты разные соотношения жидкого стекла и S-1, и определены их время гелеобразования. В графике 2 приведены результаты 36 опытов (при комнатной температуре и без учета влияния воздуха) с различными соотношениями растворов жидкого стекла и сшивателя S-1. Силикатный модуль *n* составляет 3,2.

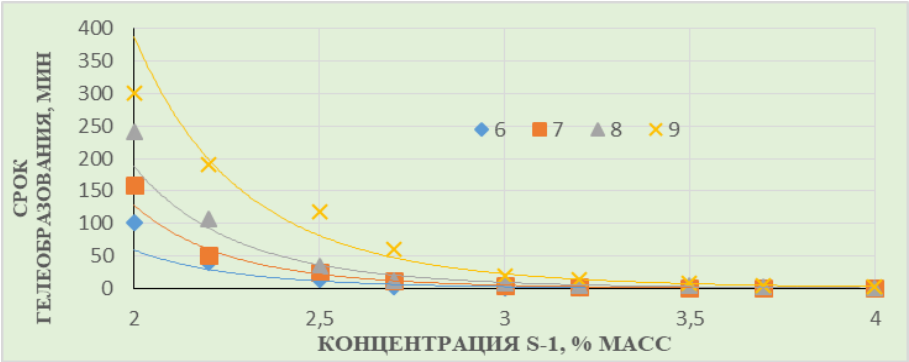


Рисунок 2- Зависимость времени гелеобразования нового водоизоляционного состава от концентрации жидкого стекла и сшивателя S-1.

Исследования показали, что с увеличением концентрации сшивателя время гелеобразования снижается и в связи с этим целесообразно выбрать концентрации сшивателя 2% масс, так как время сшивки превышает 60 минут.

Из проведенных опытов выбраны 2 оптимальные концентрации и далее были проверены их время гелеобразования при температурах 40^0C, 60^0C, 80^0C,100^0C, так как температура оказывает значительное влияние на время гелеобразования (табл 1 и рис 3).

Таблица 1 - Зависимость времени гелеобразования состава от температуры.

Концентрация ЖС, % масс	**Концентрация S-1,% масс**	**Температура, ^{0}C**	**Время гелеобразования, мин**
8	2	20	240
8	2	40	185
8	2	60	160
8	2	80	110
8	2	100	65
9	2	20	300
9	2	40	248
9	2	60	200
9	2	80	160
9	2	100	95

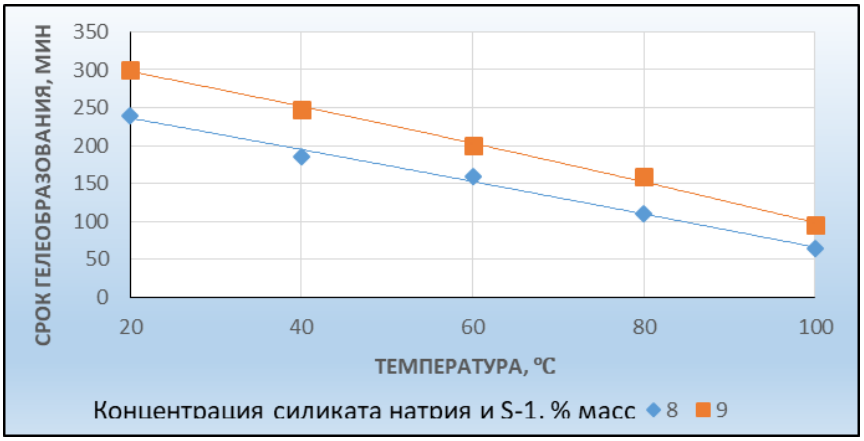


Рисунок 3 - Зависимость времени гелеобразования водоизоляционного состава с концентрацией силиката натрия 8% масс, 9% масс и сшивателя S-1 2% масс. температуры

Однако для сравнения гелей были проведены опыты на образование гелей без доступа воздуха к химическим реагентам при температуре 80^0С.

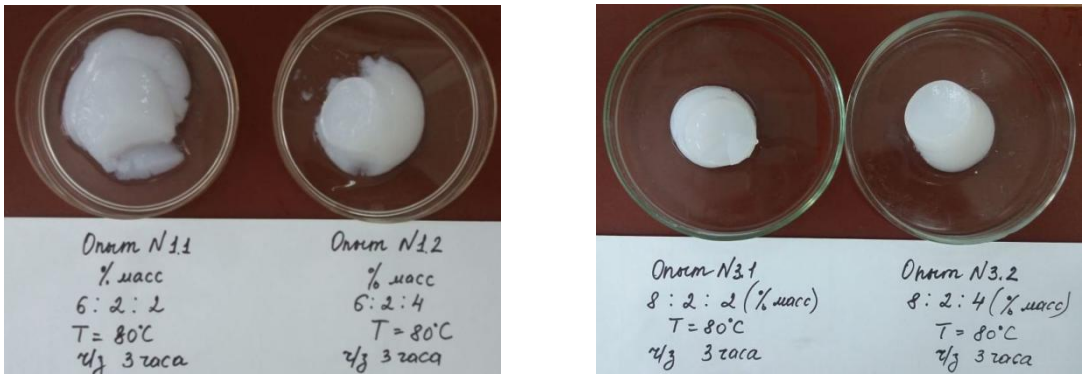


Рисунок 4 –Образцы гелей полученные при опытах без доступа воздуха.

Учитывая тот факт, что оптимальным сроком отверждения композиций при проведении водоизоляционных работ принято считать в среднем 2-3 часа данне гели проверили через 3 часа (рис.4).

Проведенные опыты показали возможность управления скоростью образования гидрогеля на основе силиката натрия при использовании сшивателя S-1. По графику 3 можно определять оптимальное соотношение химических реагентов в зависимости от пластовой температуры объекта, на котором планируется проведение работ по ограничению водопритока. Применение предлагаемой технологии и разработанный водоизоляционный состав позволяет снизить обводненность продукции в добывающей скважине.

Литературы:

1. Mills, R.V.A. Process of Excluding Water from Oil & Gas Wells. U.S. Patent 1,421,706, 4 July 1922.

2. Lakatos, I., Lakatos-Szabó, J., Tiszai,Gy.etal.1999.ApplicationofSili- cate-Based Well Treatment Techniques at the Hungarian Oil Fields. Presented at the 1999 SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, 3-6October.SPE-56739-MS.http://dx.doi.org/10.2118/56739-MS.

3. Kristensen, R.; Lund, T.; Titove, V.I.; Akimov, N.I. Laboratory Evaluation and Field Tests of a Silicate Gel System Aimed to be used Under North Sea Conditions. Proceedings of the 7th European IOR Symposium, Moscow, Russia, October 1993; pp. 26–29.

4. Зозуля Г.П., КлещенкоИ.И. Теория и практикавыбора технологий и материаловдля ремонтно-изоляционных работв нефтяных и газовых скважинах. Уч. пособие, Тюменскийгосударственныйнефтегазовыйуниверситет, 2002г.

5. Krumrine, P.H., Boyce, S.D., 1985. Profile Modification and Water Control with Silica Gel-Based Systems. Paper SPE-13578-MS, SPE Oilfield and Geothermal Chemistry Symposium, 9-11 March, Phoenix, Arizona.

6. Bauer, S., Gronewald, P., Hamilton, J., LaPlant, D., Mansure, A., 2005. High-Temperature Plug Formation with Silicates. Paper SPE-92339-MS, SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, 2-4 February, The Woodlands, Texas.

Д. Ж. Абдели, А. С. Ысқақ, О. Ж. Рахметов, Т. Лэй, Ц. Ван

Мұнай ұңғыларының түбінде сулануды шектеу технологиясының тиімді режимдері мен параметрлерін анықтау

Андатпа. Бұл мақалада өндіру ұңғының сулануын азайту мақсатында натрий силикаты (сұйық әйнек) және микроцемент ерітінділері негізінде жаңа тампонажды материалдарды қолданумен ұңғ түбін тиімді

оқшаулаудың технологиясы ұсынылады. Гелтүзетін сұйық әйнек және оны тігіндеуші (S-1) негізінде тампонажды материалдармен жүргізілген сынамалар келтірілген.

Түйін сөздер: кен орын, қабат суы, ұңғының сулануы, гелтүзуші құрам, натрий силикаты (сұйық әйнек), тігіндеуші.

D.Zh. Abdeli, A.S. Yskak, O.Zh. Rahmetov, T. Lei, S. Van

Determination of the optimal conditions and parameters of the technology for control the water cut of the bottom of oil wells

Abstract. The article proposes the technology of effective water shut-off in the bottomhole of producing wells using new plugging materials based on sodium silicate (liquid glass) and microcement to reduce their water cut. Presents the results of experiments conducted gel-forming cement materials based on liquid glass and its crosslinker (S-1).

Key words: field, reservoir water, well water cut, gelling composition, sodium silicate (liquid glass), crosslinker.

УДК : 622.06

Ж. О. Агиманов[1], Д. Ж. Абдели[2], К. А. Жусупов[1], А. Р. Муканов[1],
[1]АО «ПетроКазахстан Кумколь Ресорсиз», Казахстан, г. Кызылорда
[2]Казахский национальный технический исследовательский университет имени К. И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
E-mail: d.abdeli@mail.ru

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ВЫСОКОЙ ОБВОДНЕННОСТИ СКВАЖИН НА МНОГОПЛАСТОВЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АО «ПЕТРОКАЗАХСТАН КУМКОЛЬ РЕСОРСИЗ»

Аннотация. *В статье рассмотрены проблемы обводнения скважин при поддержании пластового давления и ограничения водопритоков в забои из водоносных пластов. Предложен новый метод равномерного вытеснения нефти из неравномерных по проницаемости многопластовых залежей. Теоретически обоснованы параметры рекомендуемого метода, позволяющего предотвратить преждевременное обводнение добывающих скважин.*

Ключевые слова: *нефть, скважина, пласты, вода, микроцемент, жидкое стекло.*

В настоящее время несмотря на большое количество научно-технических рекомендации в области применения технологий воздействия на призабойную зону пласта, вытеснения нефти водой, газом, водогазовой смесью, растворами ПАВ и полимеров, а также водоизоляций призабойной зоны скважин, на многих месторождениях обводненность добываемой нефти составляет свыше 75-90 % и нефтеизвлечение пласта не превышает 30-35%. В мире ежедневно добывается порядка 33 млн. м^3 воды вместе с каждыми 12 млн. м^3 нефти. Нефтяные компании добывают три тонны воды на каждую тонну нефти, извлекаемой из истощающихся пластов. Более 40 миллиардов долларов тратится ежегодно на подготовку и утилизацию пластовой воды [1,2].

Это можно объяснить недостаточной изученностью факторов, влияющих на процессы обводнения нефтяных скважин и повышения нефтеотдачи пластов, при разработке и эксплуатации неоднородных по проницаемости многопластовых и массивных нефтяных месторождений. Об этом свидетельствует черезмерный большой объем добываемой пластовой воды вместе с нефтью, хотя фактический объем подошвенной пластовой воды в нефтяном коллекторе незначителен.

Для примера рассмотрим расположение водоносных пластов относительно нефтяной залежи по геологическому профилю месторождения Юго-Западный Карабулак (рис. 1), который залегает в меловых отложениях.

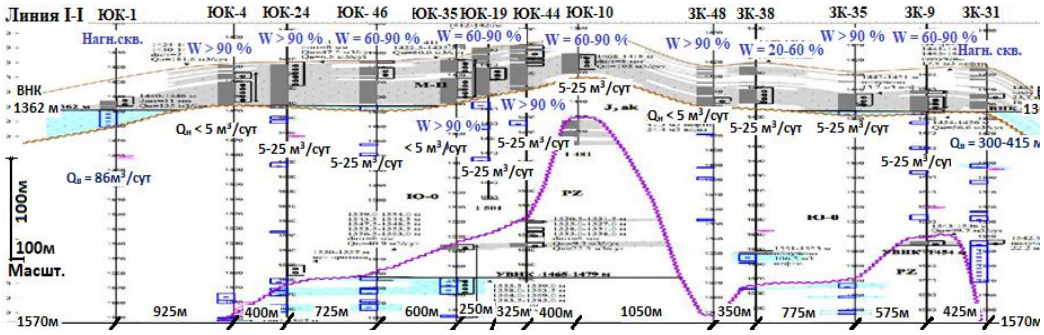


Рисунок 1 - Геологический профиль месторождения «Юго-Западный Карабулак»

Они представлены песчаниками, характеризуются чередованием пластов с средней и низкой пористостью и глинистостью. Из геологического профиля видно, что нижние водоносные пласты по объему на много больше, чем верхние нефтеносные пласты. А скважины пробурены ниже этих водоносных пластов и пластовая вода под большим давлением свободно проникает через неплотности заколонного пространства (рис.2) в забои добывающих скважин. В результате этого вода вместе с нефтью поступает в забои скважин.

В 2018 году на месторождении «Юго-Западный Карабулак» в скважинах 31и 32 (рис. 3) проведена работа по регулированию процесса заводнения и повышению нефтеотдачи пласта с применением полимерных систем на основе водорастворимого полимера акриламида марки AN-132 подрядчиком ТОО «Ориент-Терра» по заказу ТОО «ПетроКазахстанКумкольРесорсиз» на период с 09.06.2018-30 по 06.2018г. Авторы настоящего доклада присутствовали при проведении этой работы.

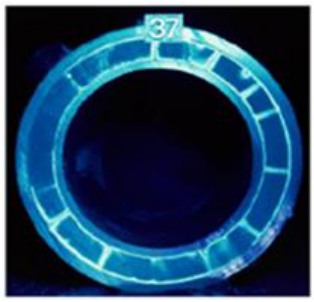


Рисунок 2 - Неплотности заколонного пространства нефтяных скважин.

Рисунок 3 - Общий вид процесса проведения полимерного заводнения в скважине 31 на месторождении «Юго-Западный Карабулак».

Однако, проведенные в дальнейшем наблюдения и измерения дебитов добывающих скважин на указанном месторождении показали неэффективность проведенной технологии регулирования процесса заводнения и повышения нефтеотдачи пласта с применением полимерных систем. Это можно объяснить тем, что полимерный раствор (акриламида) с добавкой сшивателя (ацетата хрома) и древесной муки увеличивая вязкость закачиваемой воды замедляет скоростьее движения не только в высокопроницаемых пропластках (пластах), но и в низкопроницаемых пропластках.

Нами разработан научный проект, направленный на решение имеющихся проблем нефтегазовой отрасли по внедрению на нефтяных месторождениях новых эффективных технологий разработки месторождений, позволяющих существенно снизить обводненность добывающих скважин и повысить нефтеотдачу пластов. Новая технология разработки нефтяных месторождений отличается тем, что перед эксплуатацией месторождения обсадные колонны скважин и цементные камни заколонных пространств на уровнях водонефтяного контакта подошвы и покрышки нефтяной залежи перфорируют и в

образованные перфорационные каналы нагнетают расширяющиеся тампонажные материалы, а также в высокопроницаемые нефтяные пласты со стороны нагнетательных скважин закачивают реагенты обеспечивающие выравнивание фронта вытеснения нефти, затем эксплуатацию месторождения осуществляют всем фондом эксплуатационных скважин путем отбора продукции из залежи (рис. 4).

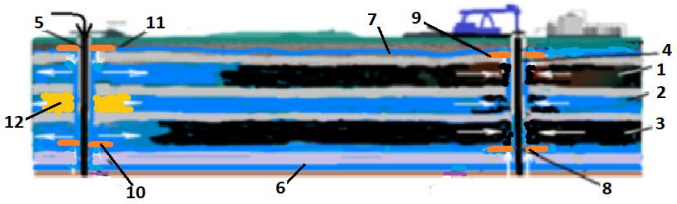


Рисунок 4 - Схема осуществления новой технологии повышения дебита скважин и предотвращения их обводнения: 1, 2 и 3 -нефтяные пласты с различной проницаемостью, 4 и 5 добывающие и нагнетательные скважины, 6 и 7 водоносные пласты, 8 …11 – водоизолирующие экраны, 12 – высокопроницаемый пласт

Процесс поддержания пластового давления можно описать с помощью уравнения Дарси

$$\frac{Q}{F} = \frac{Q}{\pi\, r^2 zh} = \frac{k\ \Delta p}{\mu\ \Delta R},$$

где Q - приемистость нагнетательной скважины, $F = \pi r^2\, z_o$ - площадь фильтрации, r – радиус перфорационных отверстий эксплуатационной колонны, $z_o = zh$ - количество перфорационных отверстий, z – плотность перфорации (количество отверстий, приходящееся на 1 м толщины пласта, k – проницаемость пласта, μ - вязкость воды, Δp – перепад давления, ΔR – элемент контура нагнетания.

Пусть нефтяная залежь эксплуатируется добывающей и нагнетательной скважинами и состоит из трех неоднородных нефтяных пластов проницаемостью $k_2 > k_3 > k_1$. Тогда приемистости нагнетательной скважины по трем пластам будут соответственно иметь соотношение $Q_2 > Q_3 > Q_1$ и будут выражаться по формулам:

$$Q_2 > Q_3 > Q_1 =$$

$$= \frac{\pi r^2 z h_2 k_2 (p_1 - p_2)}{\mu R} > \frac{\pi r^2 z h_3 k_3 (p_1 - p_2)}{\mu R} > \frac{\pi r^2 z h_1 k_1 (p_1 - p_2)}{\mu R},$$

При этом нефть в первую очередь будет полностью вытеснена закачиваемой водой 4 из среднего пласта с максимальной проницаемостью k_2 и приемостостью Q_2 по воде. В связи с этим на интервале высокопроницаемого среднего пласта забой нагнетательной скважины нагнетают реагент, выравнивающий проницаемость призабойного пласта и профиль вытеснения нефти. На эксплуатации будут находится еще верхний и нижний пласты нефтяной залежи.

Рекомендуемая технология водоизляции забоев скважин отличается тем, что в эксплуатационной колонне ниже и выше забоя создают новые перфорационные каналы перфорируют обсадную колонну за пределами нефтяных пластов. Так, например, для изоляции забоя от нижних водоносных пластов создают перфорационные каналы 1 (рис. 5 а) на обсадной колонне 2 ниже нефтяного пласта 3 так, чтобы закаченный через НКТ 4 в новые перфорационные каналы тампонажный материал 5 не поподал через заколонное пространство в перфорационный интервал нефтяного пласта. Затрубное пространство НКТ

изолируют пакером 6.

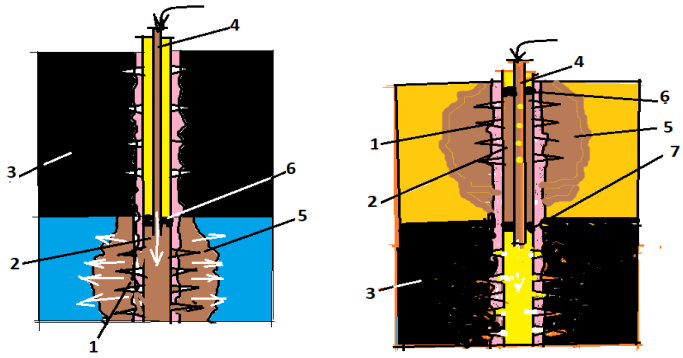


Рисунок 5 - Технологические схемы изоляции забоя скважины от нижних (а) и верхних (б) водоносных пластов.

Расширяющийся водный раствор тампонажного материала на основе микроцемента и жидкого стекла с расширяющейся добавкой компонента «РК» закачивают через НКТ в образованные перфорационные каналы эксплуатационной колонны. В результате этого микроцементный раствор проникает в щели и трещины вокруг цементного камня и в заколонном пространстве образуется водонепроницаемый экран, через который пластовая вода из нижних водоносных пластов не могут проити в забой сважины.

Для изоляции забоя от верхних водоносных пластов создают перфорационные каналы 1 (рис. 5 б) на обсадной колонне 2 выше нефтяного пласта 3 так, чтобы закаченный через боковые перфорационные отверстия хвостовика НКТ 4 в новые перфорационные каналы тампонажный материал 5 не поподал через заколонное пространство в перфорационный интервал нефтяного пласта. Затрубное пространство перфорированного хвостовика НКТ изолируют пакерами 6 и 7.

Расширяющийся водный раствор тампонажного материала на основе микроцемента и жидкого стекла с добавкой расширяющегося компонента «РК» и замедлителя реакции компонента «ЗР» закачивают через боковые перфорационные отверстия хвостовика НКТ в образованные перфорационные каналы эксплуатационной колонны. В результате этого микроцементный раствор проникает в щели и трещины вокруг цементного камня и в заколонном пространстве образуется водонепроницаемый экран, через который пластовая вода из верхних водоносных пластов не могут проити в забой сважины.

В лабораторных условиях опытным путем установлены рациональные режимы и параметры предлагаемой новой технологии водоизоляции призабойной зоны пластов. Результаты проведенных опытов также показали, что по критериям отсутствия усадки, обеспечения текучести микроцементного раствора и прочности полученного цементного камня рациональным составом реагентов являются: в сухом веществе - микроцемента марки 400 $c_{мц}$ = 80 – 70 % , - расширяющегося компонента $c_{рк}$ = 20 - 30 % соответственно; в жидкости - воды $c_{в}$ = 45 - 48 % , жидкого стекла $c_{жс}$ = 26 - 28 % и - замедлителя реакции $c_{зр}$ = 26 - 28 % . При этом соотношение сухого вещества и жидкости были приняты следующие значения: $m_{сх} + m_{ж} = 18$ мг + 48…52 мл.

Таким образом, исследованиями установлены новые закономерности процессов разработки неоднородной по проницаемости многопластовых нефтяных залежей эксплуатацией всем фондом скважин и изоляцией забоя скважин от притока воды из нижних и верхних вододносных горизонтов, в результате которых обеспечиваются максимальая нефтеотдача пластов более 60% против существующих значений 35-40%, а также снижение обводненности скважин ниже 20 %.

Литературы:

1. Kuchuk F, Patra SK, Narasimham JL, Ramanan S and Banerji S: "Water Watching," *Middle East Well Evaluation Review* 22. (November 22,1999): 14-23; and also Kuchuk F and Sengul M: "The Challenge of Water Control," *Middle East Well Evaluation Review 22* (November 22, 1999): 24-4

2. Martins J.P., M ilton-Tayler D., Leung H.K. Rept. on the 65th Ann. Techn. Conf., New Orleans, September 23—26, 1990, SPE 20709. SPE 20709.

Ж. О. Агиманов, Д. Ж. Абделі, К. А. Жусупов, А. Р. Муканов

«ПетроКазахстан Кумколь Ресорсиз» АҚ көпқабатты мұнай кенорындарындағы ұңғылардың жоғары сулану проблемаларын шешу жолдары

Андатпа: Бұл мақалада қабат қысымын сақтау кезіндегі сулану және суқабаттарынан ұңғытүбіне сукелуді тежеу проблемалары қарастырылған. Өткізгіштіктері біркелкі емес көпқабатты кеніштерден мұнайды ығыстырудың жаңа тәсілі ұсынылған. Теория жүзінде пайдалану ұңғыларының ерте сулануын болдырмуға мүмкіндік беретін ұсынылған тәсіл дәлелденген.

Түйін сөздер: мұнай, ұңғы, қабат, су, микроцемент, сұйық әйнек.

G. O. Agimanov, D.Zh. Abdeli, K. A. Jusupov, A. R. Mukanov

Establishing rational parameters of the sealing process annular space in the bottom zone of oil wells.

Abstract. The article discusses the problems of irrigation wells while maintaining reservoir pressure and limiting water inflows into the wells from aquifers. A new method for the uniform displacement of oil from multilayer reservoirs uneven in permeability has been proposed. The parameters of the recommended method are theoretically justified in order to prevent premature flooding of producing wells.

Key words: oil, well, formations, water, microcement, water glass.

УДК: 622.2

Р.Р. Алмасов

Научный руководитель - Н.К. Джексенбаев к.т.н., ассистент-профессор

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

ralmasov@gmail.com

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА (МГ) ТОО «АЗИАТСКИЙ ГАЗОПРОВОД» НИТКИ «С» НА УЧАСТКЕ 309-448 КМ

Аннотация. *Основной задачей данной научной статьи является модернизация электрохимической защиты газопровода «Казахстан – Китай» нитки «С» на участке 309-448 км., путем ремонта станции катодной защиты вдоль магистрального газопровода, а также обеспечение ее надежной и безопасной работы . В настоящее время защита металлов от коррозии является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем. Стало очевидным, что дальнейший технический прогресс во многих отраслях промышленности практически немыслим без новых достижений в области противокоррозионной защиты и поэтому этот вопрос очень актуален в нефтегазовой сфере. В данной статье рассмотрен обзор технологии защиты, а также выполнения расчета параметров катодной противокоррозионной защиты. Представлены основные технические характеристики вводимой станции катодной защиты и устранения ее неоднородности.*

Ключевые слова: *электрохимическая защита, катодная станция, магистральный газопровод, анод, блуждающие токи, медно-сульфатный электрод, электрод сравнения.*

Трубопроводы и оборудование в процессе эксплуатации подвергаются процессу коррозии.

Коррозия металла труб происходит как снаружи под воздействием почвенного электролита (в почве всегда находится влага и растворённые в ней соли), так и внутри, вследствие примесей влаги, сероводорода и солей, содержащихся в транспортируемом углеводородном сырье. Коррозия металлических сооружений наносит большой материальный и экономический ущерб. Она приводит к преждевременному износу агрегатов, установок, линейной части трубопроводов, сокращает межремонтные сроки оборудования, вызывает дополнительные потери транспортируемого продукта.

При подземной прокладке стальные трубопроводы подвергаются почвенной коррозии. В грунтах почти всегда содержатся соли, кислоты, щелочи и органические вещества, которые вредно действуют на стенки стальных труб. В некоторых случаях такая коррозия может вызвать очень быстрое появление сквозных свищей в металле трубы и этим вывести трубопровод из строя, такие разрушения происходят особенно часто в трубопроводах, уложенных без достаточной зашиты от коррозии.

Трубопроводы, по которым транспортируются газ и нефть, имеют в нашей стране большую протяженность. Защита магистральных газопроводов от коррозионного разрушения представляет собой очень важную задачу. Около 45 % всех аварий на трубопроводах происходит по причине коррозии. Даже небольшое коррозионное поражение трубопровода, по которому под высоким давлением транспортируется газ, может привести к техногенной катастрофе (взрыву и пожару). Поэтому эффективность противокоррозионной защиты в значительной степени определяет надежность трубопровода

Коррозия подразделяется на равномерную, неравномерную и избирательную.

- При коррозии пятнами диаметр коррозионных поражений больше их глубины.
- При язвенной коррозии характерно глубокое поражение участка поверхности ограниченной площади. Как правило, язвы находятся под слоем продуктов коррозии.
- При точечной (питтинговой) коррозии наблюдаются отдельные точечные поражения поверхности металла, которые имеют малые поперечные размеры при значительной глубине.
- При сквозной коррозии происходит разрушение металлического изделия насквозь, в виде свищей.
- Нитевидная коррозия проявляется под неметаллическими покрытиями в виде нитей.
- Подповерхностная коррозия начинается с поверхности, но распространяется преимущественно под поверхностью металла, вызывая его вспучивание и растрескивание.
- При межкристаллической коррозии разрушение сосредоточено по границам зёрен металла и сплава. Этот вид коррозии опасен тем, что происходит потеря прочности и пластичности металла.
- Ножевая коррозия имеет вид надреза ножом вдоль сварного соединения в сильно агрессивных средах.

Катодная защита — это электрохимическая защита от коррозии, основанная на наложении отрицательного потенциала на защищаемую деталь. Катодную защиту, как правило, совмещают с нанесением защитных покрытий.

Сдвиг потенциала защищаемого металлического объекта осуществляется с помощью внешнего источника постоянного тока(станции катодной защиты) или же соединением с протекторным анодом, изготовленным из металла, более электроотрицательного относительно объекта. При этом поверхность защищаемого образца (детали конструкции) становится эквипотенциальной и на всех её участках протекает только катодный процесс. Обусловливающий коррозию анодный процесс перенесён на вспомогательные электроды. Отсюда названия — *жертвенный анод*, *жертвенный электрод*. Если, однако, сдвиг потенциала в отрицательную сторону превысит определённое значение, возможна так называемая *перезащита*, связанная с выделением водорода, изменением состава при электродного слоя и другими явлениями, что

может привести к деградации защитного (изоляционного) покрытия и протеканию процесса стресс-коррозии катодно защищаемого объекта.

Места проведения измерений и отбора проб

Вдоль трассы трубопровода с интервалом 500-1000 м производились измерения параметров около трубного грунта и отбирались пробы грунта. Предварительно определяли общий уровень коррозионной агрессивности грунта по величине его электросопротивления (ρ). На коррозионно-агрессивных участках (ρ<20 Ом м) согласно [1] измерения проводились через 500 м. на остальных участках (ρ>20 Ом м) – через 1000 м.

В каждой точке измерений производили бурение шпура диаметром 100 мм и глубиной 1.5-2 м. с помощью мотобура. Из соображений безопасности шпур смещали в сторону относительно оси трубопровода на 2 м в соответствии с рис. 2.4.2. Из шпура проводили отбор пробы для лабораторных исследований в количестве до 500 г в герметичный контейнер. В ряде случаев. когда наличие крупных камней в грунте не позволяло проводить бурение. пробу отбирали с поверхности.

Местоположение точки бурение производили непосредственно возле КИК.

Работы по обследованию грунтов производили в оборудованной лаборатории. Производили выдержку электродов в грунте в течении 3-5 мин. При помощи иономера «Экотест-120» измеряли разность потенциалов между измерительным электродом и МСЭ. при этом клемма МСЭ подключается к клемме «СОМ» потенциометра. В ряде случаев в качестве измерительных электродов также использовали ионоселективные электроды для измерения pH и концентрации хлорид ионов. После измерения ионоселективный электрод очищали от остатков грунта и промывали водой. Между измерениями электрод хранили в дистиллированной воде.

Сопротивление растеканию протектора

$$\text{Rp} = \frac{\rho г}{2\pi \times La}\left(Ln\frac{2La}{da} + 0{,}5Ln\frac{4h + La}{4h - La} + \frac{\rho a}{\rho г}Ln\frac{da}{dn}\right) \text{ (Ом)}$$

Сопротивление провода, соединяющего протектор с трубопроводом

$$\text{Rпр} = \rho м\frac{Lc}{S} \text{ (Ом)}$$

Максимальная сила тока в цепи протектор – трубопровод

$$\text{Iп} = \frac{Un - Um - k \times Utzm - c \times Sn}{Rnt} \text{ (А)}$$

2. Расчет катодной защиты

$$\text{Rt} = \frac{pt}{(Д - б) \times б \times \pi} \text{ (Ом/м), где } pt = 0{,}245 \text{ Ом.м- для стали}$$

Наличие блуждающих токов определяют путем измерения разности потенциалов между двумя точками на поверхности земли по двум взаимно перпендикулярным направлениям при разносе измерительных электродов на 100 м (рис.13).

Разность потенциалов на трассе проектируемого сооружения измеряют между двумя точками земли через каждые 100 м по двум взаимно перпендикулярным направлениям при разносе медно-сульфатных электродов или измерительных электродов на 100 м для обнаружения блуждающих токов.

Показания вольтметра снимают через каждые 10 с в течение 10 мин в каждой точке.

Если измеряемое значение превышает (по абсолютной величине) 0,50 В или наибольший размах колебаний измеряемой величины (разность наибольшего и наименьшего значений) во времени превышает 0,50 В (в обоих случаях с учетом различия потенциалов между применяемыми электродами сравнения), то в данном пункте измерения регистрируют наличие блуждающих токов.

Критерии определения блуждающих токов по амплитуде изменения потенциала следующие:

<0.04В - блуждающие токи отсутствуют

>0.04В - наличие блуждающих токов

>0.1В - влияние блуждающих токов

Опасное влияние блуждающих токов определяется по ГОСТ 9.602-2005 (п.4.7):

Опасным действием постоянного блуждающего тока на подземные металлические сооружения считается наличие изменяющегося по знаку и значению смещения потенциала сооружения по отношению к его стационарному потенциалу (знакопеременная зона) или наличие только положительного смещения потенциала. как правило. изменяющегося по значению (анодная зона). суммарной продолжительностью не более 4 мин/сут.

Итак в данной статье рассмотрен обзор технологии защиты от различных типов коррозии, факторы вызывающие разрушение газопроводов, а также выполнения расчета параметров катодной противокоррозионной защиты. Представлены основные технические характеристики вводимой станции катодной защиты и устранения ее не однородности.

Литературы:

1. Мустафин Ф.М., Кузнецов М.в., Быков Л.И. Защита от коррозии. Т. 1,- Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2004. - 806 с.

2. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. - М., 2006. - 306 с.

3. Рудой В.М., Останин Н.И., Зайков Ю.П. Проектирование катодной защиты подземных трубопроводов - Е., 2005.

4. У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов. Гидрогеологические условия Казахстана., «Наука», Алма-Ата, КазССР, 250 с

5. Останина Т.Н., Рудой В.М., Панов А.С., Останин Н.И. Моделирование процессов электрохимической защиты трубопроводов.- Екатеринбург.: Уральский институт ГПС МЧС России, 2010.

6. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов. М.:Инфра-Инженерия, 2006. - 928 с.

7. Станция катодной защиты СКЗ-ИП. Руководство по эксплуатации ИЖСК.435211.013 РЭ. - ОАО «Ставропольский радиозавод «СИГНАЛ», 2009.

Almassov R.R., Djeksenbaiev N.K.

Modernization of the corrosion protection system of the Main Gas Pipeline (MG) LLP "Asia Gas Pipeline" threads "C" on the section of 309-448 km

Abstract: The main objective of this scientific article is to upgrade the electrochemical protection of the Kazakhstan-China gas pipeline of the C line in the area of 309-448 km, by repairing the cathodic protection station along the main gas pipeline, and ensuring its reliable and safe operation. Currently, the protection of metals from corrosion is one of the most important scientific, technical and economic problems. It became obvious that further technical progress in many industries is almost unthinkable without new advances in the field of anti-corrosion protection and therefore this issue is very relevant in the oil and gas sector. This article describes the review of protection technology, as well as the calculation of the parameters of cathodic corrosion protection. Presents the main technical characteristics of the input station of cathodic protection and eliminate its non-uniformity.

Алмасов Р.Р., Джексенбаев Н.К.

309-448 км учаскесіндегі «С» газ құбырының «Азия газ құбыры» ЖШС магистралды газ құбырының (МҚ) коррозиядан қорғау жүйесін жаңғырту

Андатпа: Бұл ғылыми жобаның негізгі мақсаты «Қазақстан - Қытай» газ құбырының «С» тармағының 309-448 км учаскесінде катодты қорғау станцияларын жөндеу арқылы электрохимиялық қорғауды жаңғырту болып табылады. Қазіргі кезде металлдарды коррозиядан қорғау маңызды ғылыми, техникалық және экономикалық мәселелердің бірі. Антикоррозиялық қорғау көптеген өнеркәсіп салаларында, келешектегі техникалық өрлеуі жаңа жетістіксіз мағынасы анық көріне бастады. Бұл жұмыста техникалық шолуі берілген

және антикоррозиялық қорғау катодтың параметрлік есеп айырысуы жасалған. Катодті қорғау станциясы еңгізетің ең маңызды техникалық сипаттамалары ұсынылған.

УДК 622.2

А.Е. Алтиева
Научные руководители: Ю.А Максимова [1] старший преподаватель
Б.Ж. Жаппасбаев[2] инженер департамента анализа разработки месторождений,PhD
[1]Национальный Исследовательский Томский Политехнический университет Россия, г.Томск,
[2]НИИ технологий добычи и бурения КазМунайГаз, Казахстан, г.Астана
anelyaaltieva@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Аннотация. *В работе изучены влияния различных геолого-промысловых факторов на эффективность разработки нефтяных месторождений. Предлагается исследования полимерного заводнения с учетом таких факторов, как неоднородность пластов, соотношение вязкостей нефти и вытесняющей жидкости в пластовых условиях, структурно-механические свойства нефтей, смачиваемость породы, насыщающими ее жидкостями, структуру пористой среды и др. Основная цель работы, обобщить данные, где был применен метод полимерного заводнения и описать условия, в которых полимер был протестирован. Для экспериментальных и опытно-промысловых испытаний выявлено не только успешное внедрение полимерного заводнения, но также и неудачные опыты исследования, для полного понимания механизма воздействия. Существующие данные, собранные в этой работе были статистически проанализированы, в результате чего были выявлены некоторые общие тенденции, на которые необходимо обратить внимание при разработке успешного проекта по применению полимерного заводнения.*

Ключевые слова. *Полимерное заводнение, повышение нефтеотдачи, анализ.*

Текст статьи. День за днем в развитых и развивающихся странах наблюдается увеличение темпов потребления нефти и нефтепродуктов. В связи с этим многие нефтедобывающие компании мира сталкиваются с неотложными проблемами: ведь открытие новых месторождений очень ограничено и дорогостояще, поэтому все больше становится актуальным применять технологии увеличения нефтеотдачи на пласты. На месторождениях, находящихся долгое время в разработке, остро встает вопрос повышения нефтеотдачи на месторождениях. Одним из возможных решений этой проблемы является физико-химическое воздействие на коллектор, такое, как полимерное заводнение, которое успешно показало эффективность на многих коллекторах в мире. Прирост добычи достигает в среднем 2…15 %[1]

Говорить о том, что полимерное заводнение полностью не изучено или находится на ранней стадии изучения, неактуально. Ведь мировой опыт протяженностью больше 40 лет показал эффективность данного метода. Современный прогресс в области полимеров, высокотехнологичного оборудования, методик моделирования различных сценариев процессов добычи позволил существенно расширить диапазон применения технологии и повысить ее экономическую эффективность.

Однако внедрение их недостаточно систематизировано в зависимости от механизма воздействия в тех или иных физико-геологических и химических условиях и от стадии разработки пластов. Что в результате происходит несогласование авторов и исследователей по критериям эффективности данного метода, выявленном в ходе пилотного испытания или даже уже на действующих месторождениях.

В бывшем СССР полимерное заводнение осуществлялось с 1969 года на объектах, расположенных в различных нефтяных районах (табл.1)

Под полимерным заводнением тогда понималась закачка в пласт оторочки раствора полимера, объем которого менялся от 5% до 30% в зависимости от геологического строения пласта и вязкости нефти. Концентрация в растворе полимера варьировалась от 0,03% до 0,15 %.

Таблица 1. Результаты применения полимерного заводнения

Месторождение	Пласт, горизонт	Год начала реализации полимерного заводнения	Число скважин, находящихся под воздействием		Доп. добыча нефти за счет полимерного воздействия , тыс.т	Расход полимера	Удельная технологичная эффективность применения полимера, т/т
			Наг.	Доб.			
Орлянское	$А_3А_4$	1969	9	35	574	370	1551
Ромашкинское	Бобриковский	1973	3	_	746	1512	494
Сосновское	$А_3А_4$	1976	15	31	592	3096	191
Каламкас	Ю1- Ю IV	1981 1988	16 30	51 120	2470 994	6310 1220	408 815
Дерюжевское	$Б_2В_1$	1983	13	36	198	40	4950
	$А_2А_3$	1987	3	15	309	429	721
Радаевское	$Б_2$	1991	6	36	133	129	1031

На месторождениях отмечалось всего несколько геолого-физических параметров, ограничивающих эффективное использование данного метода. Это наличие большой газовой шапки, сильно развитая трещиноватость и активная подошвенная вода.

С совершенствованием применения технологии и анализом промысловых экспериментов было выявлено, что отрицательные результаты связаны с неудачным выбором объектов для проведения опытно-промышленных испытаний и с неправильно осуществленной технологий (закачка в пласт растворов полимеров очень низкой концентрации). [2]

Обобщив результаты исследования применения полимерного заводнения успешных проектов, авторами Al-Adasani, Dickson и Saboorian были более объективно разработаны критерии выбора объектов, с параметрами, данными в табл.2. [3]

Таблица 1. Сводная информация параметров полимерного заводнения, представленная авторами Al-Adasani, Dickson и Saboorian

Параметр	Al-Adasani и Bai (2010)	Dickson и др. (2010)	Saboorian – Jooybari (2015)
Глубина, м	213-2883	243 -2743	1600
Пористость,%	Неважен		21
Проницаемость, мД	1,8 – 5500	>100 при μ <100сП	>1000
Вязкость нефти, мПас	0,4 -4000	>1000 при μ <1000сП	<5400
Плотность, кг/м^3	0,813 – 0,979	<0,966	<0,993
Нефтенасыщенность,%	34-82	>30	>50
Температура, ºС	< 114	<77	65

Существующие данные, собранные в этой работе были статистически проанализированы, в результате чего были выявлены некоторые общие тенденции, на которые необходимо обратить внимание при разработке успешного проекта по применению полимерного заводнения. На основе анализа результатов промысловых испытаний

сформулированы условия наиболее эффективного применения полимеров (полиакриламида) при заводнении нефтяных пластов [4].

1.Пласты терригенных пород, со средней проницаемостью 0,2- 1 мкм^2. Из-за влияния полимеров и их адсорбции в карбонатных породах, происходит снижение эффективности полимерного заводнения. В слабопроницаемых породах лучше применять полимер с низкой молекулярной массой, который проявляет высокий фактор остаточного сопротивления с низкой проницаемостью.

2. Вязкость нефти в пластовых условиях оптимальна в пределах 3 – 40 мПа•с. При низких значениях вязкости более эффективен метод только в сильно неоднородных пластах. Применение полимерного заводнения больше 50 мПа•с желательно проводить в относительно однородных пластах.

3. При изготовлении раствора полимера необходимо для лучшего эффекта использовать слабоминерализированную воду с ограниченным содержанием кальция и магния. Остаточный фактор сопротивления с пластовой оторочкой ниже, чем при вытеснении оторочки полимера пресной водой.

4. Лучшие показатели были получены при закачке полимера на ранней стадии разработки, когда водонефтяной фактор не превышает 2.

5. Наиболее благоприятная пластовая температура не выше 70 ºС.

6. С более высоким значением проницаемости практически не проявляется остаточный фактор сопротивления. Нижний предел проницаемости определен 0,1 мкм^2.

7. Насыщенность подвижной нефтью должна быть более 10% порового объема, больше 15% риск неудачи метода очень велик.

Исследовав влияние таких параметров как неоднородность пластов, соотношение вязкостей нефти и вытесняющей жидкости в пластовых условиях, структурно-механических свойств нефтей, структур пористых сред и др. [3], можно сказать, что успешность проекта полимерного заводнения зависит от:

- достоверности геологического описания пласта;

-размера оторочки и концентрации полимерного раствора;

-прогнозирования технологических показателей разработки при заводнении и полимерном заводнении с

помощью математического моделирования;

-соблюдения запроектированной технологии и контроля за качеством закачиваемого раствора на промысле.

Литературы:

1. Выбор метода воздействия на нефтяную залежь/ Н.А. Еремин, А.Б. Золотухин, Л.И. Назарова и др. – М., 1995. – 190 с.

2. Швецов И.А., Манырин В.Н. Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи пластов. Анализ и проектирование / И.А. Швецов, В.Н. Манырин. –М., 2000. – 70-75 с

3. Муслимов Р.Х. Нефтеотдача : прошлое, настоящее. Будущее / Муслимов Р.Х.- учеб.пособ.-Казань: Изд-во «Фән» Академии наук РТ, 2012.- 186с.

4. Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т, Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти. - М., 2000.-414 с.

A.E. Altiyeva

Research of the applicability of polymeric flow for increasing oil production

Summary. Altiyeva Anelya Erbolovna. Review of process polymer flooding to enhance oil recovery.

Based on the analysis of the results of field trials, the conditions for the most effective use of polymers in the flooding of oil reservoirs are formulated. Terrigenous rocks with an average permeability of 0.2- 1 mkm ^{2}. The viscosity of oil in reservoir conditions is optimal within the range of 3-50 mPac. Applicable at any stage of field development. In heterogeneous reservoirs, alternate injection of polymer solutions and other agents. At low values of viscosity, it is effective in highly inhomogeneous formations. The conditions for the most effective use of polymers in the flooding of oil reservoirs are formulated.

Keywords. Polymer flooding, oil recovery, analysis.

УДК 622.2

Арыкпанов[1] А.А., Жунусов[2] Е.Б., Кульманбетова[3] К.С.
Научный руководитель - Молдабаева Г.Ж. доктор технических наук, ассоц.профессор
[1-3]Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
aarykpanov@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА ГНПС ПАВЛОДАР

Аннотация: *В статье «Повышение эффективности эксплуатации резервуарного парка ГНПС Павлодар» представлены и рассмотрены основные вопросы замене существующей на ГНПС Павлодар системы по размыву донных отложений в резервуарах СПВК-300 на современную установку по размыву донных отложений «Тайфун - 28». Отдельно рассмотрен спец расчет по прожекторному освещения резервуарного парка ГНПС «Павлодар».*

Ключевые слова: *ГНПС- головная нефтеперекачивающая станция, СПВК-300, Тайфун, резервуар, расчет затрат, отложения.*

Система размыва донных отложений типа СПВК

При подаче жидкости в сопло обечайки за счет перепада давления внутри и вне сопла поднимается, образуя кольцевую щель, через которую с определенной скоростью выходит жидкость, распространяющаяся по днищу резервуара в виде веерной кольцевой затопленной струи. В дальнейшем эта скорость поддерживается автоматически за счет того, что величина щели изменяется в зависимости от расхода жидкости. В результате этого пригруженные сопла могут эффективно работать в широком диапазоне изменения производительности закачки через систему, сохраняя заданную скорость истечения.

Пригруженные веерные кольцевые сопла не требуют установки на приемном патрубке системы обратного запорного устройства, так как при отсутствии расхода жидкости кольцевые щели их автоматически закрываются, изолируя внутреннюю полость резервуара от трубопровода и выполняя тем самым роль хлопуши. Эти сопла не подвержены засорению, ибо в случае попадания в них постороннего предмета из трубопровода он выталкивается потоком вследствие резкого увеличения давления жидкости и величины щели сопла.

При размыве донных отложений Системой возможны два способа размыва и удаления уплотненного осадка: раздельный и совмещенный.

Рисунок 1 - Устройство размыва донных отложений типа «Тайфун»

Принцип работы устройства «Тайфун» (рис. 1-внешний вид устройства), заключается в образовании процесса перемешивания нефти.

Рис. 2 Общий вид усройства направленной затопленной струей нефти, создаваемой вращающимся пропеллером. (рис. 2- Структурный вид устройства «Тайфун»). При этом тяжелые парафинистые осадки и механические примеси взвешиваются в общей массе нефти (взвешенное состояние), для последующего удаления из резервуара методом его откачки в нефтепровод.

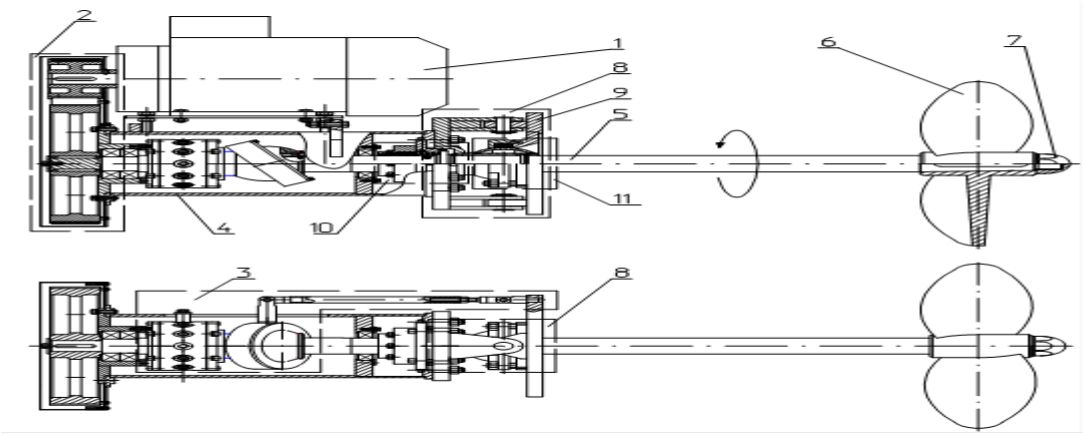


Рисунок 2 - Структурный вид устройства «Тайфун»

Примечание:

1 - взрывозащищенный асинхронный электродвигатель; 2 - плоскозубчатая ремённая передача; 3 - автоматический привод поворота; 4 - корпус; 5 - вал; 6 - пропеллер; 7 - обтекатель; 8 - шарнирный узел; 9 - фланец присоединительный; 10 - торцевое уплотнение; 11 - сферическое уплотнение.

Для повышения эффективности процесса размыва донных отложений рекомендуется установить дополнительно одно устройство “Тайфун” на противоположном люке-лазе, находящемся в зоне скопления остаточных донных осадков.

Для обеспечения гидродинамических параметров в пределах расчетных, дополнительное устройство “Тайфун” должно работать в последовательном режиме относительно основного устройства. После 4...6 циклов размыва донных отложений основным устройством “Тайфун”, рекомендуется включить дополнительное устройство “Тайфун” на 3.4 цикла с соблюдением последовательности операций наполнения и откачки нефти из резервуара описанных в данном разделе. Контрольные замеры уровня донных отложений производить через имеющиеся технологические люки резервуара с соблюдением мер безопасности при работе с замерными устройствами. Последовательность данных операций повторять до полного размыва донных отложений.

Расчет по затратам на использование системы СПВК

За исходную расчетов были приняты различные варианты уровней взлива и простоя резервуара без перемешивания донных осадков:

Вариант 1: уровень взлива в резервуаре 2 метра и резервуар не подвергался очистке от донных отложений 2 года;

Вариант 2: уровень взлива в резервуаре 2 метра и резервуар не подвергался очистке от донных отложений 1 год;

Вариант 3: уровень взлива в резервуаре 2 метра и резервуар не подвергался очистке от донных отложений 0,5 года;

Вариант 4: уровень взлива в резервуаре 2 метра и резервуар не подвергался очистке от донных отложений 3 месяца;

Таблица 1 - Расчет по затратам на использование системы СПВК

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Числ. Показатели
1	Капиталовложения	тыс. тенге	2 235 743,5
2	Экономия годовая	тыс. тенге	697 683
3	Рентабельность	%	31,2
4	Срок окупаемости	год	3,21

Учитывая все доводы и аспекты, а также выше приведенные расчеты, приходим к выводу, что вложение финансовых средств на модернизацию целесообразно вследствие многих причин.

Улучшение технико-экономических показателей на модернизируемом участке ГНПС Павлодар, по сравнению с действующим оборудованием, должно достичь за счет:

- использования более экономичных технологических режимов;
- снижения производственных затрат на электроэнергию за счет предусмотренных проектом мер по модернизации участка;
- повышение эффективности размыва донных отложений, обеспечение удобства, безопасности, оперативности ремонта и обслуживания резервуара;
- полное устранение дополнительной нагрузки на нефтепровод при транспортировке нефти по линии Омск – Павлодар, т.е. устранение аварийных ситуаций на этом участке нефтепровода вследствии отсутствия добавочного давления на нефтепровод.

Спец расчет по прожекторному освещения резервуарного парка ГНПС «Павлодар».

Самый оптимальный вариант для расположения мачт освещения будет, если мы расположим на 9 мачтах по 4 прожектора в разных направлениях направляя наш световой поток.

$$h = \sqrt{50000/300} = 12{,}9 \text{ метра}$$

Учитывая, что данные лампы должны устанавливаться на минимальной высоте 14 метров, расчетную высоту увеличим до 14.

$$\theta_в = arctg\sqrt{50000/\left(2 \cdot 14^2\right)} = 35^0$$

$$l = \frac{14}{tg\left(35 + 45\right)} = 2{,}5 \text{ метра}$$

От неосвещенной зоны мы легко избавляемся, направляя прожектора навстречу друг другу.

Литературы:

1. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.
2. Афанасьев В. А., Березин В. Л. Сооружение газохранилищ и нефтебаз: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1986.
3. Попова З. А., Рхавский Е. Л. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов. - М.: Недра, 1972.
4. СТ 6636-1901-АО-039-4.018-2012 Магистральные нефтепроводы. Техническая эксплуатация;
5. СТ АО 38440351-6.001-2010 Магистральные нефтепроводы. Методики определения технологических и мобильных остатков нефти в резервуарах;
6. СТ 6636-1901-АО-039-4.012-2012 Магистральные нефтепроводы. Резервуары.

Арыкпанов А.А., Жунусов Е.Б., Кульманбетова К.С.

Повышение эффективности эксплуатации резервуарного парка ГНПС Павлодар

Резюме. В статье представлены и рассмотрены основные вопросы замене существующей на ГНПС Павлодар системы по размыву донных отложений в резервуарах СПВК-300 на современную установку по размыву донных отложений «Тайфун - 28». Отдельно рассмотрен спец расчет по прожекторному освещения резервуарного парка ГНПС «Павлодар».

Ключевые слова: ГНПС- головная нефтеперекачивающая станция, СПВК-300, Тайфун, резервуар, расчет затрат, отложения

Arykpanov A.A., Zhunusov E.B, Kulmanbetova K.S.

Improving the efficiency of operation of the reservoir park GNPS Pavlodar

Summary. The article presents and discusses the main issues concerning the sediment reproduction system existing at the State Oil Production Station of Pavlodar in the tanks SPVK-300 in the modern installation for the reproduction of bottom sediments "Typhoon - 28". The special calculation for floodlight illumination of the GNPS

Pavlodar reservoir park is considered separately.

Keywords: GNPS- head oil pumping station, SPVK-300, Typhoon, reservoir, cost calculation, sediment

УДК 622.276.76

Б.С. Ахымбаева[1], М.Ж. Мурзамуратов [2]

[1] Казахский Национальный Исследовательский технический университет им К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы.

[2] Казахский Национальный Исследовательский технический университет им К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ

***Аннотация**. Статья посвящена решению проблем извлечения остаточных нефтей внедрением горизонтальных скважин на месторождении.*

***Ключевые слова:** Горизонтальные скважины, нефть добыча, бурение.*

Месторождение Узень разрабатывается более 40 лет и находится на последней стадии разработки. Такие факторы, как литологическая неоднородность коллекторов, парафиносолеотложения, коррозия, рост обводненности продукции осложняют эксплуатацию скважин и залежей месторождения, приводят к снижению добычи нефти. Вследствие значительной выработки высокопродуктивных залежей, находящихся в длительной эксплуатации, постоянно увеличивалась доля трудноизвлекаемых запасов нефти. Большую часть в их структуре занимают остаточные запасы нефти в пластах после заводнения, а также запасы в низкопроницаемых коллекторах, в залежах высоковязкой нефти, с аномальными свойствами и др.

Очевидно, доля трудноизвлекаемых запасов со временем будет возрастать и для рентабельной их разработки необходимо создание и применение современных методов извлечения нефти из пластов с целью увеличения добычи нефти.

Актуальной задачей является поиск и обоснование новых технологий доизвлечения остаточной нефти крупного Узеньского нефтегазового месторождения. Основной объем добычи приходится на Узень - третье по величине месторождение углеводородов Казахстана с начальными геологическими запасами нефти 1054 млн тонн. Месторождение было открыто в декабре 1961 года, в промышленной разработке находится с 1965 года. С конца 1980-х годов на месторождении наблюдалось резкое падение уровня добычи нефти (до 18% в год). Снижение показателей добычи было связано с истощением запасов и неудовлетворительным техническим состоянием промысловой инфраструктуры, которое усугубилось отсутствием необходимых инвестиций в период 1990-го по 1995 год. Извлекаемые запасы месторождения Узень выработаны на 50%, около 60% остаточных запасов являются трудноизвлекаемыми. Вследствие сложного геологического строения месторождения, высокой степени неоднородности продуктивных пластов как по площади, так и по разрезу, специфических свойств нефтей происходит неравномерная выработка запасов нефти. Продукция скважин интенсивно обводняется из-за опережающего прорыва нагнетаемой воды по высокопроницаемым пропласткам.

За 40-летний период разработки все его площади вступили в позднюю и завершающую стадии. Значительные запасы по ним уже отобраны, снижается среднесуточная добыча нефти по всему фонду скважин при высокой обводненности добываемой продукции. В то же время в его недрах осталось еще более 60% балансовых запасов нефти.

В последние годы, на месторождениях за рубежом и на некоторых месторождениях Казахстана для доизвлечения остаточной нефти достаточно широкое развитие получила технология разработки нефтегазовых месторождений с помощью горизонтальных скважин.

В настоящее время за рубежом насчитывается более 60 фирм, прменяющих эту технологию. Новые технологии, основанные на применении горизонтальных скважин, существенно изменили теорию и практику мировой добычи углеводородов.

Процесс извлечения нефти из нефтяных пластов характеризуется четырьмя парметрами: общим дебитом всей системы скважин, подвижными запасами нефти, показателем неравномерности вытеснения нефти агентом и коэффициентом различия физических свойств нефти и вытесняющего агента. К тому же, дебиты скважин, имеющие горизонтальные окончания значительно выше дебитов вертикальных скважин. Рассмотрим на примере по XIII и XIV горизонтам месторождения Узень, во сколько раз применение горизонтальных скважин позволяют увеличить отбор углеводородов из продуктивных пластов.

Обычно у нефтяных пластов определяют две толщины: общую и эффективную, причем общая бывает значительно больше эффективной, поскольку общая, кроме эффективной включает в себя неэффективную толщину. Нефтяные пласты XIII и XIV горизонтам месторождения Узень состоят из нескольких проницаемых слоев (это эффективная толщина) и их разделяющих прослоев (неэффективная толщина), в два – три раза превосходящая толщину проницаемых слоев. По нижеприведенным данным проведем расчеты:

Гидропроводностьпласта равна $\frac{kh}{\mu}$=1, а эффективная общая и толщины этого пласта равны h= 10 м и $h_{об}$ = 20 м.радиус скважины $r_с$=0,1м. разность забойных давлений нагнетательных и добывающих скважин $P_{сн} - P_{сэ}$ = 100. сетка скважин равномерная квадратная 2 $\sigma_н$=2 σ = L=400 м.Общее число нагнетательных скважин $n_н$=100. Общая горизонтальная длина скважины $l_г$=200 м. ачисло проницаемых нефтяных слоев может быть $n_{сл}$: 2,4 или 8.

Сначала определим общий дебит нефтяной площади для варианта вертикальных скважин.

Фильтрационные сопротивления:

$$\omega_н = \frac{1}{n_н} \cdot \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \frac{2\sigma}{2\pi r_c} = \frac{1}{100} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \frac{400}{2\pi \cdot 0.1} = \frac{1}{100} \cdot 1.0275 = 0.01$$

$$\omega = 0.01; \quad \Omega = \frac{\mu}{k \cdot h} \cdot \frac{L}{2\sigma \cdot n} = 1 \cdot \frac{400}{100 \cdot 400} = 0.01$$

Общий дебит нефтяной площади:

$$q_o = \frac{P_{сн} - P_{сэ}}{\omega_н + \frac{1}{2} \cdot \Omega + \omega} = \frac{100}{0{,}01 + 0{,}005 + 0{,}01} = 4000$$

Теперь определим общий дебит нефтяной площади для варианта горизонтальных скважин.

Фильтрационные сопротивления:

$$\omega_н = \frac{1}{n_н}\cdot\frac{\mu}{k\cdot h}\cdot\frac{1}{2\pi}\cdot\left[\ln\frac{2\sigma\cdot h_{об}\cdot n_{сл}}{l_г\cdot h}+\frac{h_{об}}{l_г}\frac{h}{n_{сл}\cdot 2\pi\cdot r_c}\right]=$$

$$\frac{1}{100}\cdot 1\cdot\frac{1}{2\pi}\cdot\left[\ln\frac{400\cdot 20}{200\cdot 10}+\ln n_{сл}+\frac{20}{200}\cdot\ln\frac{10}{2\pi\cdot 0.1}-\frac{20}{200}\cdot\ln n_{cl}\right]=\frac{1}{100}\cdot 1\cdot\frac{1}{2\pi}\cdot$$

$$\cdot\left[\ln\frac{400\cdot 20}{200\cdot 10}+\ln n_{сл}+\frac{20}{200}\cdot\ln\frac{10}{2\pi\cdot 0.1}-\frac{20}{200}\cdot\ln n_{сл}\right]=\frac{1}{100}\cdot\frac{1}{2\pi}\cdot\left[1{,}3863+0{,}2767+0{,}9\ln n_{сл}\right]=$$

$$=0{,}002647+0{,}001432\cdot\ln n_{сл}$$

$$\omega=0{,}002647+0{,}001432\ln n_{сл};\quad \Omega=\frac{\mu}{k\cdot h}\cdot\frac{L}{2\sigma\cdot n}=1\cdot\frac{400}{100\cdot 400}=0.01$$

Общий дебит нефтяной площади:

$$q_o=\frac{P_{сн}-P_{сэ}}{\omega_н+\frac{1}{2}\cdot\Omega+\omega}=\frac{100}{0.002647+0.001432\cdot\ln n_{сл}+0{,}005+0{,}002647+0{,}001432\ln n_{сл}}=$$

$$=\frac{100}{0{,}010294+0{,}002864\cdot\ln n_{сл}}$$

$n_{сл}$	2	4	8
q_o ……..	8144	7010	6154

Как видно, для рассматриваемой площади Узень при прочих равных условиях прменение горизонтальных скважин вместо вертикальных приводит к увеличению общего дебита в 1,539 – 2,036 раза.

А если бы длина горизонтальной скважины была бы втрое больше, то дебит горизонтальной скважины дополнительно увеличился бы втрое.

Дебиты скважин, имеющих горизонтальные окончания большой протяженности, значительно возросли. При этом повысилась эффективность многих старых методов воздействия на пласт, значительно улучшилось большинство показателей разработки. Технология разработки месторождений с применением горизонтальных скважин нашла применение во многих крупных нефтегазодобывающих районах.

Горизонтальные скважины позволяют не только в 2-3 раза увеличить отбор углеводородов из продуктивных залежей, но и значительно сократить сроки строительства скважин, снизить расход бурильных труб и других материалов, резко снизить риск экологического урона. Оно дает возможность гораздо лучше, чем при обычном вертикальном бурении, получить доступ к нефтеносным геологическим пластам.

Преимущества горизонтальных скважин очевидны. Горизонтальная скважина имеетзначительно большую площадь дренирования, чем традиционная вертикальная скважина(ВС). Выигрыш в производительности может быть в 2-7 раз. Повышенное внимание обусловлено также следующими особенностями:

1) более равномерное стягивание контура нефтеносности, что увеличивает коэффициент заводнения и, следовательно, конечную нефтеотдачу;

2) более высокий охват пласта вытеснением - горизонтальные скважины, протягиваясь по продуктивному горизонту на десятки и сотни метров, соединяют друг с другом линзы, участки повышенной и пониженной проницаемости, каверны и трещины;

3) более высокое значение предельного безводного и безгазового дебита при разработке залежей с активной подошвенной водой и газовой шапкой;

4) снижение градиента скорости в призабойной зоне пласта и, как следствие, уменьшение вероятности возможных осложнений при эксплуатации скважин;

5) более высокая производительность при фиксированном забойном давлении, равномкритическому давлению смятия обсадной колонны, в случае разработки объектов с аномально высоким пластовым давлением.

Ввиду этих преимуществ разработка месторождения с использованием горизонтальных скважин значительно улучшает показатели разработки месторождения Узень и применение этого метода в данный период для извлечения остаточных запасов нефти экономически и технологически целесообразна.

Литературы

1. Алиев З.С., Сомов Б.Е., Чекушин В.Ф. Обоснование конструкции горизонтальных и многоствольно-горизонтальных скважин для освоения нефтяных месторождений. М.: Издательство «Техника». ООО «Тума групп», 2001. 192 с.

2. Алиев З.С., Шеремет В.В. Определение производительности горизонтальных скважин, вскрывших газовые и газонефтяные пласты. М.: Недра, 1995, 131 с.

3. Алиев З.С., Бондаренко В.В. Исследование горизонтальных скважин: Учебное пособие. М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004.-300с.

4. Басниев К.С., Алиев З.С., Черных В.В. Методы расчетов дебитов наклонных и многоствольных горизонтальных скважин. — М.: ИРЦ ОАО «Газпром», 1999.

5. Брехунцов А.М., Телков А.П., Федорцов В.К. Развитие теории фильтрации жидкости и газа к горизонтальным стволам скважин. Тюмень: ОАО «СибНАЦ», 2004.-290с.

6. Инструкция по бурению наклонно-направленных скважин с кустовых площадок на нефтяных месторождениях Западной Сибири/ РД 39-01480706.027-86. Тюмень., СибНИИНП., 138 с.

7. Меркулов В.П. Поток к горизонтальной скважине конечной длины в пласте ограниченной толщины. Нефть и газ. №1.- 1958.

Б.С. Ахымбаева, М.Ж. Мурзамуратов

Өзен кенорнындағы қалдық мұнайды алу үшін горизонталді ұңғымаларды енгізуді негіздеу

Резюме. Бұл мақалада қалдық қорларды шығару проблемаларын шешу мақсатында кенорында көлденең ұңғымаларды пайдалану негіздемесі көрсетілген.

Түйін сөздер: Көлденең ұңғымалар, мұнай ұңғымасы, бұрылыс

B.S. Akhymbaeva, M.Zh. Murzamuratov

Justification of the implementation of horizontal wells for the extraction of residual reserves of the deposit Uzen

Summary. This work is devoted to solving the problems of residual oil extraction introduction of horizontal wells in the field.

Keywords: Horizontal wells, oil production, drilling.

УДК 661.91

А.С.Вилис [1], Б.Қ.Мустахимов [1].

ғылыми жетекші: Б.К.Мустахимов, ассистент профессор

[1]Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Казахстан, Алматы қ,

[2]Қ.И.Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Казахстан, Алматы қ,

mustbek@mail.ru

МҰНАЙ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ТАСЫМАЛДАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СҰЙЫҚТЫҚТАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. *Бұл жұмыста Қазақстанның мұнай-газ саласы бойынша, мұнайдың реологиялық қасиеттерін жақсартатын реагенттер мен технологиялық сұйықтықтар*

кешенін әзірлеу арқылы, ұңғымалық өнімді өндіру және дайындау процестерінің тиімділігін арттыру технологияларын енгізу мүмкіндіктері қарастырылған.

Түйінді сөздер: *мұнай-газ саласы, мұнай өндіру және тасымалдау, химиялық реагенттер, модификация, технологиялық сұйықтықтар.*

Мұнай өндіруді қарқындату үшін органикалық немесе бейорганикалық химиялық реагенттер - жеке заттар (қышқылдар, сілтілер, синтезделген беттік-белсенді заттар, полимерлер), сондай-ақ заттардың композициялары қолданылады. Төмен өткізбейтін коллекторлардан мұнай өндіруді қарқындатуға бағытталған және игеруге қосымша мұнай қорларын тартуға мүмкіндік беретін неғұрлым тиімді іс-шаралардың бірі қабаттың гидравликалық жарылуы (ҚГЖ) болып табылады. Мұнай кен орындарын игеру кезінде әртүрлі технологиялық сұйықтықтар пайдаланылады. Осылайша, қабаттың гидравликалық жарылуы үшін сұйықтықтарды әзірлеу және зерттеу жұмыстары жұмыстар жүргізілгеннен кейін қабаттың табиғи өткізгіштігін сақтау жөніндегі талаптарды барынша қанағаттандыратын құрамдарды құруға бағытталған. Мұнай жинау процесінде өндірілетін өнімнің реологиялық қасиеттерін жақсартатын, оны дайындауды жеңілдететін қоспалар пайдаланылады. Өнеркәсіптік жағдайларда қазіргі уақытта пайдаланылатын технологиялық сұйықтықтар мен реагенттер жиі қойылатын талаптарға жауап бермейді. Осыған байланысты өз қасиеттері мен көрсеткіштері бойынша жаңа технологиялық сұйықтықтар мен реагенттерді әзірлеу және іріктеу, қабаттарды гидротүсіруді жүргізу үшін, сорғы-компрессорлық құбырлардың ішкі қуысын (НКТ) және асфальтты-парафинді шөгінділердің алдын алу үшін кәсіпшілік ішіндегі құбырларды өңдеу қажеттілігі туындайды.

Алдағы қойылып отырылған жұмыстың мақсаты мұнайдың реологиялық қасиеттерін жақсартатын реагенттер мен технологиялық сұйықтықтар кешенін әзірлеу арқылы ұңғымалық өнімді өндіру және дайындау процестерінің тиімділігін арттыру.

Зерттеудің негізгі міндеттері:

1. Жаңа рецептура жасау мақсатында проппантты буманың өткізгіштігінің өзгеруіне ҚГЖ технологиялық сұйықтықтарының әсерін зерттеу;

2. Мұнайды тасымалдау кезінде АӘК пайда болу себептерін талдау және олардың пайда болуының алдын алу үшін оңтайлы реагенттерді анықтау;

3. Ламинарлы турбуленттік ағыс режиміне көшу кезінде псевдопластикалық сұйықтықтар үшін реологиялық теңдеуді әзірлеу мақсатында полимерлі ерітінділерді талдау және зерттеу.

Қорыта айтқанда, алынған зерттеулер Қазақстан республикасы жағдайындағы псевдопластикалық сұйықтықтың реологиялық моделі бойынша шығарылған теңдеу, қабаттың гидротүсірілуі кезіндегі пайдаланылатын технологиялық сұйықтықтарды іріктеудің жобалық есептеулері үшін және саладағы құбыржолдар жұмысының технологиялық режиміне АӘЖ шөгінділерінің әсерін болжау әдістемесі бойынша, мұнай құбырларын тазалау үшін еріткіштерді қолдану регламенттерінде қолданылу үшін ұсынылады.

Әдебиеттер:

1. Булатов А.И, Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. Изд-во: Недра. 2012.

2. Ветошкин А.Г . Технология защиты окружающей среды (теоретические основы) /А.Г. Ветошкин, К.Р. Таранцева. – Пенза : Изд -во ПТИ , 2012.

3. Росляков П.В., Егорова Л.Е., Ионкин И.Л. Технологические мероприятия по снижению вредных выбросов ТЭС в атмосферу – М.: Изд-во МЭИ, 2013.

А.С.Вилис, Б.Қ.Мустахимов

Исследование технологических жидкостей, применяемых для добычи и транспортировки нефти

Резюме. В этой работе рассмотрены возможности внедрения технологий повышения эффективности процессов производства и изготовления скважинной продукции путем разработки комплекса реагентов и

технологических жидкостей, улучшающих реологические свойства нефти в условиях Казахстана. Также, в процессе сбора нефти рассматривается возможности использование смесей, улучшающих реологические свойства добываемого продукта и облегчающие его приготовление.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, добыча и транспортировка нефти, химические реагенты, модификация, технологические жидкости.

A. S.Vilis, B.K.Mustakhimov

Exploration of process fluids for oil production and transportation

Abstract. This work provides opportunities for the introduction of technologies to improve the efficiency of production processes and production of borehole products in the oil and gas industry of Kazakhstan, through the development of a complex of reagents and process fluids that improve the rheological properties of oil. In the process of collecting oil, it is envisaged to use mixtures that improve the rheological properties of the extracted product, facilitating its preparation.

Keywords: oil and gas industry, oil production and transportation, chemical reagents, modification, process fluids.

УДК 622.2

И. Гусенов, Б.М. Насибуллин

Казахский Национальный Исследовательский технический университет им К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОГЛИНЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОИЗОЛЯЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН

Аннотация. *В данной работе приводятся результаты фильтрационных экспериментов на насыпных моделях. Показано, что силикатные гели, полученные путём смешения жидкого стекла с соляной кислотой в дистиллированной воде способны снизить проницаемость насыпных песчаных моделей с 6000 до 0,7мД (более чем в 8000 раз). Однако, закачка воды после закачки силикатной композиции и гелеобразования приводит к частичному вымыванию силикатной пробки из модели. Данная проблема решается добавлением к жидкому стеклу наноглины лапонита. В работе показано, что добавление наноглины к раствору жидкого стела увеличивает модуль Юнга в 2-10 раз и предотвращает вынос силикатной пробки из модели. Результаты данной работы могут найти применение для изоляции высокопроницаемых зон в нефтяных пластах.*

Ключевые слова: *силикатный гель, наноглина, проницаемость, нефтяной пласт, модуль Юнга, закон Дарси.*

Ежегодные затраты на сепарацию нефти от воды составляют десятки миллионов долларов [1]. Кроме того, утилизация попутно добываемой с нефтью воды оказывает негативное влияние на экологию нефтедобывающих регионов [2]. Поэтому ограничение водопритока к забоям добывающих скважин является важной приоритетной задачей разработки нефтяных месторождений [3].

Для снижения проницаемости обводнённых зон на ряде месторождений Казахстана и за рубежом применялись гели жидкого стекла. Однако, данные гели характеризуются малой прочностью и неэффективны для снижения проницаемости трещин и кавернозных каналов [4-6]. Целью данного исследования является проведение серии лабораторных фильтрационных экспериментов, для определения эффективности применения наноглины с целью улучшения механических свойств гелей жидкого стекла.

Для проведения исследований применялись следующие материалы: лапонит – наноглина (Laponite XLG), с размером частиц 63 нм. Жидкое стекло с концентрацией диоксида кремния (24,1 %) и оксида натрия (11,7%), соляная кислота с концентрацией 36,5%, пластовая вода с месторождения Кенлык с минерализацией 120 гр/литр, нефть с месторождения Кенлык с плотностью и динамической вязкостью 0,77 гр/см^3 и 1,21 мПа·сек, соответственно, кварцевый песок фракционный состав которого приводится в таблице 1.

Таблица 1 - Фракционный состав песка

Размер фракции мкм	Процент от общей массы, %
500	3,8
250	44,75
125	48
63	3
43	0,45

Все фильтрационные эксперименты проводились на установке для исследования кернов УИК-С(2), производства «Гло-Бел нефтесервис» (Москва) при температуре 60 °С.

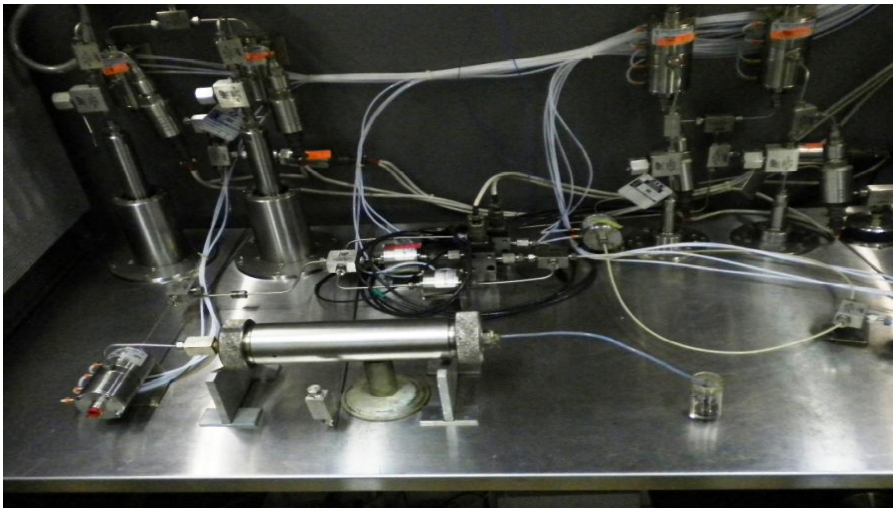


Рисунок 1 - Установка для исследования кернов УИК-С(2)

Фильтрационные эксперименты проводились на насыпных моделях с длиной 6 см и диаметром 3 см, проницаемость всех моделей была равна 6 Дарси (проницаемость по воздуху, без учёта поправки по Клинкенбергу). На протяжении всего эксперимента модель находилась под давлением обжима 2 МПа. Фильтрация жидкостей производилась под расходом 0,25 $см^3$/мин.

Последовательность проведения эксперимента:

1) Насыщение модели пластовой водой;
2) Вытеснение пластовой воды нефтью;
3) Вытеснение нефти водой (моделирование заводнения) с постоянной регистрацией давления нагнетания;
4) Закачка тампонажного раствора с постоянной регистрацией давления нагнетания;
5) Выдержка модели под пластовой температурой в течение времени необходимого для гелеобразования;
6) Повторная закачка воды с постоянной регистрацией давления нагнетания.

Для приготовления тампонажных растворов применялось жидкое стекло и соляная кислота. Водный раствор соляной кислоты и жидкого стекла имеет свойство образовывать гель в течение промежутка времени, который зависит от концентрации данных компонентов. Механические свойства образованного геля были исследованы на приборе TA&XTplus Texture Analizer фирмы "Stable Micro Systems".

Для приготовления гелей были испытаны различные концентрации HCl и жидкого стекла. В итоге в качестве водоизолирующего агента было принято использовать раствор

жидкого стекла с концентрацией 3% и HCl с концентрацией 0,66% в дистиллированной воде. Данный раствор при комнатной температуре образует гель в течение 6-10 часов. При температуре 60 градусов для гелеобразования раствора необходимо примерно такое же время.

Раствор закачивался в обводнённую насыпную модель. Эффективность снижения проницаемости пористой среды раствором жидкого стекла и соляной кислоты характеризуется кривыми зависимости изменения давления нагнетания от прокачанного объёма (рис.2).

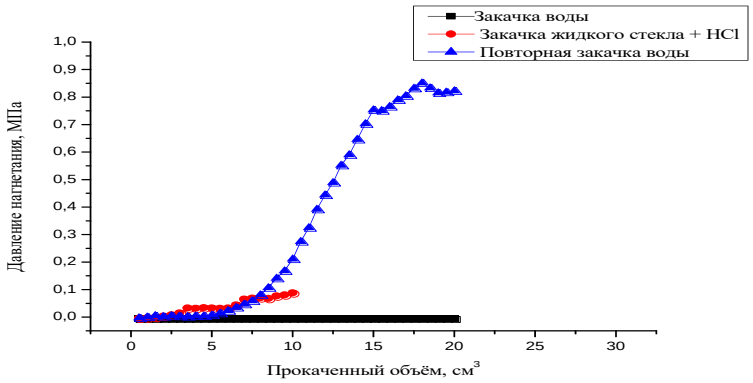
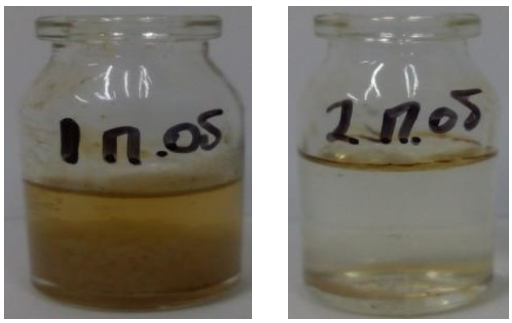


Рисунок 2 - Изменение давления нагнетания при прокачке воды, раствора Ж.С. (3%) + HCl (0,66%), и при повторной прокачке воды.

Из вышеприведённого рисунка ясно видно, что прокачка воды через 24 часа (12 из которых модель находилась под температурой 60 °С, а другие 12 под комнатной температурой (т.к. установку на ночь выключали) после закачки 1 порового объёма (10 см^3) томпанажного раствора характеризуется намного большим давлением нагнетания, по сравнению с первоначальной закачкой воды. Этот говорит о значительном снижении проницаемости после закачки раствора жидкого стекла и соляной кислоты.

Необходимо отметить, что повторная закачка воды привела к вымыванию определённой части силикатного геля из модели. На рисунке 3 показаны образцы жидкости, отобранные на выходе из модели при повторной фильтрации воды, в общем, было профильтровано 2 поровых объёма (20 см^3).



а) б)

Рисунок 3 - Повторная прокачка воды (фильтрация воды после закачки тампонажного раствора); а) – первый поровый объём, б) – второй поровый объём.

Из рисунка 3 ясно видно, что прокачка первого порового объёма (первых 10 см^3) привела к вытеснению части геля, образовавшегося в пористой среде. Из рисунка 2 видно, что кривая изменения давления при повторной прокачке воды во время фильтрации первых

15 $см^3$ характеризуется почти линейным ростом давления, это указывает на то, что здесь имеет место вытеснение гелевой фазы водой. Прокачка второго порового объёма характеризуется выходом кривой давления нагнетания на постоянную величину (рис.2 кривая повторной закачки воды), и в образце жидкости, отобранном на выходе из модели рис.3 (б) не наблюдается гелевой фазы. Тем не менее расчёт по формуле Дарси показывает, что проницаемость была снижена с 6000 до 0,7мД:

$$k = (v \cdot \mu \cdot L)/(dP) = (2{,}36 \cdot 10^{-5} \text{ м/сек} \cdot 0{,}467 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{сек} \cdot 0{,}06 \text{ м}) / (0{,}85 \cdot 10^{6} \text{ Па}) = 0{,}077 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2 = 0{,}00077 \text{ Д} = 0{,}7 \text{ мД}$$

где, v – скорость фильтрации, которая была рассчитана путём деления расхода на площадь сечения образца и пористость; μ – вязкость воды при температуре 60 градусов Цельсия; L – длина образца; dP – установившийся перепад давления при повторной закачке воды (см. рис.4 синяя кривая). Данная величина равна давлению на входе в образец, так как датчик показывает избыточное значение давления, без учёта атмосферного давления, а давление на выходе равно атмосферному давлению.

Из проведённого эксперимента можно сделать следующий вывод. Закачка раствора жидкого стекла и соляной кислоты в пористую среду приводит к значительному снижению проницаемости, но при этом повторная фильтрация воды приводит к вытеснению части гелевой фазы из пористой среды. Для усиления механических свойств геля авторы протестировали наноглину в качестве добавки к раствору жидкого стекла и соляной кислоты.

Были приготовлены гели по рецептуре: 3 % жидкое стекло, 0,66 % HCl с различной концентрацией наноглины лапонита. Внешний вид некоторых образцов изображён на рисунке 4.

0 % 4 % 6 %

Рисунок 4 - Гели жидкого стекла и соляной кислоты с концентрацией лапонита 0, 4 и 6%.

В таблице 2 приводятся заначения модуля Юнга для гелей жидкого стекла (3%) и соляной кислоты (0,66%) с разной концентрацией лапонита.

Таблица 2 - Фракционный состав песка

Концентрация лапонита, %	Модуль Юнга, Па
0	552,6
1	1286,9
6	6736,6

Из таблицы 2 видно, что с увеличением концентрации лапонита улучшаются механические свойства геля, т.е. увеличивается прочность.

Для тестирования эффективности использования лапонита в качестве добавки-усилителя механических свойств геля в насыпную модель был закачен раствор следующей рецептуры:

жидкое стекло 3%, соляная кислота 0,66%, лапонит 6%. Результат эксперимента показан на рисунке 5.

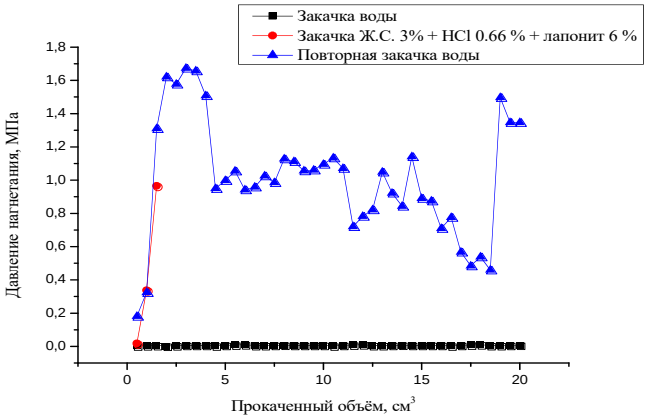


Рисунок 5 - Изменение давления нагнетания при прокачке воды, раствора Ж.С. (3%) + HCl(0,66%) + лапонит 6%, и при повторной прокачке воды

Из вышеприведённого рисунка видно, что при фильтрации тампонажного раствора удалось закачать не более 1,5 см^3, что связано со слишком высокой концентрацией лапонита в растворе. Повторная закачка воды показала значительное снижение проницаемости модели. Сравнение кривых на рис.2 и 5 показывает, что закачка 1,5 см^3 раствора с концентрацией лапонита 6% приводит к большему снижению проницаемости по сравнению с закачкой 10см^3 раствора без добавления лапонита. При повторной прокачке воды вытеснение гелевой фазы из модели не наблюдалось. Расчёт по формуле Дарси не проводился так как давление не вышло на установившийся режим.

Второй эксперимент с наноглиной был проведён с использованием рецептуры: жидкое стекло 3%, соляная кислота 0,66%, лапонит 1%. Результат эксперимента показан на рисунке 6.

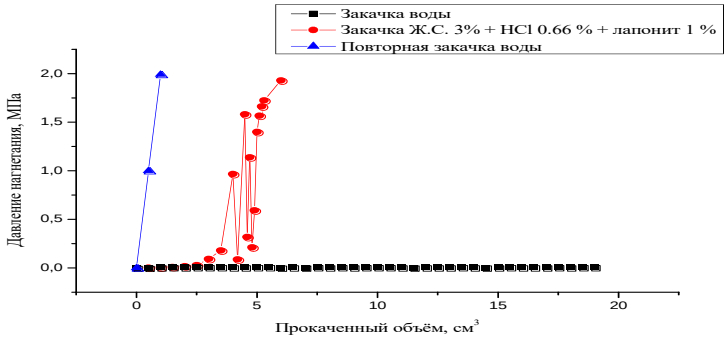


Рисунок 6 - Изменение давления нагнетания при прокачке воды, раствора Ж.С. (3%) + HCl(0,66%) + лапонит 1 %, и при повторной прокачке воды

Из вышеприведённого рисунка видно, что при уменьшении концентрации лапонита удалось закачать больший объём томпонажного раствора. Повторная закачка воды привела к резкому увеличению давления до 2 МПа, такие величины давления нагнетания не были достигнуты в двух предыдущих экспериментах. Также необходимо заметить, что при повторной закачке воды не наблюдалось вытеснение гелевой фазы из модели (рис.7). Это указывает на то, что механические свойства геля в этот раз были усилены добавлением к нему лапонита, именно поэтому в данном эксперименте не наблюдается фильтрации гелевой фазы через модель, как это имело место быть при проведении эксперимента без использования лапонита (рис.3). Как результат проницаемость модели в данном случае снижается сильнее чем в двух предыдущих опытах. Расчёт по формуле Дарси не проводился,

так как давление не вышло на установившейся режим. Дальнейшая прокачка воды была невозможна по причине роста давления нагнетания до значения давления обжима манжеты.

а) б)

Рисунок 7 - Повторная прокачка воды (фильтрация воды после закачки тампонажного раствора); а) – первый поровый объём, б) – второй поровый объём.

Таким образом, результаты экспериментов показали, что, используя жидкое стекло, соляную кислоту и лапонит, возможно подобрать такую оптимальную рецептуру раствора, которая позволит снизить проницаемость пористой среды более чем в 8000 раз (рис.6).

Выводы:

1) Было показано, что использование растворов жидкого стекла и соляной кислоты не столь эффективно для снижения проницаемости вымытых каналов фильтрации, т.к. при большом перепаде давления образованный гель начинает фильтроваться через насыпную модель, на практике это может привести к вымыванию части геля из скважины и снижению эффективности технологии.

2) Было продемонстрировано, что при добавлении наноглины лапонита к раствору жидкого стекла и соляной кислоты усиливаются механические свойства образованного геля, так как модуль Юнга увеличивается в 2-10 раз.

3) Фильтрационные эксперименты на насыпных моделях пласта показали, что тампонажный раствор с рецептурой: жидкое стекло – 3%; соляная кислота – 0,66%; лапонит – 1% снижает проницаемость модели более чем в 8000 раз.

Литературы:

1. Seright, R.S., Lane, R.H., Sydansk, R.D., 2001. A Strategy for Attacking Excess Water Production, SPE Permian Basin Oil and Gas Recovery Conference Society of Petroleum Engineers, Midland, Texas.

2. Mohd Shafian, S. R., Hassan, A. A. B., Ismail, S., Teng, L. K., & Irawan, S. (2010, January 1). Blocked Isocyanate Fluid System for Water Shut Off Application. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/132813-MS.

3. Goudarzi, A., Almohsin, A., Varavei, A., Delshad, M., Bai, B., Sepehrnoori, K., 2014. New Experiments and Models for Conformance Control Microgels, Paper SPE-169159-MS, SPE Improved Oil Recovery Symposium, 12-16 April, Tulsa, Oklahoma, USA.

4. Krumrine, P.H., Boyce, S.D., 1985. Profile Modification and Water Control with Silica Gel-Based Systems. Paper SPE-13578-MS, SPE Oilfield and Geothermal Chemistry Symposium, 9-11 March, Phoenix, Arizona.

5. Amiri, H.A.A., 2014. Evaluation of Alkaline Sodium Silicate Gel for Reservoir In-Depth Profile Modifications to Enhance Water Sweep Efficiency in Sandstone Reservoirs. PhD thesis, University of Stavanger.

6. Rolfsvag, T.A., Jakobsen, S.R., Lund, T.A.T., Stromsvik, G., 1996. Thin Gel Treatment of an Oil Producer at the Gullfaks Field: Results and Evaluation. Paper SPE-35548-MS, European Production Operations Conference and Exhibition, 16-17 April, Stavanger, Norway.

I. Gusenov, B.M. Nasibullin

Application of nanoglin to improve water isolation technology operational wells

Abstract. In this article sand pack flooding experiments are discussed. It has been demonstrated that silicate gels produced by mixing sodium silicate solution with HCl in distilled water are able to reduced permeability of sand packs from 6,000 to 0.7mD (more than 8,000 times). However, water postflush results in the partial wash out of silicate gel. This problem was tackled by the addition of nanoclay laponite to the sodium silicate / HCl solution. It has been demonstrated that the addition of the nanoclay to silicate gels can increase Young's modulus in 2-10 times and prevent the wash out of the gel from the sand packs. The results of this work can be applied for the permeability reduction in oil reservoirs.

Key words: silicate gel, nanoclay, permeability, oil reservoir, Young's modulus, Darcy law.

УДК 622.276

А.Т. Далабаева[1], Б.Е. Бекбауов[2]

Научный руководитель - Б.Е. Бекбауов, профессор, докторPhD

[1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г.Алматы

[2]Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

akniyet0293@gmail.com

ОГРАНИЧЕНИЕ ПРИТОКА ВОДЫ В ДОБЫВАЮЩИЕ СКВАЖИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ

Аннотация. *Данная статья посвящена проблеме изоляции притока воды в добывающие скважины из обводнившихся участков пласта. Представлен литературный обзор по непропорциональному снижению проницаемости для увеличения нефтеотдачи.*

Ниже предлагается математическая модель для моделирования несмешивающихся и несжимаемых трехфазных неизотермических течений вода-гель-нефть в неоднородных пористых средах, которая учитывает капиллярное давление, гравитационные эффекты. Математическая модель задается системой трехфазных уравнений потока и уравнений баланса энергии. Модель состоит из обычных уравнений, полученных из сохранения массы трех жидкостей, а также законов Дарси и капиллярного давления.

Ключевые слова: *водоизоляция, гелеобразующий состав, обводненность, полимеры, методы увеличения нефтеотдачи.*

Введение

Высокая обводнённость является одной из основных технических, экологических и экономических проблем, связанных с добычей нефти и газа. Повышенная обводнённость может ограничить срок службы нефтяных и газовых скважин, также вызвать ряд проблем, включая коррозию труб, миграцию мелких частиц и гидростатическую нагрузку. Уменьшается добыча углеводородного сырья, что сказывается на экономический подъем, кроме того утилизации чрезмерно большого количества подземных вод приносят сложные экологические проблемы [1]. Нефтегазовые пласты часто неоднородны и имеют различную проницаемость в разных слоях. Основной причиной обводнения добывающих скважин является конусообразование в залежах с подошвенной водой и прорыв воды через высокопроницаемые каналы фильтрации, в результате чего большое количество подвижных нефти и газа остается в ловушках, в зонах с низкой проницаемостью, что приводит к плохому извлечению на первичных и вторичных стадиях добычи. Повышенную обводнённость можно контролировать, не влияя на скорость добычи нефти, используя полимер для снижения относительной проницаемости для воды больше, чем относительной проницаемости для нефти [2]. Закачка растворов полимера в добывающих скважинах оказалась эффективным методом снижения или изоляции избыточного водопритока [3]. В пласте, смачиваемой водой, нефть течет внутри пор, а вода - через кольцевое пространство

между стенками пор и поверхностью раздела нефть-вода [4]. Когда вводится раствор полимера, он адсорбируется на поверхности породы, образуя тонкий слой. Вода протекает через эту зону, адсорбированный полимер набухает и препятствует потоку воды, в то же время позволяя нефти протекать через него. При введении полимера, он создает сопротивление течению в резервуаре за счет снижения проницаемости. Это повышенное сопротивление потоку направляет закачиваемую воду в неохваченные области [5]. Адсорбированный полимер выдерживается в течение длительного времени; это приводит к значительному снижению проницаемости [6]. В 1974 году Хирасаки и Роре Поуп исследовали некоторые основные проблемы, связанные с адсорбцией полимера в пористой среде и влиянием адсорбции полимера на свойства текучести [7]. Было показано, что обработка полимером снижает проницаемость за счет адсорбции полимера и уменьшения радиусов пор. Снижение проницаемости, вызванное адсорбцией полимера, традиционно называлось «фактором остаточного сопротивления», которое равносильна конечной относительной проницаемости [8]. Аль-Шарджи и соавторы показали, что адсорбция полимера значительно влияет на водопроницаемость и увеличивает извлечение нефти [9].

Математическая модель

Рассматриваемая математическая модель для трехфазного потока учитывает капиллярные силы, общие выражения для функций относительной проницаемости, переменные поля пористости и проницаемости и влияние силы тяжести. Рассматривается течение трех несмешивающихся несжимаемых жидких фаз в пористой среде. Для конкретности фазы будут называться гелем, нефтью и водой и обозначаться индексами 1, 2 и 3 соответственно. Данный процесс описывается уравнением неразрывности, записанным для каждой из трех фаз

$$\frac{\partial}{\partial t}(\varphi S_i) + \nabla \cdot \boldsymbol{U}_i = 0, \qquad i = 1,2,3,$$

где $\boldsymbol{U}_i$ - скорость фильтрации жидкостей, φ – пористость, S_i - насыщенность каждой фазы. Уравнением движения в виде линейного обобщенного закона Дарси:

$$\boldsymbol{U}_i = -\boldsymbol{K}\frac{k_i}{\mu_i}(\nabla p_i - \rho_i \boldsymbol{g}), \quad i = 1,2,3,$$

где $\boldsymbol{K}$ - тензор абсолютной проницаемости, k_i - относительные проницаемости фаз, μ_i - вязкости фаз, ρ_3, ρ_2 *и* ρ_1 - плотности геля, нефти и воды соответственно, p_i - давления фаз, $\boldsymbol{g}$ - ускорение свободного падения.

Предполагается, что нет массообмена между тремя фазами и фазовые энтальпии являются линейными функциями температуры и определяются как

$$H_i(T) = C_i T, \qquad c_i = \rho_i C_i,$$

здесь T - температура; H_i - удельные энтальпии фаз, C_i – удельные теплоемкости, c_i - удельные теплоемкости на единицу объема.

Фазовый переход между фазами не учитываются, также предполагается, что нет внутренних источников или стоков и три жидкие фазы насыщают поры $0 \leq S_i \leq 1$. Таким образом, уравнение сохранения энергии для трех фаз будет выглядит:

$$\frac{\partial \boldsymbol{\Psi}}{\partial t} - \ div\ \{T\boldsymbol{K}[c_3\lambda_3(\nabla p_3 - \rho_3 \boldsymbol{g}) + c_2\lambda_2(\nabla p_2 - \rho_2 \boldsymbol{g}) + c_1\lambda_1(\nabla p_1 - \rho_1 \boldsymbol{g})]\} - \ div(k_T \nabla T) = 0,$$

$$\boldsymbol{\Psi}(S,T) \stackrel{\text{def}}{=} \ \psi(S)T,$$

$P_c = p_2 - p_3 - p_1$.

k_T - эффективная теплопроводность комбинированной 3-фазной системы.

Результаты решения

Моделирование закачки гелеобразующей композиции описывается в рамках трехфазной фильтрации. Но на данном этапе для проверки предложенной математической модели, рассматривается течение только однофазной жидкости. Принимается, что течение жидкости в прискважинной зоне является радиальным. Рассматривается область вокруг добывающей скважины с известной высотой h и известным радиусом r_w. Как известно, при радиальной фильтрации градиент давления возрастает с расстоянием от скважины (Рисунок 1). Граничные условия для них имеют следующий вид:

$$p|_{r=r_w} = p_w(z),\ p|_{r=r_\infty} = p_\infty,\ \left.\frac{\partial p}{\partial z}\right|_{z=0} = \left.\frac{\partial p}{\partial z}\right|_{z=h} = 0$$

r_w – радиус скважины, r_∞ – наибольший радиус рассматриваемой зоны, h – высота скважины.

Также вычисление распределения давления однофазной жидкости вокруг скважин в двумерном пространстве была решена уравнением Пуассона конечно разностным методом (рисунок 3).

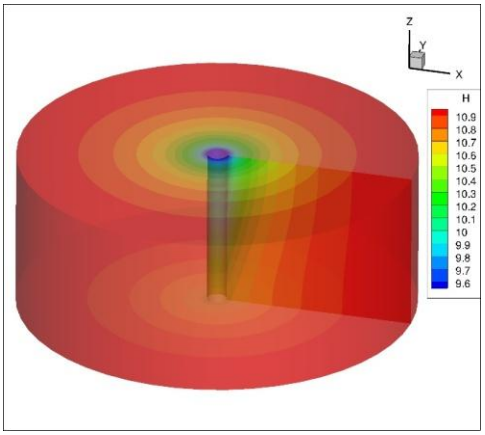


Рисунок 1 – Распределение давления вокруг скважины в 3D

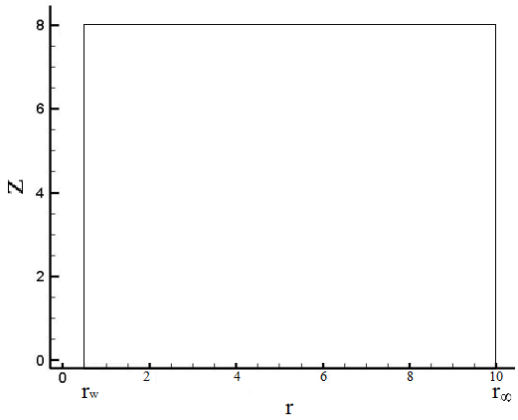


Рисунок 2 – Границы поперечного сечения этой околоскважинной зоны

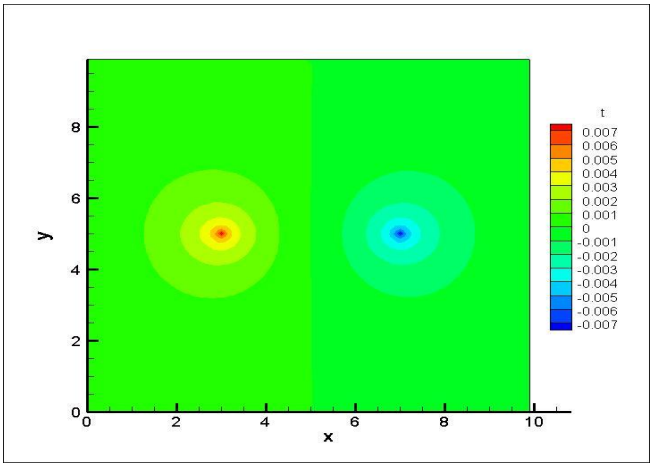


Рисунок 3 – Распределение давления вокруг скважин в 2D

Заключение

В работе представлен литературный обзор по непропорциональному снижению проницаемости для увеличения нефтеотдачи. Предложена новая математическая модель, описывающая динамику течения неизотермических трехфазных несжимаемых несмешивающихся жидкостей (вода-гель-нефть) в пористой среде. Моделирование закачки гелеобразующей композиции описывается в рамках трехфазной фильтрации. Но на данном этапе для проверки предложенной математической модели, рассмотрено течение только однофазной жидкости. Задача решалось численно на языке программирования C++ и результаты были получены программой Tecplot.

Литературы:

1. P. L. J. Zitha, K. G. S. van Os, and K. F. J. Denys, “Adsorption of linear flexible polymers during laminar flow through porous media: effect of concentration,” in Proceedings of the SPE/DOE Improved Oil Recovery Symposium, pp. 19–22, Tulsa, Okla, USA, April 1998, SPE paper no. 39675.

2. A. L. Ogunberu and K. Asghari, “Water permeability reduction under flow-induced polymer adsorption,” in Proceedings of the 5th Canadian International Conference, Alberta, Canada, June 2004, paper no. 2004-236.

3. P. D. Moffitt, “Long-term production results of polymer treatments in producing wells in western Kansas,” Journal of Petroleum Technology, vol. 45, no. 4, pp. 356–362, 1993.

4. A. Zaitoun and N. Kohler, “Two phase flow through porous Media: effect of an Adsorbed Polymer Layer,” in Proceedings of the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Huston, Tex, USA, October 1998, SPE paper no. 18085.

5. M. A. Mohammed, “Investigation of polymer adsorption on rock surface of high saline reservoirs,” in Proceedings of the Saudi Arabia Section Technical Symposium (SPE '08), Alkhobar, Saudi Arebia, May 2008, SPE paper no. 120807.

6. H. T. Dovan and R. D. Hutchins, “New polymer technology for water control in gas wells,” SPE Production and Facilities, vol. 9, no. 4, pp. 280–286, 1994.

7. G. J. Hirasaki and G. A. Pope, “Analysis of factors influencing mobility and adsorption in the flow of polymer solution through porous media,” Society of Petroleum Engineering Journal, vol. 14, no. 4, pp. 337–346, 1974.

8. C. G. Zheng, B. L. Gall, H. W. Gao, A. E. Miller, and R. S. Bryant, “Effects of polymer adsorption and flow behavior on two-phase flow in porous media,” SPE Reservoir Evaluation & Engineering, vol. 3, no. 3, pp. 216–223, 2000.

9. H. H. Al-Sharji, C. A. Grattoni, R. A. Dawe, and R. W. Zimmerman, “Disproportionate permeability reduction due to polymer adsorptrion-entanglement,” in SPE European Formation Damage Conference, The Hague, Netherlands, 2001, SPE Paper no. 68972.

А.Т. Далабаева, Б.Е. Бекбауов

Гельдік композицияларды пайдалана отырып, өндіру ұңғымаларына су ағынын шектеу

Түйіндеме. Бұл мақала резервуардың су басқан жерлерінен өндіріс ұңғымаларына су ағынын оқшаулау мәселесіне арналған. Пропорционалды емес өткізгіштікті азайту туралы әдеби шолу ұсынылды.

Төменде капиллярлық қысымды, гравитациялық әсерді есепке алатын гетерогенді кеуекті орталарда су-гель-мұнайдың үшфазалы изотермиялық емес ағындарын модельдеу үшін математикалық модель ұсынылды. Математикалық модель үшфазалы ағындық теңдеулер жүйесі мен энергия баланстық теңдеулер жүйесі арқылы анықталады. Модель үш сұйықтық массасын сақтаудан алынған әдеттегі теңдеулерден, сондай-ақ Дарси заңдары мен капиллярлық қысымнан тұрады.

Түйін сөздер: суды оқшаулау, гельді құрайтын композиция, сулану, полимерлер, мұнайбергіштікті арттыру әдістері.

A.T. Dalabayeva, B.E. Bekbauov

An isolation of water production in production well by means of application of gel-forming compositions

Abstract. This article is devoted to the question of water inflow isolation in extractive production wells drilled to the flooded layer areas. A literature review on disproportionate permeability reduction for enhanced oil recovery is presented.

Below we propose a mathematical model for modeling immiscible and incompressible three-phase non-isothermal flows of water-gel-oil in heterogeneous porous media, which takes into account capillary pressure, gravitational effects. The mathematical model is defined by a system of three-phase flow equations and energy balance equations. The model consists of the usual equations derived from the conservation of the mass of three liquids, as well as the Darcy laws and capillary pressure.
Keywords: water insulation, gel-forming composition, water cutting, polymers, methods of enhanced oil recovery.

УДК 622.24.25

Д.Н. Деликешева, А.Х. Сыздыков
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ БУРОВОГО РАСТВОРА

Аннотация. *Причиной осложнений и аварий при бурении чаще всего является несоответствие качественных параметров растворов геолого-техническим условиям бурения. Эти параметры измеряются вручную и через длительные интервалы времени. Автоматический мониторинг способствует выявить проблемы раньше, позволяя операторам своевременно устранять дорогостоящие операционные проблемы. В настоящее время проводятся исследования и публикуются попытки автоматизированного мониторинга свойств буровых растворов. В данной работе проводятся обзор и анализ современного состояния автоматизации измерений параметров бурового раствора в мире.*
Ключевые слова: *бурение скважин, параметры буровых растворов, автоматизация измерений, буровой раствор.*

В настоящее время подход к мониторингу параметров бурового раствора на площадке буровой установки состоит в прерывистом отборе проб (обычно это делается 2-4 раза в день). Кроме того, для каждого образца требуется один час или более для полного анализа [1-3]. Эта практика не позволяет быстро обнаруживать изменения характеристик раствора. Соответственно, относительные корректирующие действия могут быть установлены слишком поздно [2]. Причина заключается в известной сложности и длительности процедуры ручных замеров. При таком режиме опасность осложнений из-за несоответствия качества раствора изменившейся геологической обстановке всегда присутствует. Считается, что в среднем на ликвидацию осложнений и аварий уходит порядка 10 % средств, расходуемых на строительство скважин [4].

Большинство проблем, возникающих при бурении, можно отнести к неоптимальным свойствам бурового раствора. Хотя стоимость самого бурового раствора относительно мала по сравнению с общей стоимостью бурения, затраты из-за проблем, возникающих при использовании ненадлежащего бурового раствора, могут быть чрезвычайно дорогими [5].

В работе [1] приводятся примеры аварий, вызванных запоздалой информацией о характеристике раствора: Пример 1. Скважина была завершена на 70 дней позднее намеченного срока. Пример 2. Кроме потери времени на ликвидацию аварии, имело место вынужденное уменьшение конечного диаметра с 8 ½ до 5 ¾ дюйма с соответствующим снижением ожидаемой производительности скважины.

В работе [6] приводится анализ осложнений при бурении скважин, где из-за несвоевременной информации о параметрах бурового раствора имели место быть прихваты бурового инструмента, в следствии при проведении работ по ликвидации прихвата получили обрыв бурильной колонны, скважина была законсервирована.

В настоящее время мировыми учеными проводятся исследования по автоматизации

измерения свойств буровых растворов и целью этой работы является обзор и анализ современного состояния исследований и разработок, направленные на автоматизацию измерений параметров бурового раствора.

Непрерывные автоматические измерения позволяют прогнозировать гидравлическое давление почти мгновенно, что способствует более точному контролю давления. Кроме того, постоянный мониторинг позволяет выявлять проблемы раньше, позволяя операторам своевременно устранять дорогостоящие операционные проблемы [7].

В работах [8-9] описывается комплексная система для измерения нескольких параметров бурового раствора, включающая вязкость, плотность, потерю жидкости, электрическую стабильность и химические свойства, такие как pH. Для измерения вязкости буровой жидкости авторы использовали вискозиметр Куэтта. Для измерения плотности предлагается использовать массовый расходомер Кориолиса, способный измерять также и плотность. Однако указывается, что на его работу отрицательно воздействуют изменения вязкости жидкости и ее температуры, а также наличие в ней твердой фазы, особенно содержащей частицы крупного размера, а также пузырей газа. Хотя в этой системе описывается возможность измерения большинства параметров буровых растворов, не было никаких сравнений между автоматизированными данными и данными, получаемыми стандартными ручными измерителями.

Авторы статьи [10] разработали измеритель плотности и вязкости. Оба измерения были сделаны в одном аппарате. Авторы сравнивали непрерывные измерения непосредственно с автономными измерениями, полученными на стандартных ручных устройствах. Их результаты показали согласие, а также разногласия в течение определенных периодов испытания. Основные причины, которые привели к расхождению между данными, не были полностью указаны, но было высказано предположение, что различия могут заключаться в геометрии и поперечных силах, которые существовали в онлайн-среде. Авторы также использовали метод Куэтта для измерения реологического поведения буровых растворов.

В работах [11-12] описываются отдельные блоки, которые можно установить в циркуляционной системе для автоматического измерения плотности с применением расходомера Кориолиса, измерения реологических параметров основанной на реометре Куэтта, позволяющий осуществлять измерение при температурах от 0º до 150º С, измерения электрической стабильности буровых растворов на нефтяной основе, измерение содержания и гранулометрического состава бурового шлама в растворе.

В трудах [13-14] предлагается способ измерения плотности бурового раствора. Сущность его заключается в том, что в стояке нагнетательной линии (ее вертикальном участке) устанавливаются два манометра: у “подножья” стояка и на его верхнем конце. Авторы указывают на то обстоятельство, что при известном интервале высот, разность нижнего и верхнего давлений характеризует плотность раствора. Это справедливо, только при остановке циркуляции. При движении жидкости из этой разности необходимо вычесть потери на вязкое трение жидкости. Последние предлагается рассчитывать теоретически, с учетом известных расхода жидкости и ее вязкости. Но для этого необходимо иметь расходомер, а также вискозиметр непрерывного действия. Существующие вискозиметры применяются только для единичных замеров. Поскольку при бурении расход и вязкость могут варьировать в широких пределах, задача непрерывного мониторинга плотности в ходе углубки становится трудно разрешимой.

В настоящих работах [15-16] представлены результаты различных автоматических измерений свойств бурового раствора, таких как плотность, электрическая стабильность, электропроводность, реология и концентрация взвешенных твердых частиц. Плотность определяли с помощью устройства Кориолиса. Реологические параметры были исследованы вискозиметрами: первый – модифицированный стандартный вискозиметр Куэтта с шестью скоростями, измененный путем замены двигателя постоянного тока на бесщеточный серводвигатель переменного тока. Замена двигателя также позволяет измерять скорость двигателя (об / мин) в режиме реального времени, второй – трубный вискозиметр. Трубный

вискозиметр создает напряжение сдвига по перепаду давления.

Авторами [17] представлен метод определения реологических параметров бурового раствора в режиме реального времени с использованием данных с забойных датчиков. Сама скважина используется в качестве эквивалента трубного вискозиметра, при этом измерения давления проводятся по ее длине с использованием датчиков, расположенных в стратегических положениях бурильной колонны. Авторы в лабораторных условиях для определения реологических параметров применили эквивалентную модель трубы. С использованием расходомера Кориолиса также автоматически получили данные о плотности буровой жидкости в циркуляционной системе.

В работах [18-19] для непрерывного автоматического измерения реологических параметров бурового раствора используется трубный вискозиметр с контрольно-измерительными приборами для измерения расхода и потери давления. Предлагается два варианта расположения данного устройства на буровой площадке: первый – после главного бурового насоса до стояка, второй – после всех очистительных устройств. Далее данные передаются на компьютерный анализ, где выводятся истинные значения реологических параметров.

Исследования, приведенные в работе [20] описывают блок для автоматического измерения плотности и вязкости бурового раствора. Для измерения вязкости использовалась конструкция вискозиметра Куэтта. Для исследования плотности использовалось оборудования на основе расходомера Кориолиса, как и в предыдущих работах.

В исследовании [1] приводятся два разных инструмента для автоматического измерения плотности и вязкости буровых растворов и автоматического анализа гранулометрического состава шлама. Первый инструмент работает путем мониторинга стоячей волны, создаваемыми вибрирующими зубьями вилки, пересеченными потоком буровой жидкости, и, начиная с ее частоты и амплитуды, вычисляет плотность и вязкость. Однако, в работе не указываются сравнение автоматизированных данных с данными, полученными с помощью стандартных приборов, также говорится о необходимости очистки инструментов после каждой сессии замеров.

Согласно анализу существующих исследований, можно сделать выводы, что в основном, важные параметры буровых растворов, такие как плотность и вязкость измеряются с применением расходомера Кориолиса и разными модификациями вискозиметра Куэтта или трубными вискозиметрами соответственно, которые несмотря на индивидуальные преимущества сложны в исполнении, дороги в цене и не нашли широкое применение на буровой площадке. Рассмотренные способы и средства для автоматического измерения параметров бурового раствора не позволяют точно, быстро, и просто определить показатели качества промывочной жидкости. Поэтому целью дальнейших исследований авторов является разработка надежных и недорогих устройств, позволяющие в промысловых условиях достоверно и с легкостью осуществить измерения.

Литературы:

1. Spelta, A., Ciuca, A., Minelli, M., & Parrozza, F. (2017, May 10). Real Time Mud Monitoring System Improves Drilling Efficiencies. Offshore Mediterranean Conference.

2. Gray, George Robert. Composition and properties of drilling and completion fluids. Previous ed. published under title; Composition and properties of oil well drilling fluids. Includes bibliographical references and index. Houston. : Gulf Publishing Company – 1988, 654 p.

3. Справочник бурового мастера. Москва: “Инфра Инженерия” 2006 т.1 с. 358 – 418

4. Пустовойтенко И.П., Селиващук А.П. Руководство мастера по сложным работам в бурении. М.: Недра, 1983 с. 74 – 82

5. Mitchell R. F., and Miska, S. Z. 2011. Fundamentals of Drilling Engineering. Society of Petroleum Engineers.

6. Авторский надзор за реализацией уточненной технологической схемы разработки нефтяных залежей месторождения Чинаревское, Договор № 440/64, АО “НИПИнефтегаз”, г.Актау/г.Уральск, 2015 г.

7. Oort, E. V. and Brady, K., Case-Based Reasoning System Predicts Twist-off in Louisiana Well Based on Mideast Analog. Special Focus – Drilling Technology (2011).

8. Saasen, A., Omland, T. H., Ekrene, S., Breviere, J., Villard, E., Kaageson-Loe, N., Meeten, G. (2008, January 1). Automatic Measurement of Drilling Fluid and Drill Cuttings Properties. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/112687-MS

9. Saasen, A., Omland, T. H., Ekrene, S., Brévière, J., Villard, E., Kaageson-Loe, N., Meeten, G. (2009, December 1). Automatic Measurement of Drilling Fluid and Drill-Cuttings Properties. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/112687-PA

10. Broussard, S., Gonzalez, P., Murphy, R. J., & Marvel, C. (2010, January 1). Making Real Time Fluid Decisions with Real Time Fluid Data at the Rig Site: Results of Automated Drilling Fluid Measurement Field Trials. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/137999-MS

11. Ronaes, E., Fossdal, T. H., & Stock, T. (2012, January 1). Real-Time Drilling Fluid Monitoring and Analysis - Adding to Integrated Drilling Operations. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/151459-MS

12. Stock, T., Ronaes, E., Fossdal, T. H., & Bjerkas, J. (2012, January 1). The Development and Successful Application of an Automated Real-Time Drilling Fluids Measurement System. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/150439-MS

13. Carlsen, L. A. and Nygaard, G., Utilizing Instrumented Stand Pipe for Monitoring Drilling Fluid Dynamics for Improving Automated Drilling Operations. Proceedings of the 2012 IFAC Workshop on Automatic Control in Offshore Oil and Gas Production, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway (2012).

14. Carlsen, L. A., Rolland, N. L., Nygaard, G., & Time, R. W. (2013, January 7). Simultaneous Continuous Monitoring of the Drilling-Fluid Friction Factor and Density. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/163101-PA

15. S. da C. Magalhães Filho, M. Folsta, E. V. N. Noronha, C. M. Scheid and L. A. Calçada, Study of continuous rheological measurements in drilling fluids. Brazilian Journal of Chemical Engineering. Vol. 34, No. 03, pp. 775 – 788, July – September, 2017. dx.doi.org/10.1590/0104-6632.20170343s20150490.

16. Magalhaes, S., Scheid, C. M., Calcada, L. A., Folsta, M., Martins, A. L., & Marques deSa, C. H. (2014, March 4). Development of On-Line Sensors for Automated Measurement of Drilling Fluid Properties. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/167978-MS

17. Vajargah, A. K., & Oort, E. van. (2015, March 17). Automated Drilling Fluid Rheology Characterization with Downhole Pressure Sensor Data. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/173085-MS

18. Vajargah., K. and van Oort., E., Determination of drilling fluid rheology under downhole conditions by using real-time distributed pressure data. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 24, 400 – 411 (2015).

19. Vajargah, A. K., Sullivan, G., & Oort, E. van. (2016, September 14). Automated Fluid Rheology and ECD Management. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/180331-MS

20. Dotson, A., Mahajan, L., Kulkarni, S. D., Landry, A., & Eiland, E. (2017, June 1). Improvements in Automated Continuous Measurement of Drilling Fluid Properties. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/188022-MS

Деликешева Д.Н., Сыздыков А.Х.

Бұрғылау ерітіндісінің параметрлерін өлшеуді автоматтандырудың қазіргі жағдайы

Аннотация. Бұрғылау кезіндегі асқынулар мен апаттардың себебі көп жағдайда ерітінділердің сапалық параметрлері мен бұрғылаудың геологиялық-техникалық жағдайлары арасындағы сәйкессіздік болып табылады. Бұл параметрлер қолмен және ұзақ уақыт аралығымен өлшенеді. Автоматты мониторинг бұрынғы проблемаларды анықтауға, операторлар қымбат операциялық мәселелерді тез жоюға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта бұрғылау ерітінділерінің қасиеттерін автоматты түрде өлшеу жөнінде көптеген зерттеулер жүргізілуде. Бұл мақалада әлемдегі бұрғылау сұйықтығының параметрлерін өлшеуді автоматтандырудың ағымдағы

жағдайы қарастырылып, талданады.

Түйін сөздер: ұңғымаларды бұрғылау, бұрғылау ерітінділер параметрлері, өлшеуді автоматтандыру, бұрғылау ерітінділері.

Delikesheva D.N., Syzdykov A.Kh.

Current state of automation of drilling fluid parameters measurement

Abstract. The cause of complications and accidents during drilling is most often the discrepancy between the quality parameters of the drilling mud and the geological and technical conditions of drilling. These parameters are measured manually and over long time intervals. Automatic monitoring helps to identify problems earlier, allowing operators to promptly eliminate costly operational problems. Currently, world scientists are conducting many studies and published attempts automatically measuring the properties of drilling fluids. This paper reviews and analyzes the current state of automation of measurement of drilling fluid parameters in the world.

Key words: well drilling, drilling mud parameters, measurement automation, drilling mud.

УДК 621.644

Е.К. Джексенбаев [1], Л.В. Воронина [2], Н.К. Джексенбаев [3]

[1]канд. тех. наук, доцент, Центрально Азиатский университет, Казахстан, г. Алматы.,
[2] док. тех. наук, профессор, Центрально Азиатский университет, Казахстан, г. Алматы.,
[3] канд. тех. наук, ассистент профессора, Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы.
nurbolat.k79@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОТУРБУЛЕНТНЫХ ПРИСАДОК В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ

Аннотация. *Для увеличение наращивание объемов транспортировки нефти необходимо применение интенсивных технологических приемов, которые позволят оперативно и эффективно решить проблему повышение пропускной способности нефтепроводов.*

Для этого использовали противотурбулентные присадки, что позволило обеспечить увеличение объема транспортировки нефти и поступление дополнительный тарифной выручки для всех сторон.

Ключевые слова*: нефтепроводные системы, нефть, трубопроводы, противотурбулентные присадки, нефтепроводы.*

За последнее десятилетие Казахстан осуществил значительное количество проектов по строительству и введению в эксплуатацию нефтепроводных систем, и в этом отношений стал лидером среди стран Евразийского пространство протяженность сети нефтепроводов составляет почти 7 тысяч километров, по которому в год прокачивается порядке 70 миллионов нефти.

В числе самых важных проектов, реализованных за это время акционерным обществом «Каз ТрансОйл», крупнейшим трубопроводным собственником и монополистом в сфере услуг по транспортировки нефти трубопроводным транспортом на территории Республики Казахстан -возведение и ввод в эксплуатацию нефтепроводов Кенкияк - Атырау, Алибекмола - Кенкияк, Северные Бузачи - Каражанбас, Атасу - Алашанькоу, порта Актау, ряда железнодорожных и наливных терминалов нефти по нефтепроводу Атырау - Самара.

В связи с увеличением объема добычи нефти на месторождениях Западного Казахстана встает проблема наращивание объемов ее транспортировки, в том числе по нефтепроводу Атырау-Самара. Проблема транспортировки дополнительных объемов нефти по нефтепроводу Атырау-Самара обусловлена его ограниченной проектной пропускной способности 10-10,5млн. т/г.

Ограничение является следствием ряда объективных причин - понижением уровнем предельно допустимых рабочих давлений, обусловленным внутритрубным износом и старением металла линейной части нефтепровода, несоответствием установленного

оборудования, прогнозируемым дополнительным объемов вовлекаемой в перекачку нефти, широким разбросом физико-химических свойств смеси нефти в процессе эксплуатаций и т. д.

Поэтому необходимо применение интенсивных технологических приемов транспортировки нефти, которые позволят оперативно и эффективно решить проблему пропускной способности нефтепроводов

Изучив различные и учитывая мировой опыт по успешному применению технологии противотурбулентных присадок для увеличения пропускной способности магистральных нефтепроводов, было определено, что использование противотурбулентных присадок на нефтепроводах увеличит их пропускную способность.

Применение противотурбулентных присадок (ПТП) направлено на увеличение пропускной способности нефтепровода при заданном ресурсе давление на лимитирующих участках, что позволяет увеличить экспортное возможности нефтепроводов.

Технологический процесс (ТП) перекачки нефти с применением ПТП заключается в непрерывном вводе небольшого количество специальной высокомолекулярной полимерной присадки во внутреннюю полость магистрального нефтепровода в одной или нескольких точках на лимитирующих участках с целью увеличение пропускной способности нефтепровода. Применение ПТП является эффективным только для турбулентных режимов течение.

Основным регулируемым технологическим параметром является объемная концентрация ПТП в нефти, от которой зависит величина снижение коэффициента гидравлического сопротивление и увеличение пропускной способности нефтепровода.

В настоящее время для снижения гидравлического сопротивление турбулентного потока нефти и нефтепроводов используют две товарные формы противотурбулентных присадок:

– гелеобразную форму, при которой высокомолекулярный полимер растворен в углеводородном растворители, например, керосин, бензин и т.д.

– суспензионную форму, при которой гидравлически активная часть присадки находится в виде суспензии в воде или углеводороде, такая товарная форма позволяет получать добавки с большим содержанием гидравлически активного полимера, чем в гелеобразной форме, что позволяет уменьшить транспортные издержки.

Максимальный эффект снижение гидравлического сопротивление наблюдается не сразу после начало ввода ПТП в поток, а только после того, как нефть, содержащая ее, заполнить весь трубопровод. При прекращении ввода присадки в поток происходит восстановление первоначального гидравлического сопротивление по мере того, как жидкость, содержащая присадку, покинет трубопровод.

Присадка разрушается частично при прохождении байпасов, обратных клапанов, расходометров, узлов отбора проб, манифольд и полностью магистральных насосах и печах для подогрева нефти. Поэтому на лимитирующих участках она может вводиться только после работающих печей подогрева нефти и магистральных насосов.

Таким образом, определено, что применение противотурбулентных присадок может обеспечит увеличение объема транспортировки и поступление дополнительной тарифной выручки для всех сторон.

Литературы:

1. Белоусов Ю.П. Противотурбулентные присадки для углеродных жидкостей – Новосибирск: Наука,1986-143стр.

2. Седов Л.И., Васецкая Н.Г., Иоселеви В.А., Пилипенко В. О снижении гидродинамического сопротивление добавками полимеров. В кн.: Механика турбулентных потоков – М.: Наука ,1980-стр. 7-28.

3. Ионнесян Р.А. Основы теории и техники турбинного бурения. М.-Л, 1953г. стр. 10-15.

4. Седов Л.И., Иоселевич В.А., Пилипенко В.Н. Снижении гидродинамического сопротивления добавками полимеров. В кн.: Механика турбулентных потоков. - М.: Наука, 1980- стр. 7-28.

5. РД 153-39-026-97 требования к химпродуктам, обеспечивающим безопасные применение их в нефтяной отрасли. М.: Минтопэнерго РФ,1997.

Е.К.Джексенбаев, Л.В.Воронина, Н.К.Джексенбаев

Мұнай айдау технологиялық процесінде турбулентке қарсы қоспаларды қолданудың тиімділігі

Аңдатпа. Турбулентке қарсы присадкаларды (ТҚП) қолдану мұнай құбырларының экспорттық мүмкіндігін арттыруға мүмкіндік беретін шектеулі учаскелердегі қысым берілген ресурста мұнай құбырының өткізу қабілетін арттыруға бағытталған. ТҚП қолдана отырып мұнай айдау технологиялық процесі (ТП) мұнай құбырының өткізу қабілетін арттыру мақсатында лимиттеуші учаскелерде бір немесе бірнеше нүктелерде магистральды мұнай құбырының ішкі қуысына арнайы жоғары молекулалы полимерлік қоспаның шағын мөлшерін үздіксіз енгізуден тұрады.

Кілт сөздер: Мұнай құбыры жүйелері, мұнай, құбырлар, турбулентке қарсы қоспалар, мұнай құбырлары.

E.K. Dzheksenbaev, L.V. Voronin, N.K. Jeckenbayev

Efficiency of application of anti-turbulent additives in the technological process of oil transfer

Annotation. To increase the increase in the volume of oil transportation, it is necessary to use intensive technological methods that will quickly and effectively solve the problem of increasing the capacity of oil pipelines.

For this purpose, anti-turbulent additives were used, which allowed for an increase in the volume of oil transportation and the receipt of additional tariff revenue for all parties.

Keywords: oil pipeline systems, oil, pipelines, anti-turbulent additives, oil pipelines.

УДК 621.644

Н.К. Джексенбаев[1], Э.Р. Рахманова[2], С.С. Казыбаева[3]

[1]Қ.Сатпаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, т.ғ.к., профессор ассистенті Қазақстан, Алматы қ.

[2]Алматы қаласының Инновациялық техникалық колледжі, оқытушы, Қазақстан, Алматы қ.

[3]Қ.Сатпаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, лектор, Қазақстан, Алматы қ.

nurbolat.k79@mail.ru

ТІЗБЕКТІ АЙДАУ КЕЗІНДЕГІ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІ ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ СЕБЕПТЕРІ

Аңдатпа. *Мұнай өнімдерін тізбекті түрде айдаудың басты қасиеті, бұл көптеген мотор жанар-жағар майлар түрлерін бір құбырдың көмегімен және оның жеткілікті түрде толық толтырылған күйінде жеткізуді ұйымдастыруға мүмкіндік беру. Тізбекті айдау атауы ығыстырушы және ығысатын мұнай өнімдері бір-бірімен тікелей байланысатын болғандықтан туындайды. Құбыр қимасында сұйық жылдамдықтарының біркелкі болмауы және турбулентті араласу мұнай өнімінің байланысу аймағындағы қоспаның пайда болуына әсер етеді.*

Түйін сөздер. *Мұнай өнімдері, сына, турбулентті, концентрация, конвекция, қоспа.*

Мұнай өнімдерін тізбекті түрде айдаудың басты қасиеті, бұл көптеген мотор жанар-жағар майлар түрлерін бір құбырдың көмегімен және оның жеткілікті түрде толық толтырылған күйінде жеткізуді ұйымдастыруға мүмкіндік беру. Дегенмен, тізбектей айдаудың барлық жақсы жақтарымен қоса кемшіліктері де бар. Бұл құбыр желісінде өзара ығысу кезінде кейбір мұнай өнімдерінің қоспасынның қалыптасуы.

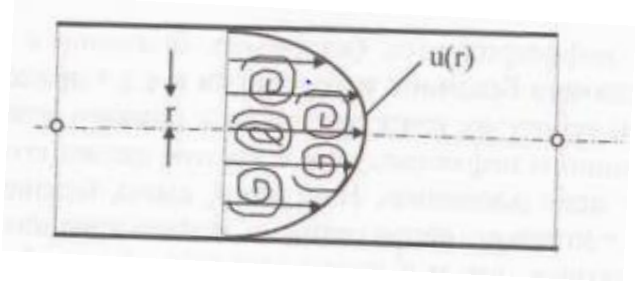
Тізбекті айдау атауы ығыстырушы және ығысатын мұнай өнімдері бір-бірімен тікелей байланысатын болғандықтан туындайды. Сондықтан тасымалданатын сұйықтықтардың бір-бірімен араласу қауіпі бар. Бұл негізделген қауіп - мұнай өнімі тізбектегі басқа мұнай өнімін

жылжыта отырып, байланысқан жерінде қоспа түзеді және оның көлемі құбырдың басынан бастап оның соңына дейін жылжу кезінде үнемі артады. Тізбектей қозғалатын мұнай өнімдерінің байланысу нүктелерінде қоспаның пайда болуы бұл технологияның негізгі және басты кемшілігі болып табылады.

Бірдей атаудағы мұнай өнімдерін араластыру (мысалы, түрлі маркалардағы бензин немесе әртүрлі брендтердің дизель отыны) мұнай өнімдерінің сапасына аз-кем қауіп-қатер тудырады, немесе бір топқа жататын мұнай өнімдері әртүрлі топтарға жататын мұнай өнімдеріне қарағанда бір-бірімен үйлесімді. Дегенмен, әр түрлі атаудағы мұнай өнімдерін араластыру (мысалы, бензин мен дизельді отын, бензин және керосин) олардың сапасына елеулі қатер төндіреді - кейбір жағдайларда тіпті бір мұнай өнімінің аз мөлшердегі қоспасының өзі оны пайдалану үшін жарамсыз етеді. Мысалы, дизельдік отынмен бензин қоспасы карбюраторда да, дизельді қозғалтқыштарда да жарамайды. Бензин мен керосин немесе дизель отынын керосинмен араластыру туралы да айтуға болады.

Әрине, құбырда сұйықтық ағынымен бірге қозғала отырып, айдалатын мұнай өнімдерін ажыратын қандай да бір механикалық бөлгіштерді - қатты немесе икемді поршендер, сұйық немесе жартылай сұйық бөлгіш тығындар және т.б. қолдануға неге болмайды деп сұрауға болады. Дегенмен, бұл өте қарапайым идея елеулі технологиялық қиындықтарға қарсы келеді, оның бастысы - сепараторлар мен құбырдағы сұйықтықтың синхронды қозғалысын қамтамасыз етудің мүмкін еместігі.

Қоспаның пайда болу механизмі. Сорылған мұнай өнімдерінің біреуін екіншісімен ығыстыру кезінде байланысу аймағында қалыптасатын қоспасы құбырдағы сұйықтық ағымымен жүретін физикалық процестерге байланысты. Егер байланысқан мұнай өнімдері бір-бірін аралары жазық шекаралы бөлінген қатты стержень сияқты ығысса, онда олардың байланыс аймағына араласуы әрине болмайды. Бір мұнай өнімнің басқа бір мұнай өніміне молекулалық диффузиясы саналмайды – байқалатындай емес, ол тым аз. Дегенмен, мұнай өнімдері қатты стержень болып табылмайды және олардың бірінің екіншісіне ығысуы құбыр бөлімі бойынша біркелкі болмайды: құбыр бөлігінің әр түрлі нүктелеріндегі жұмыс жылдамдығы бірдей емес, сурет 1. Олар құбырлар қабырғаларында нөлге тең, ал осьтегі максималды мәнге жетеді, сондықтан бір мұнай өнімінің екіншісіне ауысуы құбырдың ішкі бөлігінен гөрі ортасында интенсивті түрде өтеді.



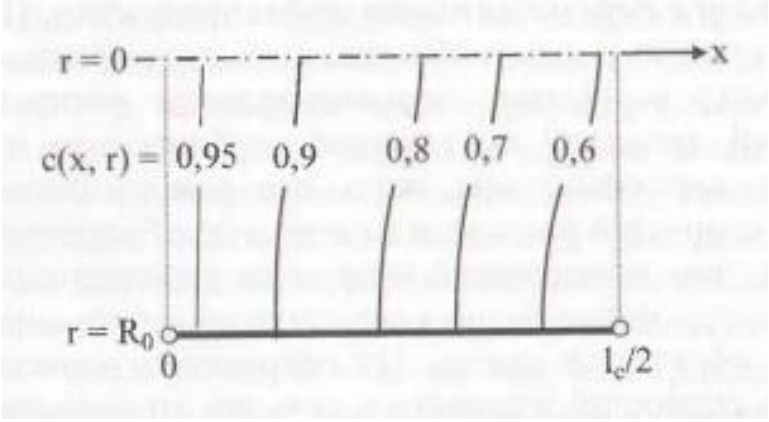
Сурет 1 - Мұнай өнімдерінің жанасу аймағындағы қоспаның қалыптасу схемасы

Әрбір мұнай өнімінің артында келе жатқан сына сұйықтыққа енгізіледі және u(r) орташа жылдамдықтағы профильдің неғұрлым қарқындылығы ось бойымен ұзартылған. Конвекция (немесе конвективтік диффузия) - бұл бір мұнай өнімдерінің қоспасы, бір-бірімен салыстырмалы сұйық қабаттармен бірге.

Алайда мұнай құбырының қимасы бойынша орташаланған сұйықтықтың жылдамдығын біркелкі бөлу мұнай өнімдерін араластыруға жауапты жалғыз себеп емес; турбулентті диффузия - араласу кезінде тағы бір маңызды фактор. Әдетте, жеңіл мұнай өнімдері турбулентті режимде сорылып, сұйық бөлшектер оның қабырғаларына параллель емес құбырларда қозғалады, алайда түтін ағындарынан байқалатын хаостық турбулентті қозғалыстар жасалады. Турбулентті ағындарда сұйықтықтың әр түрлі бөлшектерінің қарқынды араластыруы жылдамдықтың пульсациясынан және жеке бөлшектердің кездейсоқ қозғалыстарынан туындаған құбырдың қимасында өтеді. Сондықтан турбулентті диффузия,

атап айтқанда бұл сынаның бұрынғы сұйықтыққа қосылған сұйықтықты араластыра отырып, әр бөлімде мұнай өнімдерінің біркелкі бөлінуін қамтамасыз ететін процесс .

Дегенмен, мұнай өнімдерінің әрқайсысының концентрациясы мұнай құбырының қимасында шоғырлануы тұрақты мәнге жақын болса да, әлі де тұрақты емес. Ығыстырушы мұнай өнімдері үшін құбырдың осінде әрдайым үлкен, ал қабырғаларында төмен, ығысушы үшін құбырдың осінде қабырғаларынан гөрі әрқашан аз болады. 2-суретте ығыстырушы сұйықтардың концентрациясының бөлу c(x, r/R_0) қисықтары көрсетілген, сұйықтықты өлшемсіз арақашықтық r/R_0 құбыр осіне дейін (R_0- құбыр радиусы) қоспа аймағының түрлі қимадағы x lc ұзындығы бойымен ($0 \le x \le lc/2$). Аталған қисықтар, ығыстырушы екі өзара ерітілген сұйықтықты проф. В.А. Юфин тәжірибесінде алынған (NaOH және H_2O).



Сурет 2 - Құбырдың көлденең қима ауданындағы ығыстырушы мұнай өнімдері концентрациясының таралуы (Re=45000)

Ығыстырушы мұнай өнімдерінің ось маңындағы концентрациясы құбыр қабырғаларына қарағанда жоғары болғандықтан, ығыстырушы мұнай өнімінің көп мөлшері кері бағытта қарағанда алдыңғы бағыт алға қарай ығысады. Осылайша, қоспаның ұзындығы мен көлемі тұрақты өсуін қамтамасыз ететін жаппай алмасулар орын алады. Мәселен, ығыстырушы және ығысушы мұнай өнімдерінің араласу процесі келесі схемамен жүреді: мұнай өнімінің артында келе жатқан сына алдында келе жатқан мұнай өніміне енгізіледі, ал турбулентті диффузия процесі құбыр бөлігінде енгізілген қоспаны араластырады. Сонымен қатар мұнай өнімін ығыстыратын ауданда ығысушы мұнай өнімін алға ауыстыру тұрақты түрде және керісінше – мұнай өнімін ығыстырушы ауданға ығысушы мұнай өнімінің кері ауысуы болады.

Конвективтік және турбулентті араластыру процестері бр-бірінен ажыратылмайды. Олар ығыстыру барысында тұрақты және бір келкі жұмыс істейді, қоспа аймағының ұзындығы мен көлемі бойынша бойлық араласудың қарқындылығын анықтайды.

Мұнай өнімдерінің бойлық араласу қарқынын анықтайтын негізгі фактор. Құбыр қимасында сұйық жылдамдықтарының біркелкі болмауы және турбулентті араласу мұнай өнімінің байланысу аймағындағы қоспаның пайда болуына әсер етеді, құбырдың көлденең қимасындағы сұйықтықтың орташаланған жылдамдығының профилі тегіс, араласуы қарқынды болған сайын, ығыстыру процессі толық жүреді және қоспа аз пайда болады. Гидравликадан белгілі, құбырдың көлденең қимасында сұйықтықтың жылдамдық профилі тегіс (біркелкі) болса, турбуленттілік неғұрлым дамыған болса, соғұрлым айдау қарқынды болады. Айдау жылдамдығы жоғары болған сайын, жылдамдық профилі жазық болады, сонымен қатар мұнай өнімін ығыстыру жүйесі толық жүреді. Сонымен қатар, турбулентті араласу қарқыны Рейнольдс саны артқан сайын артады, құбыр қимасындағы әрбір мұнай өнімдері концентрациясы біркелкі болуына әсер етеді және қоспа пайда болуын төмендетеді.

Осылайша, қоспаның пайда болу қарқынын анықтайтын негізгі факторлардың бірі - мұнай өнімдерінің ағымы. Бұл тұрғыда турбулентті айдау режимі ламинарлыдан әлдеқайда жақсы: төмен жылдамдықта мұнай өнімдерін айдаған кезде қоспа жоғары жылдамдықта айдағанға қарағанда әлдеқайда көп қалыптасады.

Әдебиеттер:

1. М.В.Лурье Теоретические основы рубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. -М.: Недра, 2017.

2. Ишмухаметов И.Т., Исаев С.Л., Лурье М.В., Макаров С.П. Трубопроводный транспорт нефтепродуктов. -М.: Нефть и газ, 1999.

3. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. и др. Трубопрводный транспорт нефти и газа. -М.: Недра, 1988.

Н.К.Джексенбаев. Э.Р.Рахманова. С.С.Казыбаева

Физические причины перемешивания нефтепродуктов при последовательной перекачке

Аннотация. Последовательная перекачка получила свое название из-за того, что вытесняемый и вытесняющий нефтепродукты непросредственно контактируют друг с другом. Поэтому возникает опасение, что транспортируемые жидкости перемешаются друг с другом. Опасение это более чем обосновано – при вытеснении одного нефтепродукта другим в местах контакта последовательно движущихся нефтепродуктов образуются смесь, причем ее количество от начала трубопровода к его концу постоянно увеличивается. Это является основным и главным недостатком этой технологии.

Ключевые слова: Нефтепродукты, клин, турбулентный, концентрация, конвекция, смесь.

УДК 621.644

Н.К. Джексенбаев[1], Е.К. Джексенбаев[2], Э.Р. Рахманова[3]

[1]Қ.Сатпаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, т.ғ.к., профессор ассистенті, Қазақстан, Алматы қ.

[2]Орталық Азия университеті, т.ғ.к., доцент, Қазақстан, Алматы қ.

[3]Алматы қаласының Инновациялық техникалық колледжі, оқытушы, Қазақстан, Алматы қ.

nurbolat.k79@mail.ru

МҰНАЙ ЖӘНЕ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІН ҚҰБЫРДА АЙДАУДЫ ТОҚТАТҚАН КЕЗДЕГІ ҚОСПАНЫҢ ТҮЗІЛУІМЕН КҮРЕСУ

Андатпа. *Айдау тоқтағанда, турбуленттік процестердің тегістеу әсері жоғалады, ал басқа факторлар алға қойылады. Егер қоспа аймағының ұзындығы құбыр профилінің жоғарғы және төменгі сегменттер ұзақтығынан артық болса, онда тоқтау қоспа көлеміне әсер етпейді. Керісінше, егер құбырдың профилі ұзаққа созылған түсулер мен көтерілімдермен толықтырылса, онда қоспа аумағындағы тоқтатылулар оның көлемі артуына себеп болуы мүмкін.*

Кілт сөздер: *Мұнай өнімдері, сегменттер, ауырлық күші, концентрация, айдау станциясы, құбыр профилі.*

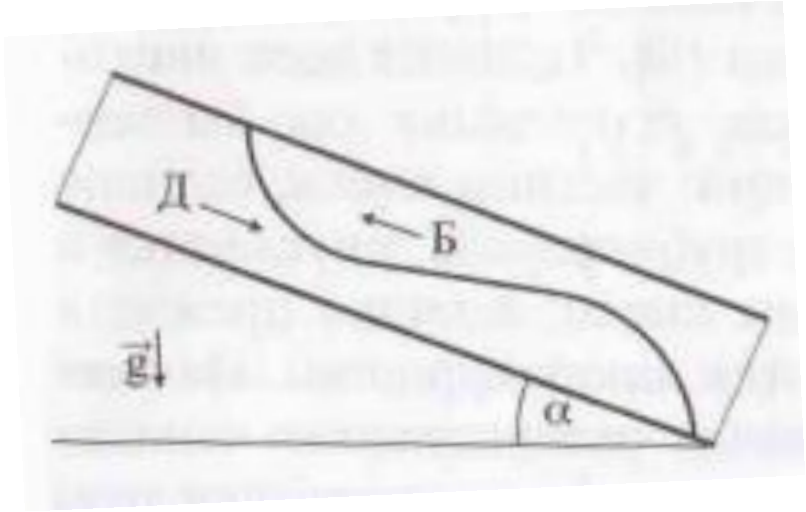
Шын мәнінде, бұл режимде нақты мұнай өнімдері құбыры жұмыс істемейді. Құбыр желісі мен айдау станцияларын апаттық немесе профилактикалық жөндеу жұмыстарына, мұнай өнімдері ресурстарының жетіспеушілігін тудыратын тоқтатуларға және т.б. байланысты жоспарланған тоқтатулар болады. Сонымен қатар, пайдалану кезінің белгілі бір кезеңдерінде айдауды тоқтату жұмыс уақытының өте маңызды бөлігі болуы мүмкін.

Тоқтаусыз режимде мұнай өнімдерін айдау кезінде байланысатын мұнай өнімдерінің тығыздықтарының айырмашылығы түзілетін қоспаның көлеміне әсер етпейді. Дамыған турбулентті режимде турбулентті пульсацияның біркелкі болуы үлкен рөл атқарады. Құбыр қимасындағы байланысқан мұнай өнімдерінің араласуы толық және біркелкі болады. Егер сұйықтың ағу жылдамдығы төмендесе, олардың тығыздықтарының өзгешелігі қоспа

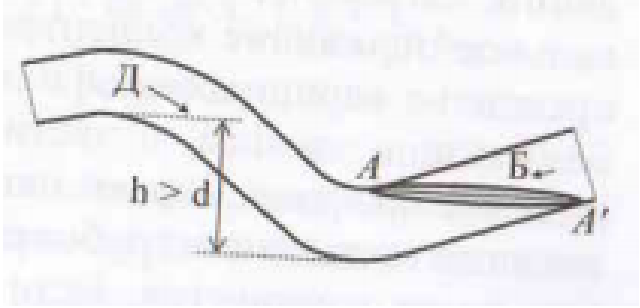
көлемінің көбеюіне әкеледі, ал айдау толық тоқтаған жағдайда, бұл өзгешелік қоспа түзілуде маңызды рөл атқарады.

Айдау тоқтағанда, турбуленттік процестердің тегістеу әсері жоғалады, ал басқа факторлар алға қойылады. Олардың ішіндегі ең бастысы мұнай өнімдерінің тығыздық айырмашылығына байланысты, ауырлық күші әсерінен мұнай өнімінің гравитациялық таралуы, 1-сурет.

Ауыр мұнай өнімдері (мысалы, дизель отыны-Д), егер ол жеңілірекке (мысалы, бензин-Б) қарағанда жоғарырақ болса, төменгі қалыптастыру құбырынан аға бастайды, ал жеңіл мұнай өнімі құбырдың жоғарғы бөлігіне қарай көтеріледі. Сонымен бірге гравитациялық таралу жылдамдығы өте жоғары, ол 0,5-0,7 м болуы мүмкін, сондықтан 10-15 сағат тоқтағанда мұнай өнімдері 10 км немесе одан да көп қашықтыққа дейін бір-біріне ене алады. Әрине, бір-біріне енген мұнай өнімдерін ары қарай айдағаннан кейін араласып кетеді. Мұндай араласудың көлемі өте маңызды болуы мүмкін. Алайда, көптеген жағдайларда тығыздық айырмашылықтарына байланысты мұнай өнімдерінің таралуы қауіп-қатер шкаласын қабылдамайды. Сұйықтың ағуы бейберекет созылмай, айдау тоқтатылғаннан кейін біраз уақыттан кейін тоқтайды. Мұның себебі - құбырдың профилінің толқындық сипаты, атап айтқанда, геометриялық өстің тік сызықтан ауытқуы. Мұнай құбыры төселген аймақтың рельефінен болғаннан кейін, оның профилінде төмен және жоғары аймақтар бар, бір бірімен үзілісті ауысатын және U ∩ пішінді тізбекті қалыптастырады. Егер бірінші төменгі нүкте мен екінші жоғарғы нүктелердің биіктік айырмашылығы құбыр диаметрінен үлкен болса, онда ол ағып жатқан мұнай өнімдері үшін үлкен кедергі болады, 2-сурет.



Сурет 1 - Ауырлық күшінің әсерінен әртүрлі тығыздықтағы мұнай өнімдерінің таралуы



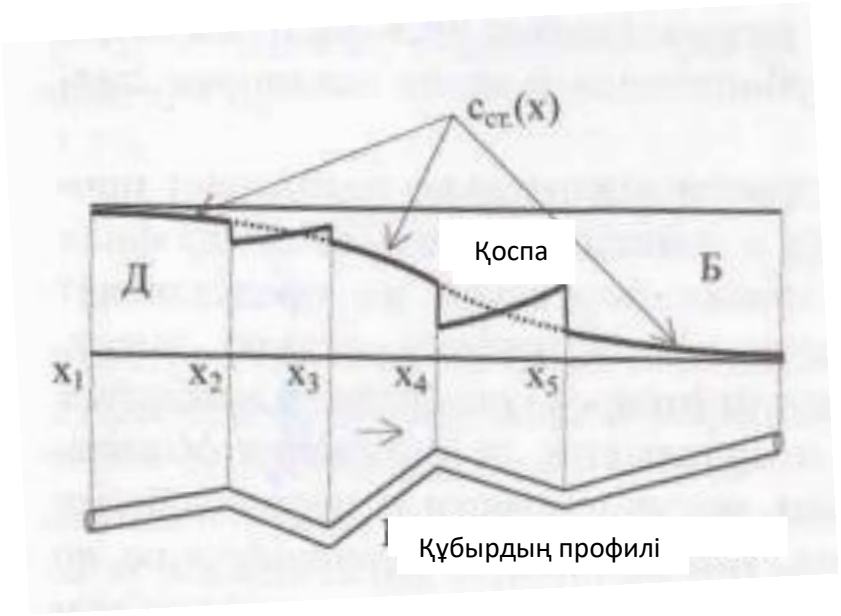
Сурет 2 - Құбырдың төменгі бөлігіндегі су тығыздығының қалыптасу схемасы

U пішінді тізбекті ауыр сұйықтық толықтырады, онда гидравликалық ысырма түзіледі, сұйықтың әрі қарай таралуы жеңіл сұйықтық жоғары жылжымайды, ең алдымен ол ауыр мұнай өніміне ену қажет, бірақ ол дұрыс емес. Сонымен, тоқтау кезіндегі шектен тыс араласуы тасымалданатын жанармайдың негізгі қорғаушысы құбырөткізгіш профилінің қиылысуы деп аталады. Гидравликалық ысырмалар, мұнай өнімдерінің тығыздығының

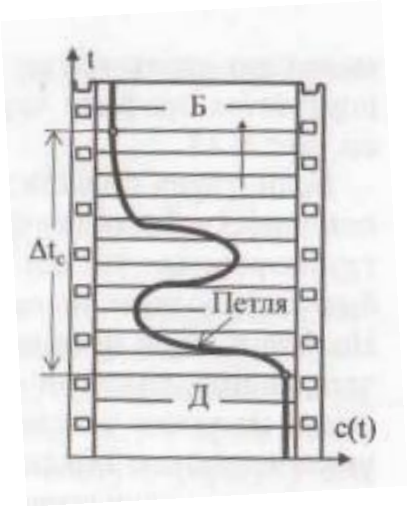
айырмашылығына байланысты профильдің төменгі жағында (h > d шартымен) қалыптасқан, сұйықтық ағыны тоқтайды.

Айдау тоқтаған кездегі қоспаның концентрациясының қисық сызығының өзгеруі. Егер бір-бірімен байланысатын мұнай өнімдері партияларының арасында, тыңыздықпен ерекшеленетін, жеткілікті ұзын аймақты қоспа болса, айдауды тоқтатқан кезде қоспа ішінде концентрацияның қайта бөлінуі жүреді, 3-сурет.

Мысалы, ауыр мұнай өнімі жеңіл мұнайдан кейін тұр делік. Онда құбырдың барлық төмен сегменттерінде, концентрацияның айналым көрінісі болады: бұрынғы құбыр профилінің үстіңгі жағында болған қоспаның бөлшектері ең жақын төмен жазықтықтарға түсіп, ал төменде болғандар жоғарыға көтеріледі. Жоғарғы сегментерде концентрация бөлінуі орын алмайды. Егер тоқтауға дейін концентрация бөлінуі $c_{ст}(x)$ үздіксіз қисық болса, онда тоқтағаннан кейін ол $c_{нов}(x)$ бөлек қисықтан тұрады.



Сурет 3 - Қоспаның тоқтаған жеріндегі концентрацияның таралу қисықсызығының трансформациясы



Сурет 4 - Қоспаны бақылау құрылғысының диаграмма фрагменті

3-суретте көрсетілген, айдау тоқтаған жердегі ығыстырушы мұнай өнімдері концентрацияның бөлек таралуы келесі түрде жазылады.

$$c_{нов.}(x)=\begin{cases} c_{ст.}(x), & \text{если } 0<x<x_1; \\ c_{ст.}(x_1+x_2-x), & \text{если } x_1\le x<x_2 \\ c_{ст.}(x), & \text{если } x_2\le x<x_3; \\ c_{ст.}(x_2+x_3-x), & \text{если } x_3\le x<x_4; \\ c_{ст.}(x), & \text{если } x_4\le x. \end{cases}$$

Содан кейін функция f(x) және $f(x_1+x_2-x)$ айналы симметриялы графикаға ие орташа сегментке $(x_1+x_2)/2$ қатысты.

Айдауды жаңартқаннан кейін концентрация тарату қисығындағы бөліктер жоғалады, ал қоспа келгенін көрсететін қондырғылар, арнайы өздігінен жазылатын тоспада көрсетіледі, қоспа тоқтаған кездегі құбыр профилінің бұлдыр суреті болып табылады.

Егер қоспа аймағының ұзындығы құбыр профилінің жоғарғы және төменгі сегменттер ұзақтығынан артық болса, онда тоқтау қоспа көлеміне әсер етпейді. Керісінше, егер құбырдың профилі ұзаққа созылған түсулер мен көтерілімдермен толықтырылса, онда қоспа аумағындағы тоқтатылулар оның көлемі артуына себеп болуы мүмкін. Тізбектей айдау тоқтаған кезде мұнай өнімінің таралуы, көлем сияқты қосалқы қоспа түзеді. Тек оның профилі созылған жерінде көп километрлі жоғарылау мен төмендеу болмаса, ол құбырдың ұзындығына тәуелді болмайды. Тығыздықтар айырмашылығы кезінде мұнай өнімінің таралуы тез жүреді, сәйкесінше қысқа төмендеу, жоғарылау сегменттері таралу сұйықтарымен қысқа уақытта игеріледі,одан кейін процесс тоқтайды.

Әдебиеттер:

1. М.В.Лурье Теоретические основы рубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. -М.: Недра, 2017.

2. Ишмухаметов И.Т., Исаев С.Л., Лурье М.В., Макаров С.П. Трубопроводный транспорт нефтепродуктов. -М.: Нефть и газ, 1999.

3. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. и др. Трубопрводный транспорт нефти и газа. -М.: Недра, 1988.

Н.К.Джексенбаев. Е.К.Джексенбаев. Э.Р.Рахманова

Борьба с образованием смеси нефти и нефтепродуктов в трубопроводе

Аннотация. При остановках перекачки исчезает выравнивающее действие процессов турбулентности, и на первый план выходят иные факторы.Основным их них является гравитационное растекание нефтепродуктов в поле силы тяжести, происходящее вследствие разности плотностей перекачиваемых нефтепродуктов. Если длина области смеси значительно превышает протяженности восходящих и нисходящих сегментов профиля трубопровода, то остановка перекачки не представляет большой угрозы с позицийувеличения объема смеси.

Ключевые слова: Нефтепродукты, сегменты, сила тяжести, концентрация, насосная станция, профиль трубопровода.

УДК 622.2

Д.К. Дуйсенгазыев, Д.А. Исмаилова
Научный руководитель – Д.А. Исмаилова
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
dias.dyusen@gmail.com

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДВОЙНОЙ ПОРИСТОСТИ В ПРОГРАММЕ ECLIPSE

Аннотация. *На сегодняшний день, самым главным критерием в рациональности разработки месторождения является требование полной добычи утвержденных запасов нефти, при соблюдении максимальной экономической рентабельности. Одним из самых важных инструментов при управлении разработкой является цифровое моделирование. На практике именно от качества построения геолого-гидродинамической модели и ее достоверности зависит метод разработки, прогнозы уровня добычи и экономическая эффективность.*

При проектировании месторождения одним из основополагающих является знание о среде фильтрации, его состав и характер распространения. Актуальным данный вопрос является для карбонатных коллекторов, в которых на естественном геологическом уровне присутствует вторичная пористость. Для такого вида месторождения, нужны новые решения создания гидродинамической модели, т.к. строение их на макро- и микроуровне довольно сложное, и производя расчет принимая, данный вид пористости за традиционный одинарный вид, можно получить неожиданные и порой ошибочные результаты.

Ключевые слова. *Пористость, моделирование, трещина, eclipse, коллектор.*

Модель пласта – это система предположительных расчетов нефтяного месторождения, которая является собранием сведений о его геолого-физических свойств. Модели пластов, согласно существующим способам представления, делятся на 2 вида: детерминированные и вероятно-статистические. Детерминированные модели - модели, в которых важными параметрами являются фактическое строение и свойства пластов. При данном расчете, нефтяное месторождение разбивается на определенное число ячеек, и каждая эта ячейка будет иметь свои параметры и свойства, которые соответствуют реальному месторождению. Каждая ячейка просчитывается отдельно, с правильными граничными значениями на сторонах ячейки. Данный расчет может иметь временные ограничения, которые зависят от мощности ЭВМ.

Дифференциальные уравнения разработки месторождения заменяют конечно-разностными соотношениями, а затем производят расчет на ЭВМ. Вероятностно-статистические модели не отражают детальные особенности строения и свойства пластов. При их использовании ставят в соответствие реальному пласту некоторый гипотетический пласт, имеющий такие же вероятностно-статистические характеристики, что и реальный. К числу наиболее известных и чаще всего используемых в теории и практике разработки нефтяных месторождений вероятностно-статистических моделей пластов относятся следующие.

Модель однородного пласта. В этой модели основные параметры пласта (фильтрационно-емкостные свойства) усредняют. Часто принимается гипотеза об изотропности пласта, т.е. о равенстве проницаемостей в любом направлении. Вследствие напластования, проницаемость по вертикали отличается от горизонтальной проницаемости. Такая модель чаще всего используется для однородных пластов с одинаковыми во всех точках физическими свойствами.

Модель пласта с двойной пористостью представляет собой пласт, имеющий породы с первичной (гранулярной) и вторичной (трещиноватой) пористостью. По первичной

пористости можно определить запасы полезных углеводородного вещества, поскольку коэффициент пористости выше коэффициента трещиноватости. Стоит отметить, что динамическое движение флюида происходит по системе трещин, что показывает важность этого параметра.

В пласте с двойной пористостью флюида находятся в двух связанных системах:

- Матрица породы, занимающая основную часть объема пласта.
- Трещины в породе, которые обладают хорошей проницаемостью.

Если блоки матрицы связаны только системой трещин, то такая система называется системой с двойной пористостью и одинарной проницаемостью. В таком виде блоки матрицы играют роль источников, а перетекания проходят через системы трещин. Если же возможно перетекание между матрицами, то такая система называется системой с двойной пористостью и двойной проницаемостью.

Самые первые упоминания о трещиноватых коллекторах уходят еще в середину 19 века. В 1861 г. Е.Б.Эндрюс писал, что если имеются многочисленные трещины вдоль простирания антиклинали, то это является одним из основных признаков существования условий для аккумуляции углеводородов. Так же в своих работах автор отмечал, что существует прямая зависимость между величиной добычи нефти и количеством трещин [1].

Одним из распространенных программных пакетов, на которых возможно моделирование двойной пористости является программное обеспечение Eclipse, которое позволяет производить расчеты в трещиноватых коллекторах, используя ряд ключевых слов. Для начала расчетов с двойной пористостью в секции RUNSPEC надо ввести ключевое слово DUALPORO, а для двойной проницаемости ключевое слово DUALPERM. В ходе моделирования трещиноватого коллектора было отмечено, что при совместном добавлении обоих ключевых слов уменьшилось количество расчетных предупреждений, которые были вызваны тем, что были исключены ячейки в которых проходили линии скважин. Данные скважины проходили через матричный блок и не рассчитывались программой.

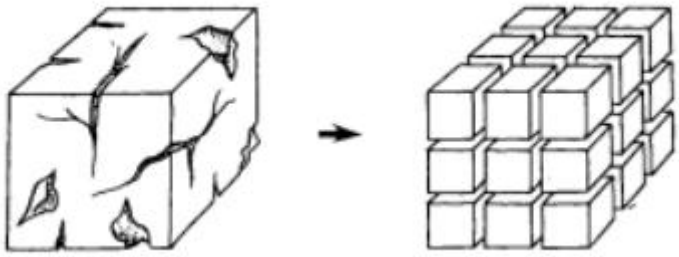


Рисунок 1 - Идеализированное представление трещиноватого пласта

В модели двойной пористости количество слоев в направлении Z должно быть кратным 2. Программа связывает первую половину сетки с блоками матрицы, а вторую половину – с трещинами. Из-за этой особенности происходят ошибки в расчетах.

Коэффициенты проводимости системы матрица-трещина, существующей между каждой ячейкой матрицы и соответствующей ячейкой трещины, пропорциональны объему породы в ячейке и имеют вид:

$$TR = CDARCY * K * V * \sigma$$

где принято:

$CDARCY$ постоянная Дарси в соответствующих единицах измерения (градиент давления);

K проницаемость блоков матрицы в направлении X;

V объем породы в ячейке матрицы (не объем пор, не имеет коэффициент пористости);

σ коэффициент, имеющий размерность LENGTH–2, учитывающий площадь границы раздела матрица/трещина на единицу объема, т. е. размер блоков в объеме матрицы;

σ можно задать (либо как единую величину для всего месторождения, либо для каждой ячейки) с помощью ключевого слова SIGMAV в секции GRID. При задании по ячейкам σ используются значения, соответствующие первой половине по направлению Z (т.е. те ячейки, которые относятся матричному блоку).

Истинные проницаемости ячеек в системе трещин равны заданным величинам, умноженным на пористость трещин, что в итоге дает эффективные проницаемости трещин. При использовании ключевого слова NODPPM в секции RUNSPEC используется истинная проницаемость, а не эффективная. Это означает, что если NODPPM не задано, то внутри ячеек трещины входные значения PERMX, PERMY и PERMZ корректируются по формуле PERMX(fr) = PERMX(fr) × PORO(fr).

В системе с двойной пористостью большая часть нефти содержится в системе матрицы, но добыча нефти в скважинах осуществляется через систему трещин с высокой проницаемостью. В такой системе нагнетаемый флюид не будет вымывать нефть из блока матрицы. Добыча из блоков матрицы может производиться с помощью различных физических механизмов, в том числе:

- Расширение нефти
- Диффузия
- Пропитка
- Вязкостное вытеснение
- Гравитационная пропитка/ дренирование.

При расширении нефти, в случае падения давления в системе трещин нефть будет течь из матрицы, чтобы уравновесить давление в матрице с давлением в близлежащей трещине. В случае диффузии, молекулярная диффузия газа и нефти между матрицей и трещиной может представлять собой важный механизм добычи из матрицы. В случае пропитки, типичная система, смачивается водой, и порода матрицы имеет положительное капиллярное давление вода-нефть. Если ввести воду в трещину, то она под действием капиллярных сил проникнет в систему матрицы, замещая нефть. При гравитационной пропитке обмен флюидами между трещиной и матрицей, обусловливается естественно силами гравитации. Вязкостное вытеснение флюида — это просто движение флюида под действием приложенного перепада давления. В системах с двойной пористостью в трещиноватой системе существует градиент давления, двигающий флюид из матрицы через трещину в направлении эксплуатационных скважин.

Во многих случаях этот градиент давления мал, т. к. система трещин обладает очень высокой эффективной проницаемостью. В этих ситуациях представляется разумным пренебрегать вязкостным вытеснением флюидов из матрицы под действием градиента давления в трещине. Однако, если система трещин имеет меньшее значение проницаемости, то поток в матрицу и из нее, обусловленный градиентом давления в трещине, может стать существенным механизмом добычи.

Опция вязкостного вытеснениям, которая моделирует описанный эффект, активизируется с помощью ключевого слова VISCD в секции RUNSPEC. Размеры типичного блока матрицы задаются в ключевых словах LX, LY и LZ в секции GRID. Предполагая, что размеры матричного блока введены в ключевых словах LX, LY и LZ, можно рассчитать коэффициент SIGMA, используя эти размеры и ключевое слово LTOSIGMA. Обратите внимание, что если SIGMA рассчитывается таким образом, то любые введенные данные для SIGMA игнорируются.

Для моделирования обмена флюидами между трещиной и матрицей, обусловленного гравитацией, следует воспользоваться ключевыми словами GRAVDR или GRAVDRM (описано в следующем разделе) в секции RUNSPEC и задать ненулевое значение DZMTRX в секции GRID. На иллюстрации показан типичный блок с двойной пористостью, содержащего нефть и воду.[2] Относительная высота уровня воды в трещине равна Xw, а относительная высота фронта перемещения воды в блоке матрицы вещества равна Xw. Параметр DZmat обуславливает размер по направлению Z.

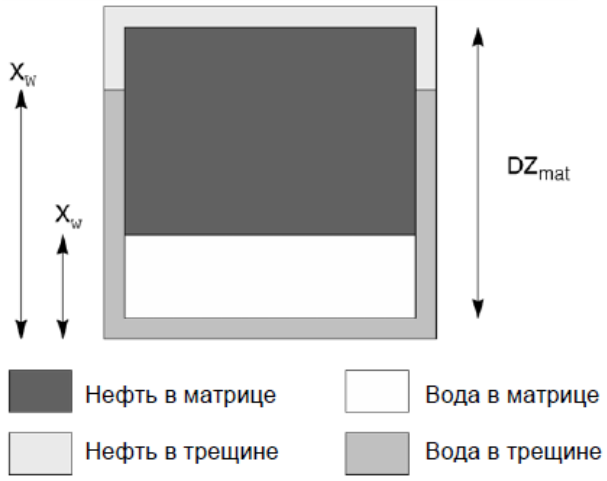


Рисунок 2 - Типичный блок матрицы, содержащий нефть и воду

Таким образом, в данной статье были рассмотрены основы моделирования трещиноватых коллекторов, а также способы уменьшения расчетных предупреждений при подсчете модели.

Литературы:

1. Баренблатт Г.И., Желтов Ю.П., Кочина И. Н. Об основных представлениях теории фильтрации в трещиноватых средах. — Прикл. матем. и механика, 1960, т. 24, № 5, с. 58-73.

2. Голф-Рахт Т.Д. «Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов». 607с., 1986г. Москва, издательство «НЕДРА».

3. Х.Азиз, Математическое моделирование пластовых систем / Х.Азиз, Э. Сеттари.– М.: Недра, 1982. – 407 с.

4. Хасанов М.М. Моделирование процессов нефтегазодобычи / М.М. Хасанов, А.Х. Мирзаджанзаде, Р.Н. Бахтизин.–М., Ижевск: ИКИ,2004. –368 с. – ISBN 5-93972-328-4.

Д.Қ. Дүйсенғазыев, Д.А.Исмаилова

Eclipse программасында қос кеуектілік моделін құру негіздері

Аңдатпа. Үлгілеу - кен орнын игерудегі өте маңызды аспект, онда қателіктер мен дәлсіздіктер болуы мүмкін емес. Жеңіл өндірілетін мұнай өндіру көлемінің төмендеуіне байланысты, алдыңғы жоспарға жарықшақты-портты коллекторлардан өндіру шығады. Қабаттағы қалдық мұнаймен қанығудың азаюы кен орнын сауатты үлгілеуге тікелей байланысты. Болашақ жылдары осы бағыттың келешегі тек қана ұлғаяды

Кілт сөздер: кеуектілік, модельдеу, сызат, eclipse, коллектор.

D.K. Duisengazyyev, Dzh.A. Ismailova

The basics of building a model of dual porosity in the Eclipse program

Annotation. Modeling is a very important aspect in the development of the field, in which there can be no miscalculations and inaccuracies. Due to the decrease in the volume of production of easily produced oil, production from fractured pore reservoirs comes to the fore. The reduction of residual oil saturation in the reservoir directly depends on the competent modeling of the field. The prospects of this direction in future years will only increase

Keywords: Porosity, modelling crack, eclipse, collector.

УДК 661.91

И.Е. Жақсыбек, Б.Қ. Мустахимов
ғылыми жетекші: т.ғ.к.,доцент Мустахимов Б.К.
[1]Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Казахстан
mustbek@mail.ru

Химиялық реагенттердің көмегімен Қазақстан кен орындарының мұнай қайтарымы технологияларының модификацияларын әзірлеу

Аңдатпа. *Бұл жұмыста Қазақстанның мұнай-газ саласы бойынша беттік-активті заттарды (БАЗ) пайдалана отырып, мұнай беруді ұлғайтудың аралас әдістерін пайдалану және БАЗ оң және теріс қасиеттері, оларды қолдану және қабаттың мұнай беруін арттыру технологияларын енгізу мүмкіндіктері қарастырылған.*

Түйінді сөздер: *мұнай-газ саласы, химиялық реагенттер, модификация, мұнай газ өнеркәсібі, кәсіпорын, мұнай қайтарымы технологиясының модификациясы.*

Бүгінгі таңда мұнай-газ саласының өзекті проблемаларының бірі игерудің соңғы сатысындағы кен орындарының мұнай беру тиімділігін арттыру болып табылады. Кен орнының төмен өндіру кезеңінде бастапқы процесінде мұнай өндірудегі рентабельділіктің жоғалуына жол бермеуге мүмкіндік беретін кен орнын жете өңдеу әдістемелерін оңтайлы қолдануды іріктеумен бірқатар проблемалар туындайды. Көмірсутектердің төмен бағасы жағдайында өндірісті оңтайландыру мәселесі аса өткір тұр. Бірінші кезекте бұл көмірсутектер қоры таусылуымен, ал жаңа кен орындарын өнеркәсіптік игеруге енгізу баяулатылуымен байланысты. Кен орындары негізінен қабаттық энергияның сарқылу режимдерінде әзірленгенін ескере отырып, дебит пен қабаттық қысым түседі. Күн сайын мұнай беруді ұлғайту жолымен экономикалық тиімділікті арттыруға бағытталған технологияларды жетілдіру қажеттілігі артып келеді. Мұнай беруді ұлғайту әдістерін қолдану тиімділігі кен орнын игерудің соңғы сатысында өндірудің рентабельділігіне оң әсер ететін кен орнын игерудің маңызды көрсеткіші болып табылады.

Алдағы жоспарланып отырылған жұмыстың мақсаты мұнай-газ саласы кәсіпорнына мұнай қайтарымы технологиясының модификациясын әзірлеу және Қазақстандағы мұнай-газ саласы кәсіпорындары мен шел елдердегі кәсіпорындар жұмыстарын салыстырып қарастыру.

Зерттеудің негізгі міндеттері:

1. Мұнай газ саласы кәсіпорнына сәйкес мұнай қайтарымы технологиясының тиімді түрлерін таңдау;
2. Кәсіпорынның геологиялық орналасу жағдайына сәйкес, қоршаған ортаға әсеріне талдау жасау;
3. Қазақстандағы мұнай газ саласы кәсіпорындары мен шет елдердегі кәсіпорындар жұмыстарын салыстыру жүргізу.

Қорыта келгенде беттік-активті заттарды пайдалана отырып, мұнай беруді ұлғайтудың аралас әдістерін пайдалану. БАЗ оң және теріс қасиеттері, оларды қолдану және қабаттың мұнай беруін арттыру технологияларын енгізу мүмкіндіктері. Бірақ бұл БАЗ-дың өздерін, сондай-ақ полимерлермен, тұздармен, қышқылдармен және олардың қасиеттерін жақсартуға қабілетті басқа да компоненттермен аралас ерітінділерді сапалы зерттеу.

Әдебиеттер:

1. Булатов А.И, Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. Изд-во: Недра. 2012.
2. Ветошкин А.Г . Технология защиты окружающей среды (теоретические основы) /А.Г. Ветошкин, К.Р. Таранцева. – Пенза : Изд -во ПТИ , 2012.

3. Росляков П.В., Егорова Л.Е., Ионкин И.Л. Технологические мероприятия по снижению вредных выбросов ТЭС в атмосферу – М.: Изд-во МЭИ, 2013.

И.Е. Жақсыбек, Б.Қ.Мустахимов

Разработка модификаций технологий нефтеотдачи месторождений Казахстана с помощью химических реагентов

Аннотация. В этой работе рассматривается использование комбинированных методов увеличения поставок нефти с использованием поверхностно-активных веществ (ПАВ) и положительные и отрицательные свойства ПАВ и возможность их применения и внедрения технологий повышения нефтеотдачи пласта в нефтегазовой отрасли Казахстана. Также рассмотрен вопрос качественного исследования самих ПАВ, а также растворы смешанных с полимерами, солями, кислотами и другими компонентами, способными улучшить их свойства.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, химические реагенты, модификация, нефтегазовая промышленность, предприятие, модификация технологии нефтеотдачи.

I.E. Zhaksybek, B.K.Mustakhimov

Development of modifications of oil recovery technologies in Kazakhstan with the help of chemical reagents

Annotation. This article discusses the use of combined methods to increase oil supplies using surfactants (surfactants) and the positive and negative properties of surfactants and the possibility of their application and implementation of technologies to improve oil recovery in the oil and gas industry of Kazakhstan. Also the question of qualitative research of surfactants, as well as solutions mixed with polymers, salts, acids and other components that can improve their properties.

Keywords: oil and gas industry, chemical reagents, modification, oil and gas industry, enterprise, modification of oil recovery technology.

УДК 622

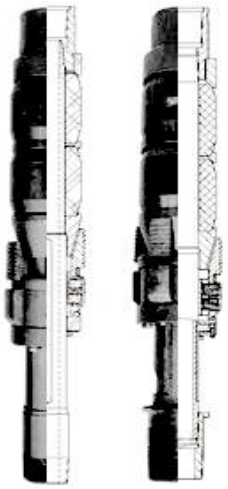
Р.Р. Жотобай, Е. Уатхан, Б.Б. Мықтыбай
Ғылыми жетекшісі – Н.К. Джексенбаев,
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы
rustem.jotabai@mail.ru, yerdigul.98@mail.ru

БІР ҰҢҒЫМАМЕН АШЫЛҒАН БІРНЕШЕ ҚАБАТТЫ БӨЛІП ИГЕРУ КЕЗІНДЕГІ ПАКЕРЛЕРДІҢ АТҚАРАТЫН ҚЫЗМЕТІ

Аңдатпа. *Мұнай-газ кәсіпшілігінде оқпан бойындағы аумақтарды тікелей ажырату, тізбектің бұзылған аймақтарын герметизациялау және басқа да қызметтерді жүзеге асыру үшін пакер кеңінен қолданылады. Бұл мақалада пакерлердің қызметін тиімді қолдана отырып, бірнеше өнімді горизонттарды игеру ісі баяндалады.*

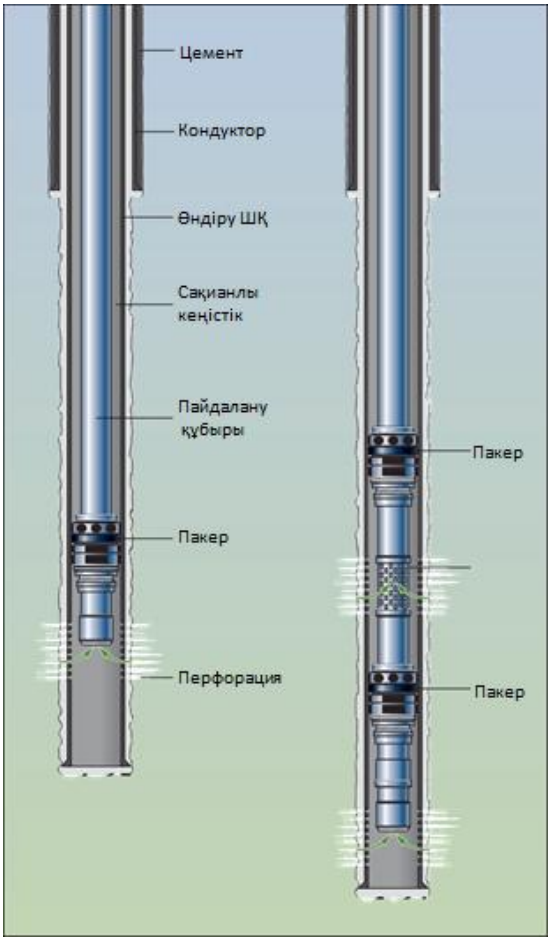
Кілт сөздер: *пакер, вертикальды ұңғыма, қабат қысымы, түптік қысым, механикалық пакер, гидравликалық пакер, өнімді қабат.*

Ұңғымаға арналған пакер өнімді горизонттың жекелеген қабаттарын оқшаулау және ажырату мақсатында бұрғылау және игеру жұмыстарын жүргізу кезінде қолданылатын құрал болып табылады. Цемент тасына қарағанда, пакер қабаттарды уақытша ажырату үшін қолданылады. Пакер - ұңғыларға жөндеу жүргізу, гидротүсіруді жою, гидроағынды перфорацияны жүргізу, ұңғыманың айналасын тазалау, ұңғы түп аймағында күшті химиялық реагентті пайдалану және т.б. қажетті қызметтерді орындауға мүмкіндік береді. Бұл құралдың негізгі қасиеті - қысымның едәуір ауытқуына төтеп беру қабілеттілігі. Сонымен қатар, пакер қысымның ауытқуынан пайда болатын жоғары немесе төмен бағытталған күшке төтеп бере отырып, термиялық және химиялық әсерлерге төзімді бола алады.



Сурет 1 - Пакерлердің жалпы көрінісі

Пакердің нығыздағыш элементі механикалық немесе гидравликалық күштің әсерінен ұңғыма аймағының берік оқшаулауын қалыптастыру үшін деформацияланады. Бұрғылау құбырлары бағанасының салмағы пакерді бекіту үшін механикалық күш береді. Механикалық типті пакер конструкциясы бойынша қарапайым болып табылады, бірақ бағананың салмағы үнемі оның тұрақты бекітілуі үшін жеткілікті емес. Керісінше, гидравликалық пакердің күрделі конструкциясы оны қысымның анағұрлым күрделі ауытқуы жағдайында орнында ұстап тұруға мүмкіндік береді. Пакерлерді таңдау кезінде сенімді қызметін қалыптасытыру үшін климатты және геолгиялық жағдайларға назар аудару керек.



Сурет 2 - Пакердің қолданылу аясы бойынша екі жағдайға жіктелуі.

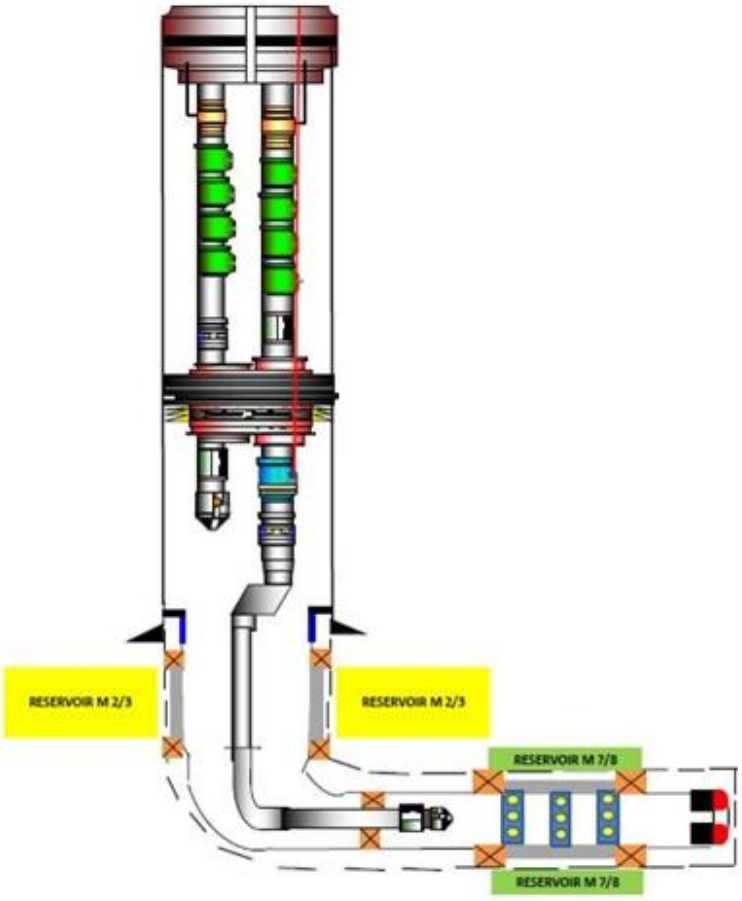
Атқаратын міндеттеріне байланысты пакерлердің келесідей түрлері бар:

1. Түптік пакерлер. Әртүрлі фазадағы өнімдердің (газ және мұнай) араласуын болдырмай, ұңғыманың сағалық аймақтарын бөлу үшін пайдалынылатын пакерлер. Олардың басты міндеті шикізаттың бірнеше түрін бірден бөлек өндіруді қамтамасыз етеді.

2. Бөлшектегіш пакерлер. Жоғары қабат қысымының әсерінен түптік пакерлер істен шыққан уақытта қолданылатын пакерлер. Сонымен қоса, фонтандық арматураның кейбір элементтері сынған уақытта авариялық фонтанданудан қорғау мақсатында да қолданылады.

3. Оқшаулағыш пакерлер. Зақымдалған негізгі жұмыс колоннасын бөлуге мүмкіндік береді.

Аяқтау аймағында және құбыр корпусының ішінде тығыздалып пакер орналасады. Пакер сорапты-компрессорлы құбырларынының үстінгі облысын гидравликалық оқшаулайды. Артқы жағында корпустың коррозиясын болдырмау үшін коррозия ингибиторлары бар сұйықтық орналасқан. Көпзоналы қабаттарды аяқтауда горизонттарды бөлетін кемінде екі пакер жұмыс істейді. Өндіру кезінде барлық аймақтардағы сұйықтықтар араласады немесе өнімді горизонттың жоғарғы аймағын оқшаулауғы болады, операторлар сұйықтықты анықтағанға дейін төлкені жұлып жабу арқылы ажыратуы мүмкін. Сонымен қатар, операторлар төменгі горизонт сарқылғанға дейін игеріп, содан кейін төменгі аймақтың жоғары жағына пакерді тығындап орнатады және жылжымалы жеңмен тек жоғарғы горизонтты ашып игереді.



Сурет 3 - Пакер арқылы екі өнімді горизонттарды жеке өндіру процессі

Пакерді ұңғымаға қажетті тереңдікке дейін түсіру бұрғылау немес соғы-компрессорлық құбырлар колоннасында жүргізіледі. Пакерді шегендеу құбырларға еңгізген кезде, үйкеліс арқасында фонарь түсірілетін колоннаның жалпы қозғалысынан ауытқуға ұмтылады, бірақ оған фонарьдің корпусынан ұстап тұратын шрифттар кедергі келтіреді. Пакермен қажетті тереңдікке колоннаның жоғары көтерілуі (0,3...0,5) есебіне жеткеді және құбырларды 1...1,5

айналыммен оңға бұру арқылы штифт фигуралық шыңнан шығарылады. Бұл ретте фонарь жапсырма бағанасы аймағына шлицтердің үйкелу себебінен айналмайды. Құбырлар колонналарын одан әрі түсіру кезінде конус сол жерде фонарьмен бірге тұратын шлипстерге қозғалады және оларды жылжытады. Сол кезде шлипстер өз қалқаларымен шегендеу бағанасының қабырғасына соғылады және конустың одан әрі төмен қарай қозғалуына кедергі жасайды. Құбыр бағанасының салмағының әсерінен резеңке тығыздағыш элементі қозғалмайтын шектегіш пен жылжымалы конус арасында қысылады. Пакердің резеңке элементінің деформациясы және шегендеу бағанасы мен көтергіш құбырлар арасындағы сақиналы кеңістіктің нығыздалуы орын алады.

Сурет 3-те бір ұңғыма арқылы бірнеше қабатты игеру сұлбасы көрсетілген. Яғни пакерлерді қолдана отырып, екі өнімді горизонттан өнімдерді бір-біірмен араластырмай бір мезгілде өндіруге мүмкіндік аламыз.

Бұл пакерлердің негізгі ерекшеліктері мен артықшылықтарына:

- берік конструкциясы;
- бұрандалардың жылжуын реттеу өрісі;
- қарапайым операциясы.

Әдебиеттер:

1. Al-Alyan, E.M. and Al-Mutairi, S.M., "Enhancing production performance of horizontal wells in naturally fractured carbonate reservoirs using Inflow Control Devices," Society of Petroleum Engineers Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, Sept. 28-30, 2015.

2. El-Fattah, M.A., Gottumukkala, V., Ahmed, Sadah, A.A., Mohamed, T.I., and Nufaili, S.A., "Application of nozzle-based Inflow Control Devices (ICDs) in Al-Khafji field," International Petroleum Technology Conference, Beijing, Mar. 26-28, 2013.

3. Ellis, T., Erkal, A., Jokela, T., Kvernstuen, S., Leung, E., Moen, T., Porturas, F., Skillingstad, T., Vorkinn, P.B., and Raffn, A.N., "Inflow control devices-raising profiles," Schlumberger Ltd. Oilfield Review, Vol. 21, No. 4, Winter 2009.

4. Gomez, M., Anaya, A.F., Araujo, Y.E., Moreno, W.P., Bolanos, V., and Landaeta, L., "Passive Inflow Control Device (ICDs) application in horizontal well completions in the Rubiales area heavy-oil reservoir," SPE Heavy and Extra Heavy Oil Conference Latin America, Medellin, Colombia, Sept. 24-26, 2014.

5. Madan, M.A., and Aramco, S., "Milestones, Lessons Learned and Best Practices in the designing, deployment and installation of ICDs in Saudi Arabia," SPE Middle East Intelligent Oil & Gas Conference & Exhibition, Abu Dhabi, Sept. 15-16, 2015.

6. Youl, K.S., Harkomoyo, Suhana, W., Regulacion, R., and Jorgensen, T., "Passive Inflow Control Device and swellable packers control water production in fractured carbonate reservoir: a comparison with slotted linear completion," SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition, Amsterdam, Mar. 1-3, 2011.

Р.Р. Жотобай, Е. Уатхан, Б.Б. Мыктыбай

Функция пакеров при добычи нефти из нескольких продуктивных пластов

Резюме. Пакер широко используется в нефтегазовой промышленности для непосредственного разделения устьевых территорий, герметизации поврежденных зон и других служб. В этой статье описывается эффективность использывания пакеров при эксплуатации нескольких продуктивных пластов.

Ключевые слова: пакер, вертикальная скважина, пластовое давление, забойное давление, механический пакер, гидравлический пакер, продуктовый пласт.

R.R.Zhotobay, E. Uatkhan, B.B. Myktybay

The function of packers in separate oil production from several productive layers

Annotation. In the general case, packer is widely used in the oil and gas industry for the direct separation of estuaries, sealing of damaged areas and other services. This article describes the effectiveness of the use of packers in the operation of several productive layers.

Keywords: packer, vertical well, reservoir pressure, bottom hole pressure, mechanical packers, hydraulic packer, producing formation.

УДК 622

Р.Р. Жотобай, Е. Уатхан, Д.Г. Идрисова
Ғылыми жетекшісі – Б.Н. Насибуллин
Қ.И. Сатбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы
rustem.jotabai@mail.ru, yerdigul.98@mail.ru, didara.idrissova@mail.ru

АУЫР МҰНАЙЛЫ КЕН ОРЫНДАРЫ МЕН САРҚЫЛҒАН МҰНАЙ КЕН ОРЫНДАРЫН МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аңдатпа. *Микробиологиялық тәсіл басқа тәсілдермен салыстырғанда қолдану аясы кең, технологиясы қарапайым, өзіндік құны төмен, экономикалық тиімді, зиянсыз болуымен ерекшелінеді. Еліміздегі мұнай өндіру саласында сарқылған, тұтқырлығы жоғары кен орындарын игерудің тиімділігін арттыруда және мұнай ұңғымаларының пайдалану мерзімін ұзартуда микробиологиялық әдістердің технологиясы негіз бола алады.*

Түйін сөздер: *тұтқыр мұнай, микроорганизмдер, микробиология, биополимер, парафин, полисахаридтер, ксантан, биосурфактанттар, ашытқы саңырауқұлақтар, метогенді бактериялар.*

Микробиологиялық технология – қабатқа енгізілген микроорганизмдердің биологиялық – биохимиялық ерекшеліктері мен артықшылықтарының нәтижесінде, өнімді қабаттағы қысымның, температураның, тұздылықтың кең диапазонын ескере келе, аэробты және анаэробты жағдайларда микроорганиздердің дамуы қабілеттіліктеріне негізделген, олардың тіршілік қорек көзі қабат мұнайы болып табылады. Микроорганизмдер қабатты жағадайда микробиологиялық синтездер мен микрохимиялық реакцияларға түсіп метоболиттер түзеді. Бұған қоса тұтқыр мұнайдың тұтқырлығын 30-50% төмендетеді және сарқылған кен орындардағы қалдық мұнайлардың ығысуына әсер етеді. Соның нәтижесінде қабаттың коллекторлық қасиеттері жақсарып, мұнайды ығыстыру 30-40% ұлғаяды. Микроорганизмдер ортаға бейімделгіш, әрі оңай өзгеретін қасиеті бар, әдетте ұзындығы 0,1мм төмен болады, температурасы 0 – 190℃ аралығындағы қолайсыз ортада, ал кейбір жағдайда температурасы 200℃-тан жоғары терең аймақтарда тіршілік ете алатын,тез көбейетін қасиетке ие зат.

Қазақстандағы күрделі құрамды қорларға бай кенорындарға қосалқы мұнай өндірілетін әртүрлі қабаттарға, соның ішінде жарықшақты – қуысты, тұтқыр мұнай болып келетін карбонатты коллекторларға полисахаридтер, ксентан қолдану керек. Полисахаридтер мен ксентан тұтқыр және мұнай қабаттарында қалған, әлі сумен жуылып шайылмаған, әртүрлі жағдайларға байланысты қабат таужыныстарына сіңіп кеткен мұнай қалдықтарын өндіруде қолдануға болады. Себебі, бұлар жоғары температура мен қысымға төзімді және тұзды ерітінділерде өзінің тұрақтылығын сақтай отырып, электролиттер әсеріне қалыпты бола отырып, таужыныстарының қатты және жұмсақ бөліктерінде адсорбцияланбайды, яғни жұтылып, сіңісіп кетпейді. Бұған қоса ксентан ерітіндісі сумен реакцияға түскен кезде жоғары тұтқырлыққа ие болады да, дымқылдануды төмендетеді, қозғалыс кезінде қабат қысымының жоғарлануының себебінен жер қойнауындағы таужыныстарының кеуекті-жарықшақты ортасынан сығылып шығады. Сонымен қатар, ксентаннан басқа мұнайды тиімді ығыстыруда қызмет атқаратын агенттердің бірі биосурфактанттар. Биосурфактанттар физика – химялық қасиеттеріне байланысты жоғары консентрациялы тұздармен адсорбцияланбайды, яғни карбонатты және терригенді таужыныстармен байланысқа түсіп, құрамындағы микроорганизмдер мен продуценттер қабатқа тікелей ене отырып, қосымша мұнайды ығыстырлыып шығаруда маңызды рөл атқарады. Сурфактанттарға жататын бактериялар: *Rhodococcus erythropolis, Bacillus lieheniformis, B. Subtilis* және *Torulopisis bombicola.*

Кенорындарда микробиологиялық өндіру технологиясында микроорганизмдердің өзі 2 топқа жіктеледі:

1. Мұнай қабаттарының өзінде тіршілік ететін микроорганизмдер;
2. Сыртқы ортадан бөліп алынатын микроорганизмдер;

Мұнай қабатында тіршілік ететін микроорганизмдердің біршамасы мұнай кен орында мұнай қабатына су жіберу барысында жер бетінен ілесіп барып, қойнаулықтың ортасына үйлесіп кеткен микроорганизмдер. Олардың өзі 4-ке бөлінеді:

1. Көміртекті ыдыратушы бактериялар;
2. Ашытқы саңырауқұлақтар;
3. Күкірт қышқыл тұздарын тотықсыздандырғыш бактериялар;
4. Метогенді бактериялар.

Мұнай көмірсуларын қорек ететін тобы – көміртекті ыдыратушы бактериялар деп аталады. Олар өзінің метоболизм қасиетін пайдаланып, ыдыратушы пермент синтездейді және осының нәтижесінде ауыр массадағы тұтқыр көмірсутектер мен парафиндерді ыдыратады.

Термофильді ашытқы саңырауқұлақтар мұнай кенорындарындағы жоғары температураға төзімді болып келеді.

Мұнай қабаттарында күкірт қышқыл тұздарын тотықтандырғыш бактериялар метоболизм барысында H_2S қышқыл газ түзеді. Соның нәтижесінде, жер қабатының қысымын арттырып, қышқыл тұзды қабатты ерітіп, мұнайдың босап шығуын және жер қабатының сіңіргіштігін тездетеді.

Метогенді бактериялар мұнай қабаттарындағы тұздылық дәрежесін өзгертеді.

Сыртқы ортадан алынатын микроорганизмдер дегеніміз жер бетінде жетілдіріліп, таңдап алынған соң, мұнай қабатына жіберілетін микроорганизмдер.

Мұнай қабаттарындағы көмірсутектердің ыдырауының басталу кезеңінде аэробты микроорганизмдер, оның ішінде көмірсутекті тотықтырғыш бактериялар айрықша рөл атқарады, мұндай микроорганизмдер айналасында қоршаған биомассаға тотықтырғыш зат ретінде – қышқылдар және оның қосылыстары бар органикалық заттарды қолданушы микроорганизмдер көп мөлшерде CO_2, H_2, CH_4, N_2 газдарды бөліп шығарады, нәтижесінде кейбір мұнайды ерітіп, тұтқырлығын төмендетеді. Ал кейбіреуі суда еріп, судың pH мәнін төмендетеді, енді біреулер мүлдем ерімейді.

1-кесте. Микробиологиялық әдіспен өндіру технологиясында қолданылатын негізгі бактериялар тізімі.

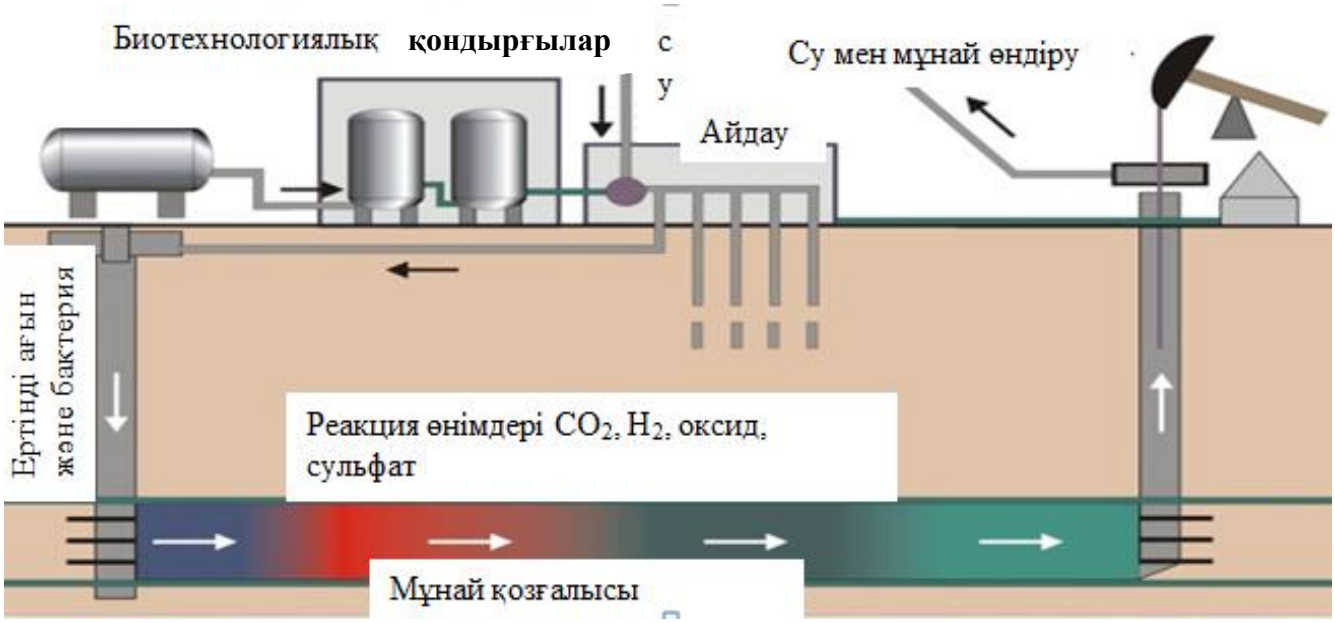
Бактериялар атауы	**Топталуы**	**Құрамы**
Clostridium	Анаэробты	Газ, оксид және сульфаттар
Bacillus	Факультативті	Оксид және сульфаттар
Pseudomonas	Аэробты	Сульфаттар және полимерлер
Xanthomonas	Аэробты	Полимерлер
Leuconostoc	Факультативті	Полимерлер
Desulfovibrio	Анаэробты	Газ, оксид және сульфаттар
Arthrobacter	Факультативті	Сульфаттар
Corynebacterium	Аэробты	Сульфаттар
Enterobacter	Факультативті	Газ және оксид

Зертханалық зерттеулерден алынған агаризацияланған минералды ортадан алынған микроорганизмдердің өсуіне тұздардың әсері:

Сурет 1 - Агаризацияланған минералды ортада *Rho doccus sp.1НГ* культурасының өсуіне натрий хлоридінің әсері.

Сурет 2 - Агаризиленген минералды ортада *Bacillus sp. 4НГ* культурасының өсуіне натрий хлоридінің әсері

Дайындалған, сұрыпталған микроорганиздерді мұнайды ығыстырудың микробиологиялық технологиясында қолданамыз. Мұнайды микробиологиялық жолмен ығыстыру әдісі – таңдап алынған микроорганизмдер мен қоректік заттарды су айдау ұңғылары арқылы жоғары қысымды сораппен мұнай қабатына жіберуді айтады. Микроорганизмдер мұнай қабатына жеткеннен кейін метоболиттер бөліп шығарады.



Сурет 3 - Микробиологиялық әдіспен мұнайды ығыстыру технологиясының механизмі

Бактериялардың мұнай қабатына айдалып, қабатта түзілген метоболиттердің өнімді қабатқа әсері - микробиологиялық тұрғыдан мұнайды ығыстырудың негізгі факторы болып табылады. Бактерияның мұнай қабатына тікелей әсері: өнімді қабаттың тау жыныстарының бетінде өсіп-дамып, кеуектерді толдырады да, қуысты ортадағы мұнайды ығыстырып шығарады. Мұнай қабаттарындағы көмірсутегінің кейбір күрделі қосылыстарын ыдыратып, тұтқырлығын азайтады, бактерия мұнай – тау жынысы және мұнай – су аралық бетіндегі мұнай құрамындағы кейбір байланыстарды ыдыратып, биоқосылыстар, органикалық қышқыл және газ сияқты метоболиттерді түзеді. Бұл өнімдер мұнайдың тұтқырлығын төмендетуге, мұнай – су аралық бетіндегі беттік керілу күшін азайтуға, қабат қысымын жоғарлатуға және кеуекті ортаны парафиннен және басқа да қатып қалған кедергі заттардан тазалауға мүмкіндік береді.

Қазіргі таңда өнімді қабаттың мұнай бергіштігін ұлғайтудың микробиологиялық әдістері Әлемнің мұнай өндіру аймақтарында әртүрлі деңгейде қолданылуда. Қабатқа әсер ету арқылы мұнай бергіштікті арттыру жобаларында микробиоллогиялық әдістердің үлесі әлі де аз болғанмен, бұл бағыт даму үстінде, яғни тың зерттеулерді қажет етеді. Елімізде, Торғай ойпатындағы кен орындарының ішінде Қоныс мұнай-газ кен орнында және Үстірттегі Теңге кен орнында сынақты түрде жүзеге асырылған.

Әдебиеттер:

1. Sandrea I, Sandrea R. Global oil reserves – recovery factors leave vast target for EOR technologies. Oil and Gas Journal.2007;105(41):44–47.

2. Yarbrough HF, Coty VE. Microbially enhanced oil recovery from the Upper Cretaceous Nacatoch formation, Union County Arkansas. In: Proceeding of International Conference on Microbial Enhancement of Oil Recovery, USA; 1983. p. 149–153.

3. Beckman JW. The action of bacteria on mineral oil. Industrial and Engineering Chemistry, News Edition. 1926;4:23–26.

Р.Р. Жотобай, Е. Уатхан, Д.Г. Идрисова

Технология добычи нефти микробиологическим методом тяжелых высоковязких и истощенных нефтяных месторождений

Аннотация. Микробиологический метод отличается от других методов широким спектром применения, простой технологией, низкой себестоимостью, экономической эффективностью и своей безвредностью. Способ использывания микробиологических методов в нефтяной промышленности Казахстана повышает эффективность добычи высоковязких отложений и увеличивает период разработки нефтяных скважин.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, микроорганизмы, микробиология, биополимер, парафин, полисахариды, ксантан, биосурфактанты, дрожжевые грибы, метогенные бактерии.

R.R.Zhotobay, E. Uatkhan, D.G. Idrisova

Technology of oil production by a microbiological method of viscous and depleted oil fields

Annotation. In the general case, the microbiological method differs from other methods in a wide range of applications, simple technology, low cost, economic efficiency and its harmlessness. Microbiological method in the oil industry of Kazakhstan increases the efficiency of production of high viscous deposits and expands the period of development of oil wells.

Keywords: viscous oil, microorganisms, microbiology, biopolymer, paraffin, polysaccharides, xanthan, biosurfactants, yeast mushrooms, methogenic bacterium.

УДК 622.692.4

Н.Б.Имансакипова, Т.И. Иргибаев, А.Т. Бакешева
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
nurlanaimansakipova@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СКОПЛЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ НЕФТЕПРОВОДА

Аннотация. *В работе рассматривается современное состояние исследований процессов образования газовоздушных скоплений и их влияния на гидравлические нагрузки и пропускную способность нефтепровода. Согласно многочисленным отечественным и зарубежным исследованиям неустановившегося движения реальной жидкости по трубам, в отсутствии единого теоретического подхода, математическое моделирование течения - практически основной способ описания нестационарных процессов. В то же время, несмотря на многочисленные усилия отечественных и зарубежных ученых, универсальной математической модели поведения эксплуатационного участка трубопровода, уложенного в рельеф местности, которая удовлетворяла бы всем современным требованиям практики до сих пор не предложено. Таким образом, анализ состояния изученности процессов образования газовоздушных скоплений и их влияния на гидравлические нагрузки в нефтепроводе показывает на необходимость новых подходов для решения проблем, вызванных этими явлениями.*

Ключевые слова: *нефтепровод, гидравлические нагрузки, газовоздушные скопления, пропускная способность, перевальные точки.*

Более 50% в мире, а в Казахстане, в отсутствии на территории морской составляющей, свыше 80% нефти транспортируется посредством магистральных трубопроводов, особенностью которых является большая протяженность. Магистральный трубопровод представляет собой объединение последовательно чередующихся, разнородных технологических элементов, функционально интегрированных в единую систему для обеспечения необходимых условий транспортирования.

Поскольку плотность и скорость транспортируемой нефти в трубопроводе значительны, то поток жидкости с движущейся массой, определяемой диаметром и протяженностью нефтепровода, порядка десятки тысяч тонн обладает колоссальной инерцией. Поэтому технологические операции, такие как пуск и остановка работы трубопровода, включение и отключение перекачивающей станции, полное или частичное закрытие задвижки, разрыв трубопровода и др. санкционированные и аварийные ситуации могут привести к гидравлическим нагрузкам в виде скачкообразного роста давления в трубопроводе, измеряемого десятками атмосфер и проявляющихся в виде гидравлического удара.

Скачки давления, возникающие при гидравлических ударах, распространяются с большой скоростью в виде волны давления (скорость ударной волны выше скорости звука в среде) от места остановки жидкости вверх и вниз по потоку. Скачкообразное увеличение давления способно вывести из строя оборудование, разорвать трубу и привести к аварийной ситуации с тяжелыми экологическими последствиями для окружающей среды. На ряду с внутренними причинами, связанными с техническими изменениями режима работы транспортной системы и влияющих на проявление гидравлических нагрузок и, как следствие, снижение пропускной способности трубопровода, большую роль играют такие внешние факторы, как рельеф местности, по которой проложен нефтепровод и температура окружающей среды.

С изменением температуры окружающей среды на внутренних стенках нефтепровода, особенно при перекачке тяжелой нефти, откладывается значительное количество парафина.

В точках перегибах нефтепровода, расположенных на возвышенностях или впадинах, возникают газовоздушные скопления.

Таким образом, работа магистрального нефтепровода сопровождается различными эксплуатационными проблемами, которые сводятся к проявлениям гидравлических нагрузок и снижением пропускной способности. Большинство магистральных нефтепроводов Казахстана проложены в условиях неоднородности рельефа местности. В связи с этим особый научный и практический интерес представляет исследование процесса образования газовоздушных скоплений и их влияние на эффективность транспортировки.

Трубопроводы в условиях сильно пересеченной местности могут иметь участки, где абсолютное давление оказывается ниже атмосферного. При этом происходит интенсивное выделение газов из жидкости и образование газовых пробок.

Вопросы влияния газовых скоплений на пропускную способность трубопровода - популярная тема исследований технологических режимов магистральных и промысловых трубопроводов [1]. В литературе встречаются две основные точки зрения на причину образования газовоздушных скоплений. В работе [2] автор в качестве основной указывает на сепарацию растворенного газа на восходящем участке трубопровода с последующей коагуляцией пузырьков в скопление газа. В работе [3] автор обращает внимание на защемление значительных объемов атмосферного воздуха в повышенных участках при заполнении трубопровода после ремонта или реконструкции, который не выносится из трубы из-за малых скоростей движения нефти.

Скопления газа уменьшают рабочее сечение труб, увеличивают гидравлическое сопротивление и тем самым снижают пропускную способность трубопровода на 30 - 60 %. Движение газожидкостных смесей по трубам характеризуется различными структурными режимами течения. При этом некоторые режимы (особенно пробковый режим) характеризуются достаточно сильными пульсациями давления, которые осложняют эксплуатацию нефтепровода [4].

Газовоздушные скопления возникают из пузырьков газа, всплывающих на восходящем участке трубопровода, и занимают повышенные участки трассы. Объем скопления со временем сокращается с увеличением производительности или при зачистке внутренней полости трубы скребками, а при снижении давления и скорости движения нефти увеличивается из-за сепарации растворенных или дисперсированных в нефти газов, а также переноса газовоздушной смеси пузырями при размыве аналогичного скопления выше по течению. Таким образом, помимо движения нефти в любом недогруженном участке трубопровода наблюдается миграция газовоздушных «пузырей», которые в повышенных участках трассы образуют устойчивые скопления, вытянутые вдоль нисходящих участков трубопровода. Длина газового скопления на восходящем участке намного меньше, чем на нисходящем участке. Накопление газа ограничивается аккумулирующей способностью нисходящего, участка. Излишки газа, перевалив наивысшую точку трассы, могут крупными пузырями всплывать по нисходящему участку, пополняя газовоздушное скопление ниже по течению. Все это приводит к снижению пропускной способности трубопровода, срывам в работе насосов при прохождении газовой пробки через его проточную часть, пульсациям давления и расхода в периоды миграции крупных пузырей [5].

Довольно серьезной является проблема непосредственного выявления газовоздушных образований.

Волны пульсаций давления распределяются в движущемся потоке со скоростью звука. Энергия пульсаций может вызвать колебания трубопровода и связанного с ним оборудования. На прямолинейном участке трубопровода пульсации распространяются равномерно, поэтому там наблюдаются незначительные колебания трубопроводов. Значительные колебания появляются при наличии резонанса, когда даже небольшие усилия, вызванные шероховатостью или изменением поперечного сечения (при отложении песка, парафина, солей и т.д.) могут вызвать опасные колебания. Колебания особенно заметны в местах резкого изменения направления трубопровода, при разветвлениях трубопроводов.

Следует отметить, что образование пульсаций давления может быть при транспорте газонасыщенных нефтей при частичном разгазировании нефти. Появление свободного газа в трубопроводе возможно при его остановках, связанных с нарушением герметичности линейной части. При этом падение давления в трубопроводе приводит к разгазированию нефти. В случае перекачки газонасыщенной нефти очень важным становится отыскание перевальных точек. Под перевальной точкой понимается такая точка трассы нефтепровода, давление в которой равно или меньше давления в потоке. Если такая точка существует, то в ней происходит разгазирование нефти. Поскольку процесс растворения в нефти газа происходит значительно хуже, чем разгазирование, и требует высоких давлений и времени, то за перевальной точкой имеет место двухфазный поток [6].

Существование перевальной точки снижает пропускную способность нефтепровода, а в отдельных случаях ведет к прекращению перекачки. Это объясняется тем, что потери давления на участке двухфазного потока резко возрастают и может случиться, что запаса давления окажется недостаточно для преодоления гидравлических сопротивлений конечного участка трубопровода.

Для обеспечения условий пуска нефтепровода и нормального режима его работы необходимо выявить наличие перевальных точек и устранить их путем поднятия давления в этих точках выше давления насыщения нефти. Во избежание разрыва сплошности потока на конечном пункте (или на нефтеперекачивающей станции, куда нефть приходит с перевальной точки) рекомендуется поддерживать давление, обеспечивающее запас напора на перевальной точке равным 10 м. В работе [7] «зазор безопасности» определяется величиной давления 2 кгс/см^2. Эксперименты подтверждают, что потери напора на участке газового скопления приближенно определяются разностью геометрических отметок начала и конца газового скопления. В настоящее время эта проблема в основном решается путем повышения давления перекачки на 10 — 15 %, однако это приводит к колоссальному увеличению затрат на электроэнергию. Однако эти меры не всегда оправданы, поскольку такая величина часто является чрезмерно завышенной и становится причиной повышенных энергозатрат и удорожания транспортировки.

Таким образом, очевидно, что существование эксплуатационных осложнений в работе трубопроводов оказывает негативное влияние на гидродинамические режимы, что особенно актуально в современных условиях эксплуатации объектов трубопроводного транспорта, при давлениях ниже проектных. Поэтому в целях снижения энергетических затрат на транспорт нефтепродуктов необходимо осуществлять эффективный и своевременный эксплуатационный контроль, и управление режимами перекачки, особенно на участках трубопровода, где возникают условия для проявления эффектов многофазности транспортируемой среды.

Согласно многочисленным отечественным и зарубежным исследованиям неустановившегося движения реальной жидкости по трубам, математическое моделирование течения - практически основной способ исследования нестационарных процессов.

В то же время, несмотря на многочисленные усилия отечественных и зарубежных ученых, универсальной математической модели поведения эксплуатационного участка трубопровода, уложенного в рельеф местности, которая удовлетворяла бы всем современным требованиям практики до сих пор не предложено.

Нет объяснении экспериментально выявленным фактам, таким как вынос газовоздушного скопления целиком, а не послойно, существование высокочастотных микропульсации и низкочистотных макропульсации давления, определяемых газовыми скоплениями в сечении, неодназначно трактуется причины и условия образования газовоздушных скоплений.

Таким образом, анализ состояния изученности процессов образования газовоздушных скоплений и их влияния на гидравлические нагрузки в нефтепроводе показывает на необходимость новых подходов для решения проблем, вызванных этими явлениями.

Литературы:

1. Кутуков С.Е. Гидродинамические условия существования газовых скоплений в трубопроводах // Нефтяное хозяйство, №9, 2002.-с.91-94.
2. Донец К.Г. Исследование работы нефтепродуктопроводов в период разрывности сплошности потока у перевала. (канд. диссер.)- М.: МИНХиГП.-1965
3. Маслов Л.С. Удаление воды и воздуха из трубопроводов в пусковой период— Строительство трубопроводов. 1965, №9. –с.12-15.
4. Автоматическое управление давлением жидкости магистрального трубопровода при наличии газовоздушных включений. //Автореф. Дисс. Канд. Техн. Наук, 051306. Алматы, 2009.-12 с.
5. Рахматуллин Ш. И., Гумеров А.Г., Ванифатова В.В. К оценке динамического баланса объемов нефти в трубопроводе с самотечными участками //Трубопроводный транспорт нефти. Приложение к журналу, 2001, №3, -с.24-27.
6. Дудин С.М., Земенков Ю.Д. Математическое информационное обеспечение мониторинга гидродинамических характеристик углеводородных сред в трубопроводах // Нефтегазовоое дело, 2007 -14 с.
7. Вязунов Е.В. Методика расчета перегрузов трубопровода по давлению в переходных процессах// Нефтяное хозяйство, 1973, №9, -с.45-47.

Н.Б. Имансакипова, Т.И. Иргибаев, А.Т. Бакешева

Мұнай құбыры жұмысының тиімділігіне газ-ауа жиналуының әсері және пайда болу үрдістерін зерттеудің қазіргі жағдайы

Аңдатпа. Мұнай құбыры жұмысының тиімділігіне газ-ауа жиналуының әсері мен пайда болу процестерін зерттеудің қазіргі жай-күйін талдау осы құбылыстардан туындаған проблемаларды шешу үшін жаңа тәсілдердің қажеттілігін көрсетті. Қазіргі теориялар газ-ауа жиналуын қабаттас емес, тұтастай шығару, газ жиналуымен анықталатын қысымның микропульсациясы мен макропульсациясының болуы сияқты эксперименталды анықталған фактілерге түсінік бермейді.

Кілт сөздер: мұнай құбыры, гидравликалық жүктеме, газ ауа жиналуы, өткізу қабілеті, жоғары нүктелері.

N.B. Imansakipova, T.I. Irgibaev, A.T. Bakesheva

The current state of research on the processes of formation and the effect of gas-air clusters on the efficiency of the oil pipeline

Annotation. The analysis of the current state of studies of the processes of formation and influence of air-gas accumulations on the efficiency of the oil pipeline showed the need for new approaches to solve the problems caused by these phenomena. The existing theories do not explain experimentally revealed facts, such as the removal of the air-gas cluster as a whole, rather than in layers, the existence of micro-pulsation and macro-pulsation of pressure determined by gas clusters.

Keywords: oil pipeline, hydraulic loads, gas-air accumulations, throughput, the saddle point.

УДК 519.6: 519.8

З.Б. Имансакипова, Е.А. Ковалева, Б.Е. Бекбауов
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
zemfira.iman@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРИТОКОВ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Аннотация. *Исследуются методы борьбы с конусообразованием в нефтедобывающих скважинах. Представлена модель двухфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей для исследования влияния технологии двойного заканчивания на характеристики водного конуса. Рассмотрены известные математические модели фильтрации жидкости в пористых средах и предлагается новая модель. Модели фильтрации жидкости в пористых средах опираются на феноменологические представления. Движение флюидов в пористых*

средах определяется фундаментальными законами сохранения массы и обобщенного закона Дарси.

Ключевые слова: *конус подошвенной воды, математическое моделирование, двухфазная фильтрация, относительная проницаемость, процесс извлечения нефти, двойное заканчивание.*

Введение. Математическое моделирование активно используется в механике сплошной среды: фильтрация воды, добыча нефти, приток подземных вод к артезианским скважинам. В силу схожести физических процессов этих явлений используемые модели во многом также подобны, но всегда имеются особенности в уравнениях модели. Математические модели фильтрации основаны на законах сохранения механики сплошной среды и следствиях из них, а также на дополнительных уравнениях, принимаемых в качестве феноменологических аксиом. Установлено, что одной из основных проблем при разработке водонефтяных зон (ВНЗ) является вопрос об оптимальной степени вскрытия пласта. При наличии контакта между нефтеносной и водоносной зонами пласта с вертикальной скважиной быстрое обводнение продукции скважин, как правило, происходит неизбежно из-за процесса конусообразования. Для контроля конусообразования на практике обширно используется метод заканчивания скважины с утилизацией воды на забое. Данный метод известен в англоязычной литературе как технология Downhole Water Sink (DWS) [1].

Модели неизотермической двухфазной фильтрации изучались в работах Б.Т. Жумагулова, В.Н. Монахова [2] и других. Проектирование разработки таких залежей также сопряжено со значительными трудностями, связанными с невозможностью прогнозирования показателей заводнения подобных объектов на основе традиционных методов гидродинамических расчетов [3]. При решении данной проблемы широко применяется двух зонная схема притока к несовершенным скважинам, которая позволяет моделировать процесс фильтрации жидкостей в пласте. Однако в результате решения задачи имеем громоздкие выражения, которые ограничивают их использование в практике и научных исследованиях. В связи с этим решение проблемы создания эффективных алгоритмов и программных комплексов, в которых реализованы основные методы расчета наиболее используемых показателей разработки нефтегазового месторождения являются весьма актуальной. Поэтому наиболее подходящими, в качестве прототипов для разработки новой технологии ограничения водопритоков, являются методы одновременно раздельной эксплуатации двух и более пластов одной скважиной [1].

Технологий изоляции водопритоков и водоотведения в призабойной зоне нефтяных скважин

Метод двойного заканчивания включает в себя завершение скважины для одновременной добычи воды и нефти. Этот метод называется технологией Downhole Water Sink (DWS) (Wojtanowicz, 2004), для контроля за конусом воды (Рис. 1) [1]. Требуется, чтобы нефтяная скважина была пробурена через нефтеносную зону до нижележащего водоносного горизонта. Пакер разделяет перфорации нефти и воды. То есть во время добычи нефть попадает в обычное завершение, в то время как вода сливается из-под начального водо-нефтяного контакта. Ширман и Войтанович (1997) изучали метод двойного заканчивания, выполняя эксперименты с прозрачной физической моделью Хеле-Шоу. По результатам экспериментов был сделан вывод о том, что изменение водного конуса устраняет обводненность при добыче нефти [1]. Этот дренаж воды снизу замедляет или обращает вспять рост конуса в зависимости от скорости производства воды. Несколько методов нацелены на снижение притока воды в скважины, неявно предполагая, что приток нефти увеличится. В случае образования водяного контура поток воды является неотъемлемой частью доставляемости потока и, как таковой, не может быть остановлен или уменьшен без уменьшения потока нефти. Технология DWS направлена на увеличение ускорение добычи нефти, а не на снижение добычи воды. Нефтяная промышленность все чаще использует

интеллектуальные системы заканчивания скважин для повышения продуктивности скважин и уменьшения проблем.

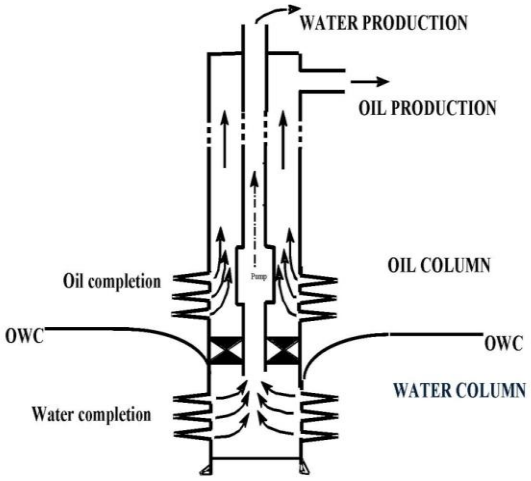


Рисунок 1 - Схема расположения оборудования для раздельной эксплуатации пласта с применением центробежного электронасоса.

Математическая модель двух фазного несмешивающегося жидкости

В моделировании коллектора нас часто интересует одновременное течение двух или более жидкие фазы в пористой среде. Насыщенность жидкой фазы определяется как доля объема пустот пористой среды, заполненной этой фазой.

$$S_w + S_0 = 1 \tag{1}$$

где S_w и S_0 - насыщения смачивающей и несмачивающей фаз, соответственно.

Кроме того, из-за радиуса кривизны и поверхностного натяжения между двумя фазами, давление в смачивающей жидкости меньше, чем в несмачивающей жидкости.

Перепад давления

$$p_c = p_0 - p_w \tag{2}$$

где p_w и p_o - соответствующие давления смачивающегося и несмачивающегося фаз, ϕ - пористость среды. Каждая фаза имеет свою плотность ρ_α.

Принимая во внимание, что в несмешивающемся потоке нет никакого массопереноса между фазами, масса сохраняется в каждой фазе, закон сохранения фаз может быть представлен в виде

$$\frac{\partial(\phi S_\alpha \rho_\alpha)}{\partial t} = -\vec{\nabla}\cdot(\vec{u}_\alpha \rho_\alpha) + q_\alpha \qquad \alpha = w, o \tag{3}$$

где каждая фаза также имеет свою скорость Дарси $\vec{u}_\alpha$, и источниковый член для фазы q_α. В данном случае это общая объемная скорость потока каждой жидкой фазы через пористую среду и записывается как

$$q_w = -\frac{k_w A}{\mu_w}\frac{\partial \mathrm{p}_w}{\partial x_1} \qquad q_o = -\frac{k_o A}{\mu_o}\frac{\partial \mathrm{p}_o}{\partial x_1} \tag{4}$$

$$u_w = -\frac{k_w}{\mu_w}\frac{\partial \mathrm{p}_w}{\partial x_1} \qquad u_o = -\frac{k_o}{\mu_o}\frac{\partial \mathrm{p}_o}{\partial x_1} \tag{5}$$

где μ_w и μ_o вязкость, k_w и k_o эффективная проницаемость и A площадь поперечного к направлению x_1 сечению (см. рис. 2).

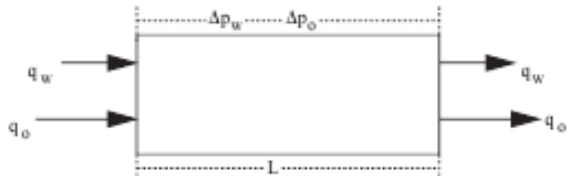


Рисунок 2 - Объемные скорости потока

Для двухфазной системы течения с гравитационной силой, дифференциальная форма Дарси закон

$$\vec{u}_\alpha = -\frac{1}{\mu_\alpha}\bar{\bar{k}}_\alpha\left(\vec{\nabla}p_\alpha - \rho_\alpha g\vec{\nabla}\mathrm{z}\right) \qquad \alpha = w, o \tag{6}$$

где g величина ускорения силы тяжести, z глубина.

Поскольку одновременный поток двух жидкостей приводит к тому, что каждый из них препятствует другому, эффективная проницаемость не превышает абсолютную проницаемость $\bar{\bar{k}}$. Относительные проницаемости $k_{r\alpha}$ широко используются при моделировании пласта:

$$\bar{\bar{k}}_\alpha = \mathrm{k}_{r\alpha}\bar{\bar{k}} \tag{7}$$

Функция $k_{r\alpha}$ указывает на тенденцию фазы α смачиваемость пористой среды.

Для упрощения уравнения несжимаемой жидкости мы разработаем формулировку, которая широко используется для двухфазного потока в нефтяных пластах. В этом случае закон сохранения массы примет вид

$$\vec{\nabla}\cdot\bar{\bar{k}}\lambda(S)\vec{\nabla}p = \vec{\nabla}\cdot\bar{\bar{k}}(\lambda_w\rho_w + \lambda_o\rho_o)g\vec{\nabla}\mathrm{z} - \tilde{q}_w(p,S) - \tilde{q}_o(p,S) \tag{8}$$

Используя давление из (8), уравнение для общей скорости примет вид

$$\vec{u} = -\bar{\bar{k}}\left(\lambda(\mathrm{S})\vec{\nabla}p - (\lambda_w\rho_w + \lambda_o\rho_o)g\vec{\nabla}\mathrm{z}\right) \tag{9}$$

$$\phi\frac{\partial S}{\partial t} + \vec{\nabla}\cdot\left\{\bar{\bar{k}}f_w(S)\,\lambda_o(S)\left(\frac{dp_c}{dS}\vec{\nabla}\mathrm{S} - (\rho_o - \rho_w)g\vec{\nabla}\mathrm{z}\right) + f_w(S)\vec{u}\right\} = \tilde{q}_w(p,S) \tag{10}$$

Чтобы исключить капиллярное давление в уравнении (10), мы введём определение глобального давления (Антонцев, 1972; Чавент и Жафр, 1978) [4]. Глобальное давление - это давление, которое произвело бы поток жидкости (с подвижностью λ), равной сумме потоков жидкости w и o.

$$p = p_o - \int^{s}\left(f_w\frac{dp_c}{dS}\right)(\xi)\mathrm{d}\xi \tag{11}$$

Из (2) и (11) следует, что

$$\lambda\vec{\nabla}p = \lambda_w\vec{\nabla}p_w + \lambda_o\vec{\nabla}p_o \tag{12}$$

Капиллярное давление p_c определяется как разность давлений поперек поверхности раздела фаз двух несмешивающихся жидкостей и выражается формулой Лапласа:

$$p_c(x,S,\theta) = \gamma(\theta)\sqrt{\frac{m_o}{k_{av}}}J(S) \qquad (13)$$

где $\gamma(\theta)=\sigma\cos\vartheta$ - поверхностное натяжение на межфазной поверхности, σ - коэффициент межфазного натяжения и ϑ - контактный угол между твердой стенкой и межфазной границей, J – функция Леверетта. Обозначении в системе уравнений выше выражаются следующими равенствами,

$$\lambda = \lambda_w + \lambda_o; \qquad f_w + f_o = 1; \qquad f_w = \frac{\lambda_w}{\lambda}; \qquad f_o = \frac{\lambda_o}{\lambda};$$

$$\bar{\bar{k}}_\alpha = \bar{\bar{k}}k_{r\alpha} \qquad \lambda_w = \frac{k_{rw}}{\mu_w} \qquad \lambda_o = \frac{k_{ro}}{\mu_o} \qquad \bar{\bar{k}}_w = k_{rw}\bar{\bar{k}} \qquad \bar{\bar{k}}_o = k_{ro}\bar{\bar{k}}$$

Связь между уравнениями давления и насыщения в данной формулировке меньше, чем в фазовых и взвешенных формулировках, а нелинейность ослаблена также. Эта формулировка наиболее хорошо подходит для математического анализа двухфазного потока (Антонцев, 1972; Чавент и Жафр, 1978; Чен, 2001, 2002) [4].

Заключение. Для определения оптимальных режимов эксплуатации добывающих скважин, вскрывающих пласт с подошвенным водоносным горизонтом, построена математическая модель. Рассмотрена изотермическая фильтрация двухфазной несжимаемой жидкости с учетом капиллярных сил в замкнутом пласте. Введение капиллярных сил приводит к модели Маскетта – Леверетта (ML-модель) с дополнительным уравнением Лапласа для учета капиллярных сил.

Литературы:

1. Reversal Using Downhole Water Sink– Theory and Experimental Study. // SPE 38792, presented at the 72nd Annual Technical Conference and Exhibition, San Antonio, TX, Oct 5-8, 1997.

2. Азиз Х.; Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем / пер. с англ. – М.: Недра, 1982. – 407 с.

3. Chen Z, Reservoir Simulation: Mathematical Techniques in Oil Recovery. University of Calgary, 2007-219P.

4. Bekbauov B.E.; Kaltayev A. Numerical Study of Water Coning Control Methods Using a Novel 3D Simulator for Thermal Oil Recovery / Ізденіс-Поиск. - 2010. - №2(1).227-235 P.

Z.B. Imansakipova, Y.A. Kovalyova, B.E. Bekbauov

Modeling of the Conformance Control in Oil Wells Affected by Water Channeling with Crossflow Using Water Shut-Off Methods and Downhole Water Sink Technology

Annotation. Methods of dealing with coning in oil producing wells are investigated. A model of two-phase filtration of immiscible liquids is presented for studying the effect of double completion technology on the characteristics of a water coning. The well-known mathematical models of fluid filtration in porous media are considered and a new model is proposed. Fluid filtration models in porous media are based on phenomenological concepts. Fluid movement in porous media is determined by the fundamental laws of conservation of mass and the generalized Darcy law**.**

Key words: Water coning, mathematical modeling, two-phase filtration, relative permeability, oil extraction process, double completion.

УДК 622.691.4

А.Т. Бакешева, Т.И. Иргибаев, Н.Б. Имансакипова
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Республика Казахстан, г. Алматы
aigulm.145@mail.ru

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ГАЗОПРОВОДАХ

Аннотация. *Одной из главных задач газотранспортных компаний является бесперебойная поставка газа до потребителей. Основными рисками при транпортировке газа являются аварии, сопровождающиеся пожарами, взрывами и выбросами вредных веществ в окружающую среду, что может привести к человеческим жертвам. Поэтому очень важно выявить возможные причины аварий на газопроводах и пути их предотвращения. На основе проведенного анализа сделан вывод, что наиболее вероятными причинами аварий являются: технические ошибки, внешние воздействия, коррозия и дефекты конструкции газопровода. Выявлены возможные сценарии развития аварийных ситуаций. Показана недостаточная эффективность действующих служб мониторинга. Определены основные проблемы, решение которых позволит в значительной степени снизить количество аварий на магистральных газопроводах.*

Ключевые слова: *газопровод, утечка, дефекты, коррозия, авария, диагностика.*

Одной из важнейших проблем трубопроводного транспорта является сохранение работоспособного состояния линейной части промысловых и магистральных трубопроводов. Многочисленные обследования показывают, что газопроводы в подземном исполнении, работающие при нормальных режимах, находятся в удовлетворительном состоянии в течение нескольких десятилетий, благодаря систематическому контролю состояния газопроводов и своевременного устранения появляющихся дефектов.

Как правило, традиционными причинами дефектов на газопроводах являются процессы старения, вызванные коррозией и механическими повреждениями газопровода, а также причины их образования, связанных с рядом трудностей и большими материальными затратами, являющимися потенциальными источниками возникновения взрывов и пожаров [1,2,3].

К примеру, 6 декабря 2008 года в трех километрах от населенного пункта Дихан-Кайрат в Жамбылской области на магистральном газопроводе Ташкент - Бишкек - Алматы в результате разрыва участка газопровода длиной 7 - 12 метров была обнаружена утечка газа из подземного газопровода высокого давления диаметром 1020 мм. Из-за выброса газа образовалась воронка глубиной 8 метров, длиной 15 метров и шириной 10 метров [4]. Также 2 февраля 2015 года произошёл разрыв с возгоранием на участке 283 км МГ "Оренбург-Новопсков" между поселками "Белес" и "Переметное" Западно-Казахстанской области (рис.1) [5].

Рисунок 1 - Разрыв с возгоранием на участке 283 км МГ "Оренбург-Новопсков"

В 2015 году в Казахстане произошло 40 серьезных аварий, из них только на Мангыстаускую область - 33 аварии. В настоящее время более 500 км газопроводов нуждаются в ремонте, из которых большая часть приходится на Жамбылскую (262 км) и Южно - Казахстанскую области (126,5 км) [6].

По данным отчета департамента обеспечения безопасности газовых сетей (Office of Pipeline Safety), также «United Kingdom onshore pipeline operators association» (UKOPA) и «European gas pipeline incident data group» (EGIG) такая же ситуация складывается на зарубежных газопроводах (рис.2) [7].

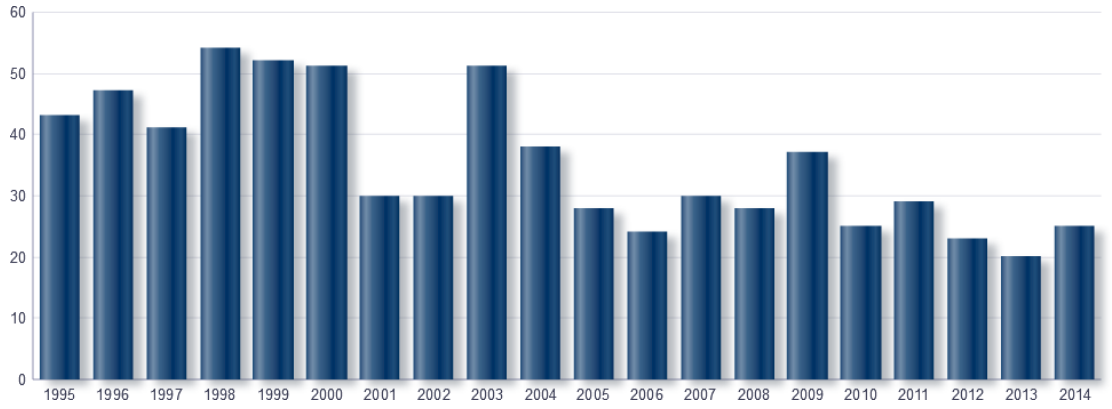
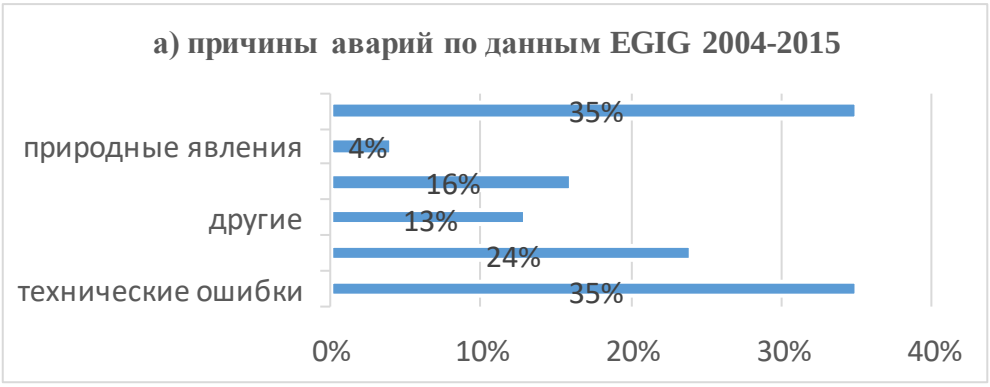


Рисунок 2 - Распределение количества аварий на газопроводах США

На основе анализа можно прийти к выводу, что аварии вызваны аналогичными причинами: технические ошибки, дефекты в конструкции, внешнее воздействие и коррозия. Это находит подтверждение в диаграммах на (рис.3).



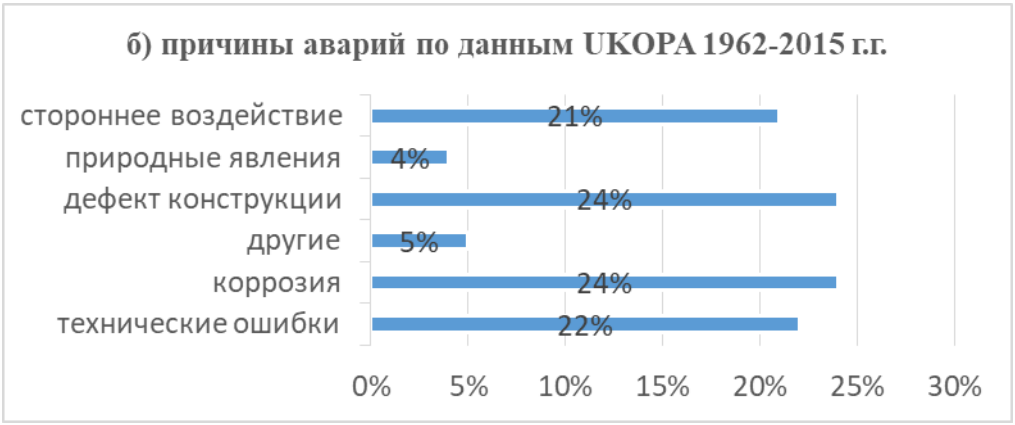


Рисунок 3 – Причины возникновения аварий на газопроводах высокого давления
а) причины аварий по данным EGIG , б) причины аварий по данным UKOPA

Соотношение видов причин, приведенных на диаграммах (рис.3) позволил выявить возможные сценарии развития аварийных ситуаций на линейной части магистральных газопроводов (рис.4) [8].

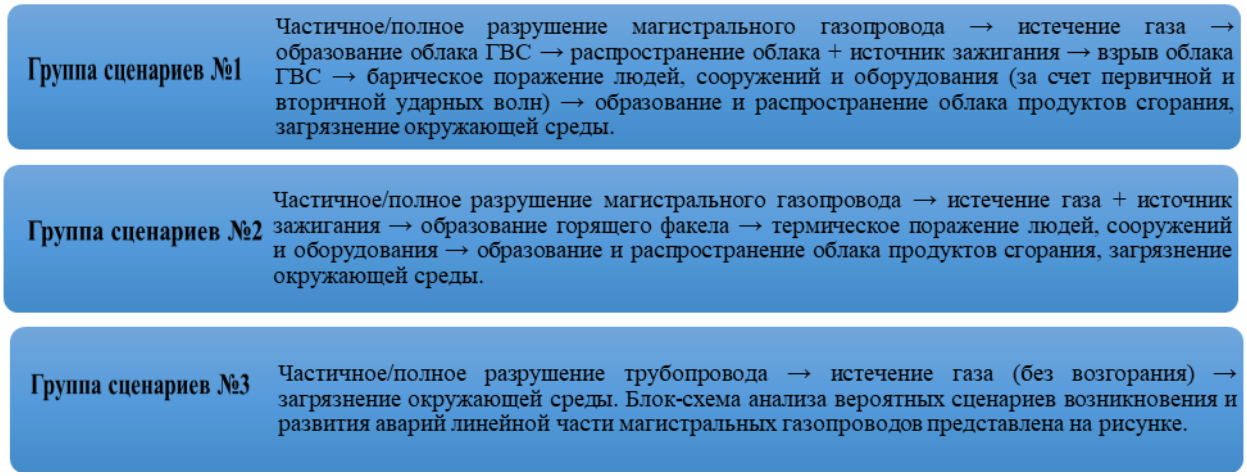


Рисунок 4 – Типовые сценарии развития аварий

Анализ причин показывает, что для уменьшения риска возникновения и развития аварийных ситуаций и поддержания газотранспортной системы в работоспособном состоянии необходимо проводить ряд мероприятий по предупреждению и снижению аварийности магистральных газопроводов, важнейшей частью которых является своевременная и точная диагностика их текущего состояния. В настоящее время существует большое разнообразие технических подходов для обнаружения утечек на газопроводах. Для выбора оптимального способа диагностики необходимо учитывать множество различных параметров, начиная с этапа проектирования и заканчивая управлением режима транспортировки [9,10]. Правильно подобранный метод диагностики позволяет наиболее точно определить характер и размеры дефектов, что дает возможность сгруппировать их по степени опасности и устанавливает вид и очередность ремонтно-восстановительных работ газопроводов.

Учитывая важность работ в этом направлении в октябре 2014 года был утвержден и введен в действие СТ РК 2509-2014 «Внутритрубная диагностика магистральных газопроводов. Контроль коррозионного состояния магистральных газопроводов на основе внутритрубной диагностики», который позволит систематизировать порядок проведения диагностики магистральных газопроводов, выявить возможные коррозионные повреждения и обеспечить надежную эксплуатацию линейной части магистральных газопроводов. Своевременная организация диагностических и ремонтных работ позволит максимально минимизировать аварийные ситуации [11].

Одновременно для этого необходимо решить основные проблемы, устранение которых позволит уменьшить число аварий на объектах транспорта газа.

Во-первых, исключить просчеты в проектировании, нарушения правил укладки и эксплуатации газопроводов.

Во-вторых, обеспечить качество изоляционного покрытия под конкретные среды и условия работы.

В-третьих, необходимо обеспечить доступность информации опыта расследования причин возникновения аварийных отключений.

Литературы:

1. Савонин С.В., Москаленко А.В., Тюндер А.В., Князев С.Е., Арсентьева З.А. //Анализ причин аварийных ситуаций на газопроводах// Журнал «Инженерная защита»,

2015 – с.52-57 - №6 (11);

2. Cheng Y.F. Stress corrosion of pipelines// Hoboken: John Wiley & Sons Publishing. - 2013. – P.257.

3. Angel R. Kowalski, Jason C/Land, William V. Harper. Enhanced corrosion management analysis of pipelines.// NACE International// - USA - 2017.

4. Информационное агентство «Казахстан Сегодня». Интернет [Электронный ресурс]-режим доступа: https://www.kt.kz/

5. «Казахстанская правда» общенациональная газета Казахстана Интернет [Электронный ресурс]-режим доступа: https://www.kazpravda.kz/

6. Дайджест по газовой промышленности. АО «Казахстанский институт развития индустрии», Астана - 2017.

7. PHMSA. Pipelines and Hazardous Materials Safety Administration. Интернет [Электронный ресурс]-режим доступа: https://www.phmsa.dot.gov/

8. Гостинин И.А. //Анализ аварийных ситуаций на линейной части магистральных газопроводов // «Инженерный вестник Дона», 2013 – с.24 - №2(25).

9. Ruediger Hochgesang // E-RTTM: A Multidimensional Approach to Pipeline Leak Detection// «Offshore Technology Conference», 2018.

10. Getmansky M., Lyublinski E., Verbitski B., Silvokon I., Nozhnin S. Diagnostic of corrosion condition of oil and gas pipelines using a controlled, unmanned system – application experience.// NACE International// - USA – 2018.

11. СТ РК 2509-2014. Внутритрубная диагностика магистральных газопроводов. Контроль коррозионного состояния магистральных газопроводов на основе внутритрубной диагностики. – Введ. 2016-01-01. – Астана: Комитет технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан; Изд-во стандартов, №2165, с.36.

А.Т. Бакешева, Т.И. Иргибаев, Н.Б. Имансакипова

Газ құбырларындағы авариялық жағдайлардың себептерін талдау

Аңдатпа. Құбыр көлігінің маңызды міндеттерінің бірі кәсіпшілік және магистральдық құбырлардың желілік бөлігінің жұмыс жағдайын сақтау болып табылады. Оны қолдау үшін аса маңызды бөлігі диагностикалық және жөндеу жұмыстарын уақтылы ұйымдастыру болып табылатын авариялықтың алдын алу және төмендету бойынша бірқатар іс-шаралар жүргізу қажет.

Кілт сөздер: газ құбыры, ағу, ақаулар, тоттану, апат, диагностика.

A.T. Bakesheva, T.I. Irgibaev, N.B. Imansakipova

Analysis of the causes of emergency situations on gas pipelines.

Annotation. One of the most important problems of pipeline transportation is the preservation of the operational state of the linear part of field and trunk pipelines. To maintain it, it is necessary to carry out a number of measures to prevent and reduce accidents, the most important part of which is the timely organization of diagnostic and repair work.

Keywords: gas pipelines, leakage, defects, corrosion, accident, diagnostics.

УДК 622.2

М.К. Каиргазы, С. Исимов
Научный руководитель - Г.Ж. Молдабаева, доктор технических наук, ассоциированный профессор
Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
madikairgazy@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Аннотация. *В нефтяной и химической промышленности для хранения нефти и нефтепродуктов используются резервуары разных видов.Особенно широко применяются металлические вертикальные цилиндрические резервуары с плоским металлическим днищем.Требования к резервуарам – надежность и долговечность при минимуме расхода металла и совершенствовании методов изготовления и монтажа. Таким образом, большой интерес представляют особенности конструирования элементов резервуаров. В данной научной статье описывается решение сложных задач при проектировании и строительстве резервуаров в сложных инженерно-геологических условиях. Актуальность задачи состоится в том что, случаи из практики резервуаростроения показывают, что при проектировании и строительстве резервуаров в сложных инженерно-геологических и климатических условиях приходится решать важные задачи, направленные на обеспечение устойчивости оснований, находящихся под действием эксплуатационных нагрузок от резервуаров, и снижения их неравномерных осадок. Целью работы является повышение эффективности и работоспособности при эксплуатации резервуаров путем разработки и внедрения новых конструктивных решений резервуаров.*

Ключевые слова: *резервуары, фундамент, грунтовая подушка, гидроизолирующий слой, железобетонное кольцо.*

В связи с интенсивной разработкой нефтяных месторождений и развитием нефтяной и химической промышленности широко применяются емкостные сооружения для хранения нефти и нефтепродуктов. К ним относятся металлические вертикальные цилиндрические резервуары с плоским металлическим днищем. Масштабы применения резервуаров очень велики. Требования к резервуарам – надежность и долговечность при минимуме расхода металла и совершенствовании методов изготовления и монтажа. Таким образом, большой интерес представляют особенности конструирования элементов резервуаров.

Случаи из практики резервуаростроения показывают, что при проектировании и строительстве резервуаров в сложных инженерно-геологических и климатических условиях приходится решать важные задачи, направленные на обеспечение устойчивости оснований, находящихся под действием эксплуатационных нагрузок от резервуаров, и снижения их неравномерных осадок.

Попытки решения этой задачи путем использования фундаментов традиционных конструкций, в том числе и свайных, не привели к желаемым результатам.

Поэтому разработка новых типов оснований и фундаментов, отвечающих всем требованиям безопасной, безаварийной эксплуатации в сложных инженерно-геологических, климатических условиях, является актуальной задачей в настоящее время.

Одним из важнейших моментов конструирования резервуаров является проектирование основания под резервуар. Фундамент резервуара должен выдержать вертикальную нагрузку Q_{max}, которая вычисляется по формуле:

$$Q_{max} = y_n \cdot \{[1.05 \cdot (G_s + G_r) + \Psi_1 \cdot (G_{s0} + G_{r0}) + 1{,}3 \cdot \Psi_2 \cdot (G_{st} + G_{rt})] + (1.4 \cdot 0.7 \cdot c_e \cdot p_s + 1.2 \cdot \Psi_2 \cdot p_v) \cdot \pi \cdot r^2\}$$

В качестве фундамента резервуара может быть использована грунтовая подушка (с железобетонным кольцом под стенкой и без него) (рис. 1) либо железобетонная плита. Сооружение резервуаров разрешается на скальных, полускальных, крупнообломочных, песчаных, глинистых и макропористых просадочных грунтах. Из глинистых грунтов подсыпка может сооружаться только в том случае, если их влажность в момент укладки не превышает 15%, а для супесчаных и суглинистых грунтов – 20%. Укладка грунта при устройстве грунтовой подсыпки и песчаной подушки должна осуществляться горизонтальными слоями толщиной 15-20 см с тщательным послойным уплотнением, модуль деформации каждого слоя не ниже 15 МПа. Вначале удаляют растительный слой (на глубину до 300 мм). Полученную заглублённую площадку засыпают чистым грунтом или щебнем и уплотняют катками до поверхности земли. Поверх уплотнённого слоя укладывают и уплотняют подушку из чистого песка. Подушку делают высотой до 500 мм с уклоном от центра к краям. Величина уклона 1,7-2,3%. Диаметр подушки (*D*под) на 1,5-2,0 м больше диаметра днища (*D*дн) резервуара. Откосы подушки отсыпают с уклоном 1:1,5 с последующим мощением. И горизонтальная часть подушки, и откосы должны быть защищены бетонной отмосткой толщиной 60-80 мм [27].

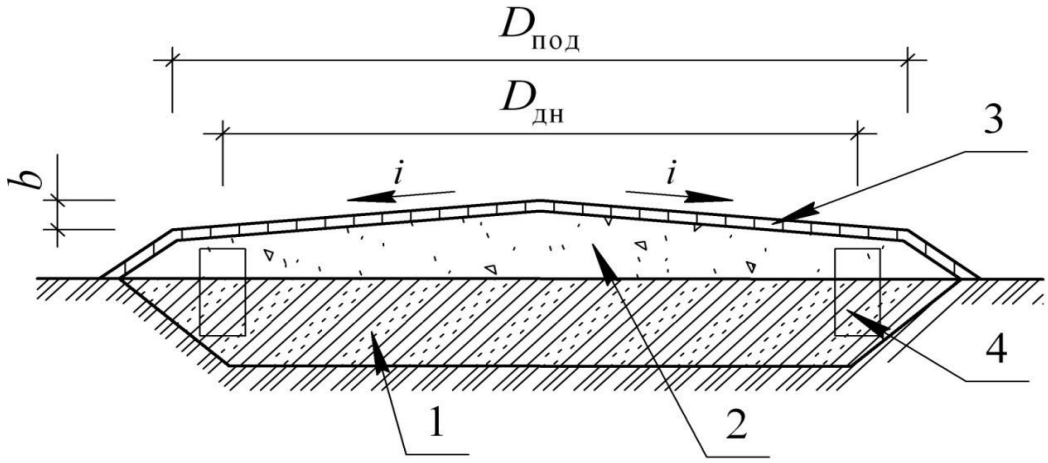


Рисунок 1 – Схема устройства основания под резервуар
1 – насыпной уплотнённый грунт (или щебень); 2 – песчаная подушка с уклоном от центра; 3 – гидроизолирующий слой; 4 – железобетонное кольцо

Поверх насыпной подушки устраивается гидроизолирующий слой, предохраняющий металл днища от коррозии под действием грунтовых вод и конденсата. При сооружении резервуара на макропористых просадочных грунтах гидроизолирующий слой предохраняет их от увлажнения в случае утечки нефтепродукта через днище резервуара. Для приготовления гидроизолирующего слоя применяется супесчаный грунт с влажностью до 3% и следующим гранулометрическим составом: песок крупностью 0,1-2 мм – 60-85%, песчаные пылеватые и глинистые частицы крупностью менее 0,1 мм – 40-15%. В песке допускается содержание гравия крупностью 2-20 мм (не более 25% от объема всего грунта). Супесчаный грунт тщательно перемешивается с вяжущим веществом (жидким битумом, каменноугольным дегтем, гудроном, мазутом). Содержание кислот и свободной серы в вяжущем веществе не допускается. В общем объеме смеси вяжущего вещества должно содержаться 8-10%. Толщина гидроизолирующего слоя должна составлять 100 мм, а при макропористых грунтах – 200 мм и более (в зависимости от категории просадочного грунта).

Гидроизолирующий слой должен покрыть всю поверхность насыпной подушки, а при сооружении на макропористых грунтах – и поверхность откосов подушки с выходом по всему периметру основания резервуара полосой шириной 0,5 м.

Отвод поверхностных вод от резервуаров обеспечивается планировкой и устройством отводных и нагорных канав. При строительстве резервуаров на макропористых просадочных и глинистых недренирующих грунтах планировка площадки под одну отметку запрещается. В этих случаях отвод воды из обвалования должен производиться в промышленную канализацию.

Для резервуаров вместимостью 700 м³ и более бермы и откосы основания должны моститься камнем до выполнения монтажно-сварочных работ и испытания резервуаров с последующей перемосткой.

Резервуары, расположенные на склонах, необходимо ограждать от стока поверхностных вод нагорной канавой. При большой крутизне склона, а также при близком к откосу расположении резервуара его корпус должен быть защищен от возможных оползней и падения отдельных камней. При хранении в резервуаре этилированного бензина откосы основания (если нет бетонного кольца) должны быть покрыты сборными бетонными плитами или монолитной бетонной плитой.

Для резервуаров объёмом 10000 м³ и более по периметру устраивают в песчаной подушке железобетонное кольцо (или ростверк на сваях при слабых грунтах). Фундаментное железобетонное кольцо должно иметь ширину не менее 1000 мм и толщину не менее 300 мм. Армирование кольца производится с учетом данных расчета по деформациям и на прочность.

После завершения строительства резервуара и его испытания водой нужно провести повторное нивелирование по периметру резервуара. Если неравномерная осадка вызвала недопустимые просадки основания, после спуска воды из резервуара должна быть произведена подбивка основания грунтом, применяемым для гидроизолирующего слоя.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. На основе оценки и аналитического обзора известных конструктивных решений резервуаров разработана более полная, уточненная классификация вертикальных стальных резервуаров.

2. Критериями сооружения вертикальных стальных резервуаров (РВС) является учет:

– конструктивных особенностей в зависимости от условий работы резервуара и свойств хранимого нефтепродукта;

– условий климатических нагрузок, действующих в районе строительства резервуара;

– вместимости резервуара.

3. Возможность прогнозирования перспективных направлений по совершенствованию конструкций резервуаров обеспечивается при помощи вышеупомянутой классификации и критериев сооружения резервуара.

Литературы:

1. Абелев М. Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. — М.:Стройиздат, 1983. — 247 с.

2. Абелев М. Ю, Невский А. А., Попов А. 3. О больших осадках резервуаров в Ираке // Строительство на слабых водонасыщенных грунтах: НТС. — Одесса: НИИНС, 1975.- №6. С. 183—184.

3. Агишев В.Г., Левенцов А.Н. Нормирование показателей надежности нефтяных резервуаров // НТС Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья: НТИС. М.: ЦНИИТЭнефтехим , 1975. - №5. -С. 4-6.

4. Андреев Г. А., Евтихин В. Ф., Шнейдер Г. Б. Индустриальные методы ремонта вертикальных стальных резервуаров / Обзорная информация. Сер. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. -М.: ЦНИИТЭИнефть, 1979. Вып. 8. - 56с.

5. Ашкинази М.И., Листова А.И., Чикинева Т.И. К вопросу о сроке службы резервуаров // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов: НТС. -М.: ВНИИОЭНГ, 1979 №5. С. 20-23.

6. Афанасьев В.А., Березин В.А. Сооружение газохранилищ и нефтебаз. -М.: Недра, 1986.- 334 с.

7. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. М.: Радио и связь, 1988. -92 с.

8. Барвашов В. А. Комбинированные модели грунтового основания// Основания, фундаменты и механика грунтов.- 1976.- № 1. С. 34-36.

9. Березин В.Л. Исследование напряженного состояния резервуаров / Сборник трудов Уфимского нефтяного института. Уфа, 1960. - №3, С. 149-153.

10. Баязитов М.И., Чиркова А.Г. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли Уфа: Изд. УГНТУ, 1999.- 172 с.

11. Березин В.Л., Мацкин А.А., Гумеров А.Г., Ясин Э.М. Вопросы эксплуатационной надежности резервуаров на нефтеперерабатывающих заводах. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1971 - 67 с.

12. Березин В. Л., Шутов В. Е. Прочность и устойчивость резервуаров и трубопроводов. М.: Недра, 1973 -223 с.

Kairgazy Madiyar Kairgazyuly

Features of the design of elements of vertical steel tanks

Annotation. In the given research article describes challenging tasks at designing and building storage tanks in complex engineering geological conditions. Summary: In the given research article describes challenging tasks at designing and building storage tanks in complex engineering geological conditions. The relevant tasks include cases in experiences of constructing reservoirs. It shows that at designing and building tanks in complicated engineering geological and climatic conditions it is necessary to solve important tasks that directed to provide stability base situated under operating loads of storage tanks and reducing their uneven precipitation. The target of the project is efficiency increase and performance at operating storage tanks by developing and introducing new constructive solutions of reservoirs

Keywords: tanks, bottom, dirt pad, waterproofing layer, reinforced concrete ring.

УДК 622.2

Багдат Момбеков, Ким Людмила, Алихан Жулдызай

Каф. нефтяной инженерии, университет им. Сатпаева,050010 Алматы, Казахстан

b.mombekov@satbayev.uiversity, kimmilaa16@gmail.com, alikhanzhuldyz@gmail.com

КОНТРОЛЬ ОСАЖДЕНИЯ ПАРАФИНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. *Осаждение парафина на внутренние стенки подводных трубопроводов представляет собой дорогостоящую проблему при добыче и транспортировке нефти. Проблема обычно вызвана необработанной или частично переработанной восковой сырой нефтью. Применение внешнего покрытия для трубопровода может уменьшить осаждение парафина, предотвращая потерю температуры от жидкости к окружающей среде. В данном исследовании мы попытались определить, и объяснить эффективный способ устранения осаждения парафина основываясь на низкую теплопроводность и благоприятное воздействие на окружающую среду, за счет использования пенополиуретановой изоляции, причем сравнения исследования проводились между двумя видами облицовочных материалов – изоляция с асбестовым картоном и утепление пенополиуретаном. Кейсы были смоделированы в Microsoft Excel из-за недоступности коммерческого программного обеспечения OLGA и PVTSim. Все результаты эксперимента показали, что пенополиуретановая изолированная труба имеет более высокую анти-восковую производительность по сравнению с асбестовым картоном при изолировании*

трубы. Труба изолированная пеной полиуретана имеет низкую термальную проводимость, которая предотвращает потерю тепла, таким образом, делая ее более эффективной в уменьшении осаждения парафина.

Ключевые слова: *парафин, трубопровод, эксперимент, покрытия.*

Введение. Вопросы осаждения парафинов воспринимаются как одна из важнейших проблем нефтегазовой отрасли при добыче и транспортировке сырой нефти. Нефтяная промышленность ежегодно теряет огромное количество денег, чтобы контролировать эти вопросы. Парафин характеризуются как органические соединения, содержащиеся в нефти. Молекулы парафина имеют очень сложную относительно высокую молекулярную массу и содержат в основном атомы углерода и водорода. Они обычно находятся между углеводородной цепью C18H38 и C78H142 с наивысшей точкой плавления [1]. В нефтяной промышленности, осаждение парафина является частой причиной тревоги при подаче нефти от места продукции к обрабатывающим предприятиям и рафинадным заводам. Парафиновый воск обычно осаждается на производственном оборудовании, таком как линии потока и трубопроводы, и уменьшает диаметр, доступный для потока, и может даже полностью закупорить его [2]. Поэтому было проведено несколько методов удаления парафинового осаждения, таких как механический, химический, термический и сочетание всех этих трех методов [3]. Но ни один из методов не работал эффективно на нефтегазовом месторождении. Более того, методы достаточно дорогие и вызывают некоторые побочные эффекты. Более желательно сосредоточить внимание на методах профилактики, а не на удалении отложений парафина.

Труба изолированная асбестовым картоном была использована на нескольких нефтегазовых месторождениях, и она имеет свои преимущества и недостатки, которые нужно улучшить. По этой причине, труба изолированная полиуретановой пеной может быть лучшим решением для того чтобы решить эту проблему. Пенополиуретановая изолированная труба имеет очень низкую тепловую связность (0,02 Вт / ч * фут * F) и синтезирована для обеспечения высокой устойчивости к коррозии и высоким температурам [4]. Применение внешнего покрытия может быть эффективным решением для смягчения парафинового осаждения.

Обзор литературы

Механизмы осаждения парафина

Во время подачи сырой нефти через подводные трубопроводы, воск является причиной осаждения и ограничения подачи. Отложение парафина происходит в результате осаждения молекул воска, прилегающих к холодной стенке трубы. Таким образом, осаждение воска может происходить только если температура внутренней стенки трубы не ниже температуры осаждения воска (WAT - температура, при которой парафин начинает кристаллизоваться в растворе). Осажденные молекулы воска на стенках труб начинают формироваться в зарождающийся гель на холодной поверхности. Зарождающийся гель растет с течением времени и в конечном итоге если его не удалить вызывает засорение в трубопроводе [5].

А. Парафиновый воск управления

Если потенциальные осадки присутствуют в пластовом флюиде во время разработки месторождения, разработчик должен найти экономически приемлемое решение для отложения воска. Решение зависит от длины транспортировки, температуры окружающей воды, состава масла и так далее. В общем, для решения проблемы с воском используются четыре различных метода. Эти методы являются механическими, термическими, химическими, а также комбинацию этих трех методов [3]. Однако большинство из них имеют ограничения для более длинного трубопровода, как упоминалось ранее.

Среди этих методов, применение внешнего покрытия было предложено в качестве альтернативного подхода для транспортировки воскообразной сырой нефти [4]. Применение внешнего покрытия предотвращает потерю тепла транспортируемой жидкости в

окружающую среду. Труба с изоляцией из пенополиуретана может быть хорошим кандидатом для предотвращения воска из-за ее низкой теплопроводности.

B. Температурная модель для трубопровода

Температурный профиль очень важен для прогнозирования отложения парафинового воска в трубе. Таким образом, оценка скорости теплопередачи на трубе может предоставить полезную информацию для инженеров по эксплуатации для прогнозирования парафинового осаждения в трубе. Это определяется скоростью потери тепла от протекающей жидкости к окружающей среде. В данной работе представлен подход к оценке температуры протекающей жидкости в разных трубах в зависимости от длины. Существует ряд важных переменных, которые влияют на температуру жидкости, когда теплая жидкость обменивается тепловой энергией с окружающей средой. К ним относятся температура протекающей жидкости (Тж), температура окружающей среды (Токр), коэффициенты теплопередачи (hi и ho), теплопроводность покрытия и теплопроводность стенки трубопровода (ktруб) [6]. Влияние этих переменных на теплопередачу из ствола скважины в окружающую среду было исследовано с помощью экспериментальных и модельных подходов. Исследована стационарная модель теплообмена для осаждения твердых частиц из воскообразных смесей в трубопроводе [6, 7]. Стационарный теплообмен моделируется преимущественно с помощью аналитического и численного подходов для частично и полностью заглубленных труб [7].

В установившемся режиме скорость теплового потока через трубопровод на единицу длины скважины, dQ / dL, может быть выражена как

$$\frac{dQ}{dL} = 2\pi r_{to} U_{to} \left(T_f - T_{sur}\right) \tag{1.1}$$

Uto определяется как общий коэффициент теплопередачи на основе площади внешней поверхности трубопровода 2π rto. (Tf-Tsur) разница температур между протекающей жидкостью и окружающей средой. Общий коэффициент теплопередачи Uto - это радиальный теплообмен между протекающей жидкостью и окружающей средой. Uto выражается по формуле уравнением 1.2.

$$\frac{1}{U_{to2}} = \frac{1}{h_o} + \frac{r_{to} \ln \frac{r_{to2}}{r_{ti2}}}{k_{tub}} + \frac{r_{to} \ln \frac{r_{ins}}{r_{to}}}{k_{ins}} + \frac{r_{to} \ln \frac{r_{to}}{r_{ti}}}{k_{tub}} + \frac{r_{to}}{r_{ti} h_i} \tag{1.2}$$

Конвекционный теплообмен hi за счет внутреннего пограничного слоя - пленки может быть рассчитан по уравнению 1.3.

$$h_i = \frac{D_i}{0.0225 * k * Re^{0.8}} \tag{1.3}$$

Коэффициент внешней теплопередачи ho можно классифицировать для свободной или принудительной конвекции в воде или воздухе. Свободная конвекция для воды была использована в нашем исследовании и выражается как:

$$h_o = \frac{D_o}{10 * k * (0.26694 * log Re_{sur}^{1.3681})} \tag{1.4}$$

- Re_{sur} число Рейнольдса окружающих и выражается как:

$$Re_{sur} = 1.47 \frac{\rho_{sur} * V * D_o)}{\mu_{sur}} \tag{1.5}$$

Температура жидкости в разных точках может быть рассчитана для разных труб (изоляция из асбестового картона и изоляция из пенополиуретана.) следующим образом:

$$T_{outlet} = T_{inlet} \frac{\frac{dQ}{dL} * L}{C_p \dot{m}} \qquad (1.6)$$

Результаты и обсуждения

Для анализа на основе базового случая были проведены расчеты скорости теплопередачи для двух типов материалов, таких как труба с изоляцией из асбестового картона и труба с изоляцией из пенополиуретана. На рисунках 1а и 1б показано исследование двух разных материалов покрытия в разных средах. По результатам проведенного анализа температура появления воска (WAT) была около 47 ° C. Это ясно показывает, что все температуры жидкости падают с увеличением длины трубопровода. Тем не менее, температура жидкости в трубе с изоляцией из пенополиуретана начинает падать ниже уровня WAT при длине подводного трубопровода 3850 футов, когда кристаллизация погруженного в трубопровод воска достигала 4650 футов. С другой стороны, температура жидкости для труб с изоляцией из асбестового картона опускается ниже WAT на более коротком расстоянии около 3350 футов и 4250 футов соответственно. Это из-за более высокой теплопроводности. Как только температура жидкости упадет ниже WAT, воск начнет кристаллизоваться, осаждаться и прилипать к поверхности трубопровода.

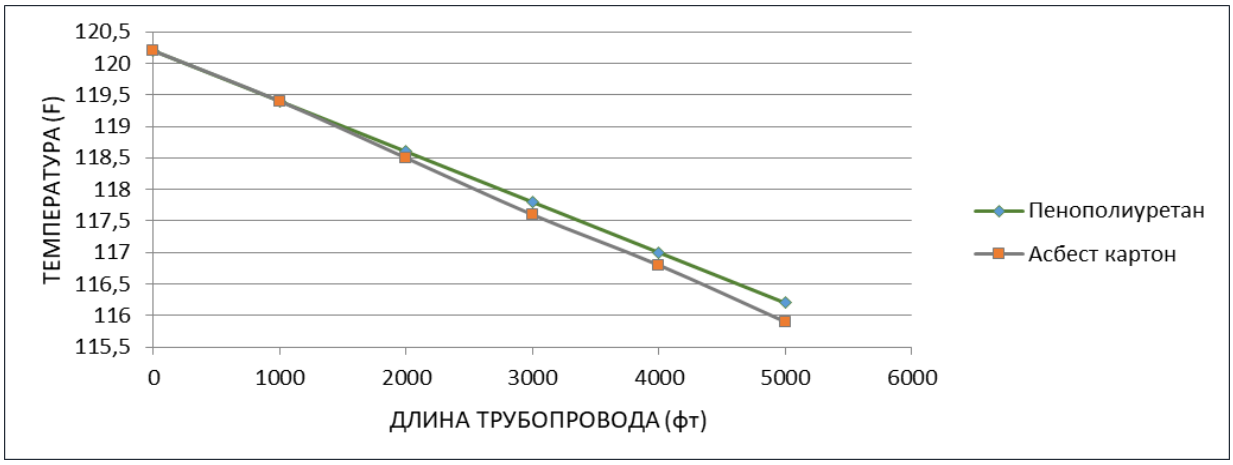


Рисунок 1а - Температура жидкости изменяется с длиной (трубопровод погружается в почву)

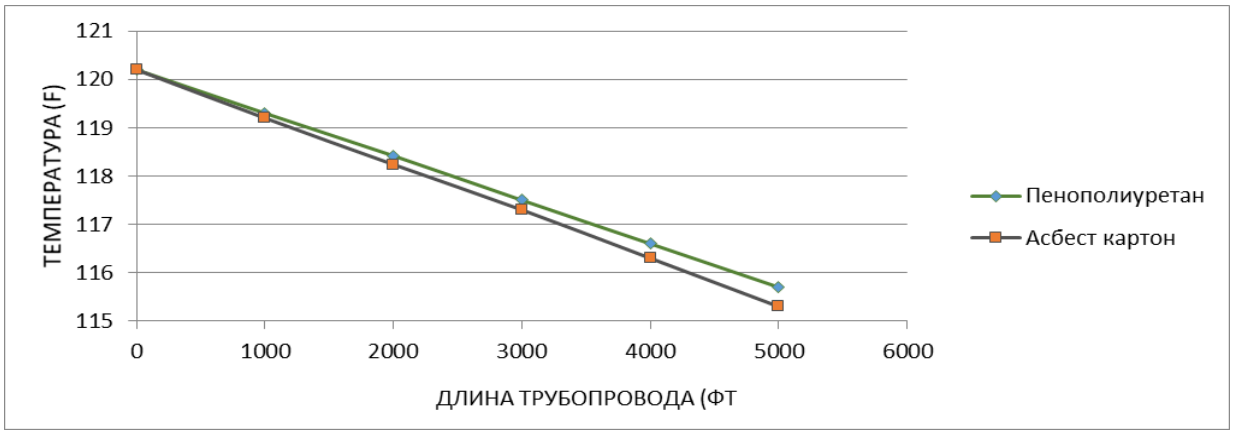


Рисунок 1б - Температура жидкости изменяется с длиной (подводный трубопровод)

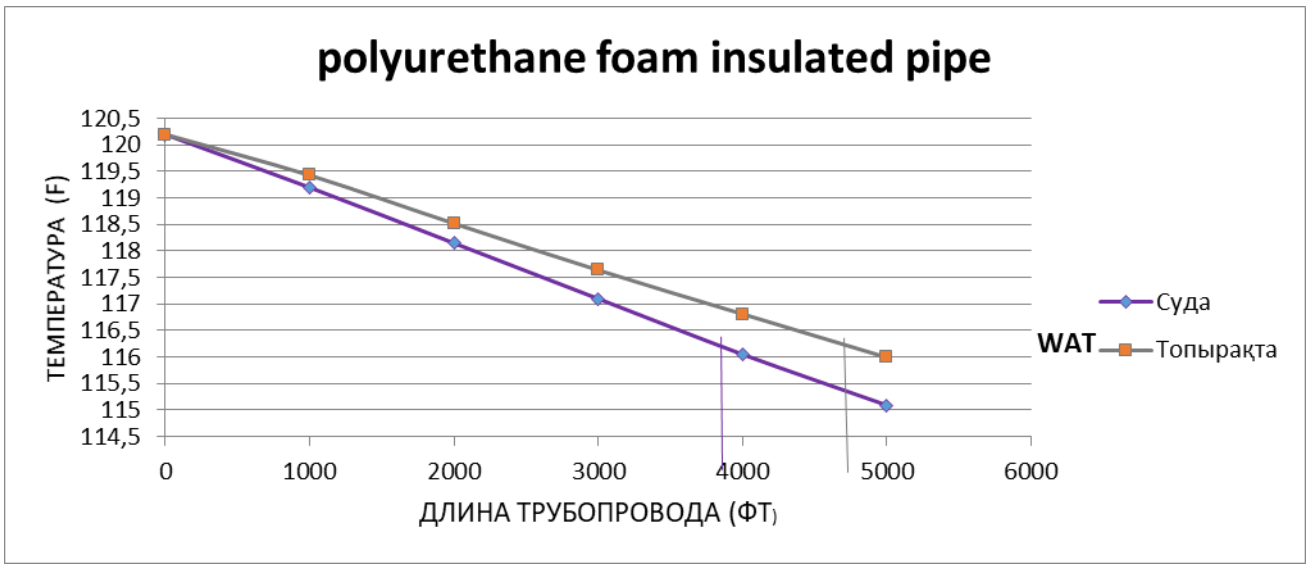


Рисунок 2 - Температура жидкости меняется с длиной

Выводы

Труба с изоляцией из асбестового картона дала более высокие перепады температуры по сравнению с трубой, изолированной пенополиуретаном, и температура жидкости достигла WAT на уровне 3350 футов. Следовательно, полиуретановая пена с изоляцией более эффективна в периоды потери тепла, выдерживает воздействие окружающей среды, такое как корреляция, эрозия, и служит в течение длительного периода времени, конкурируя с трубой с асбесто-картонной изоляцией.

Литературы:

1. Todi, S., & Deo, M. (2006). Experimental and modeling studies of wax deposition in crude-oil-carrying pipelines. Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA.

2. dos Santos, J. d. S. T., Fernandes, A. C., & Giulietti, M. (2004). Study of the paraffin deposit formation using the cold finger methodology for Brazilian crude oils. Journal of Petroleum Science and Engineering, 45(1-2), 47-60.

3. Aiyejina, A., Chakrabarti, D., Pilgrim, A. & Sastry, M. (2011). Wax formation in oil pipeline; a critical review. International Journal of Multiphase Flow. 37(7), 671-694.

4. Palle, S., Logstor Ror, (1998). Thermal Insulation of Flowlines with Polyurethane Foams. Offshore Technology Conference held in Houston. Texas. 4-7 May 1998.

5. Morten K. S (2012) Modelling of Paraffin Wax deposition in Oil Pipeline. PhD's thesis.

6. Haj-Shafiei, S., Serafini, D., & Anil K. Mehrotra (2014). A steady-state heat-transfer model for solids deposition from wax mixtures in a pipeline. Fuel 137 (2014) 346-359.

7. Dong-Wook Oh, Jang, M. P., Kong, H.L., Erich Z., & Jungho, L. (2014). Effect of Buried Depth on Steady-State Heat-Transfer Characteristics for Pipeline-Flow Assurance. SPE 166595, paper was presented at the SPE Offshore Europe Oil and Gas Conference and Exhibition, Aberdeen, 3-6 September 2013.

УДК 624.1:532(075.8)

В.Г. Ким
Научный руководитель – М.А. Баймухаметов, сениор-лектор, к.-ф.м.н., доцент
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
vladislav291996@mail.ru

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ЗАБОЙНОМ ДАВЛЕНИИ НИЖЕ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕНИЯ

Аннотация. *Рассмотрены существующие методы гидродинамических исследований добывающих скважин, работающих в режиме забойного давления ниже давления насыщения. Приведены классические и частные случаи проведения того или иного типа исследований на текущий момент. Проанализированы характерные особенности каждого из типов исследований, выделены характерные преимущества и недостатки. В виде графических материалов представлены несколько видов индикаторных диаграмм, описывающих линейные законы, действующие на данный момент в эксплуатируемых скважинах. Проведён обзор на значимость и место гидродинамических исследований при разработке и эксплуатации скважин, работающих в режиме забойного давления ниже давления насыщения. Выявлена и обоснована необходимость совмещения либо совершенствования применяемых на данный момент методов гидродинамических исследований. На основе проведённого исследования предлагается усовершенствование текущих корреляционных и других типов методик для данного режима эксплуатации скважин.*

Ключевые слова: *режим, гидродинамический, исследование, забойное давление, давление насыщения, метод, методика, зависимость.*

На нефтяных месторождениях Казахстана до 60-х годов увеличение дебита жидкости эксплуатационных скважин за счет снижения забойного давления лимитировалось величиной давления насыщения. Считалось, что снижение забойного давления ниже давления насыщения и вызванное этим выделение газа в пласте настолько повысят фильтрационные сопротивления в зоне разгазирования, что даже значительное увеличение депрессии на пласт не приведет к увеличению дебита жидкости. Опасались, что выделение газа в пласте уменьшит коэффициент нефтеотдачи пласта и вызовет запарафинирование призабойной зоны [1].

Так, например, в инструкциях по исследованию и установлению технологического режима работы скважин месторождений Башкирии и Татарии подчеркивалась необходимость сохранения забойных давлений выше давления насыщения. О желательности поддержания забойных давлений (а не только пластовых) выше давления насыщения указывалось в работах К.А. Царевича и И.А. Чарного [2]. Причём К.А. Царевич связывал это с возможным уменьшением нефтеотдачи пласта, а И.А. Чарный - с необходимостью сохранения дебита скважин.

Однако ряд исследований показал, что при разработке нефтяных месторождений с применением законтурного и внутриконтурного заводнений, снижение забойных давлений ниже давления насыщения вполне допустимо. Оказалось, что при вытеснении нефти из порового пространства водой присутствие газа не только не уменьшает, но даже увеличивает коэффициент нефтеотдачи, а снижение забойного давления ниже давления насыщения дает значительный прирост дебита жидкости [1].

Среди всех методов гидродинамических исследований скважин для определения параметров пласта в условиях достижения давления ниже давления насыщения пользуются методом пробных откачек, подразумевающим посторенние индикаторных диаграмм по замерам, сделанным при установившихся режимах фильтрации.

Классическое исследование скважин при установившихся режимах фильтрации основано на предположении, что дебит и забойное давление на каждом режиме работы пласта остается практически постоянным. Данный метод исследования скважин отличается простотой осуществления исследования и методики обработки полученных результатов. Сущность исследований заключается в том, что на различных режимах работы скважины замеряют дебит и забойное давление. Полученные данные используются для получения графика зависимости q=f(Δp). При линейном законе фильтрации однородной жидкости в пористой среде эта зависимость в координатах Δp, q будет прямой, угол наклона которой к оси дебитов определяет коэффициент продуктивности скважины К (Рисунок 1), который в свою очередь определяется из формулы Дюпюи:

$$K = \frac{q}{p_{пл} - p_{заб}} = \frac{2\pi kh}{\mu(ln\frac{R_k}{r_c} + S)} \quad (1)$$

где: S – скин-фактор пласта; r_c – радиус скважины по долоту.

Зная коэффициент продуктивности, можно определить гидропроводность пласта или проницаемость k, если известны толщина пласта h и вязкость жидкости μ. Величина R_k определяется как половина расстояния между скважинами.

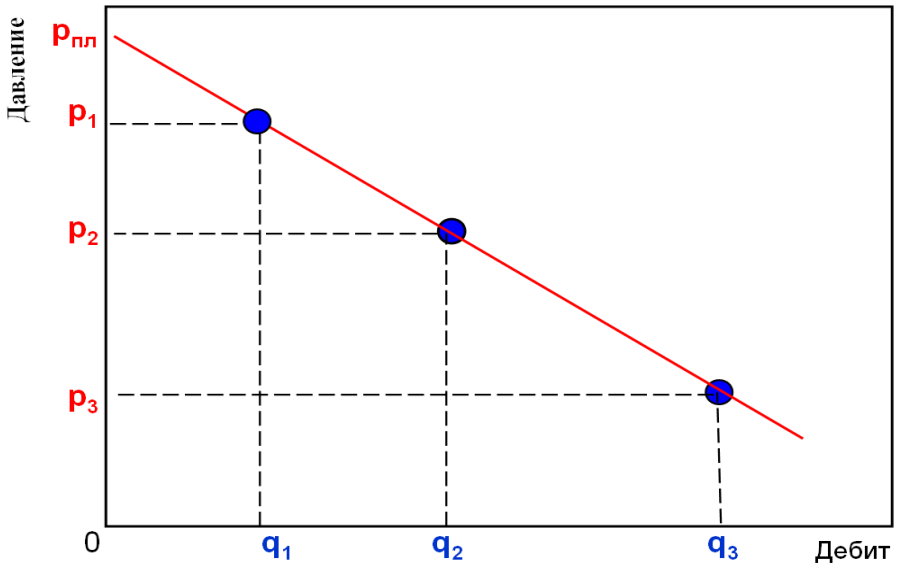


Рисунок 1 - Классическая индикаторная диаграмма, описываемая линейным законом фильтрации

Однако в практике, в отличие от рис. 1, встречаются индикаторные диаграммы самой разной формы. Такие формы индикаторных диаграмм определяются факторами, связанными: а) с режимом разработки; б) с режимом работы скважины; в) с коллекторскими свойствами пласта и пластовых жидкостей в зависимости от изменения давления. Форма индикаторных диаграмм часто определяется совокупностью нескольких факторов. Определение и оценка каждого из них – задача сложная и требует большого опыта.

К числу факторов, влияющих на характер индикаторных диаграмм, в первую очередь следует отнести:

а) нарушение линейного закона фильтрации жидкости;

б) снижение фазовой проницаемости в призабойной зоне пласта при снижении забойного давления ниже давления насыщения;

в) снижение проницаемости пласта вследствие его сжимаемости при снижении давления;

г) изменение физических свойств жидкости – изменение вязкости в зависимости от давления;

д) изменение рабочей мощности пласта – подключение слабопроницаемых пропластков при увеличении перепада давления на забое;

е) некачественное исследование, когда скважина исследовалась при явно неустановившемся состоянии.

Итак, при интерпретации исследований скважин, работающих при давлении ниже давления насыщения, приходится работать с индикаторными диаграммами, в которых отклонение от прямолинейного закона фильтрации происходит из-за наличия в некоторых зонах пласта газожидкостной смеси. Как уже было сказано, в таком случае необходимо прибегать к иным по сравнению с однородной жидкостью законам течения и состояния фильтрующейся фазы. Ниже приведены теоретические основы описания процессов, происходящих в пласте при появлении и фильтрации газированной жидкости, а также небольшой обзор мнений по данной проблеме.

Литературы:

1. Усенко, В.Ф. Исследование нефтяных месторождений при давлениях ниже давления насыщения / В.Ф. Усенко // М.: Недра. – 2005. – 217 с.

2. Чарный, И.А. Подземная гидрогазодинамика / И.А. Чарный //М.: Гостоптехиздат. – 2008. – 396 с.

3. Молокович Ю.М. Неравновесная фильтрация и её применение в нефтепромысловй практике. - М.-Ижевск, 2006. -214 с.

4. Эрлагер Р. мл. Гидродинамические исследования скважин. – М.-Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2007. – 512 с.

5. Гидродинамические исследования скважин и методы обработки результатов измерений. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2000. – 228 с.

6. Карнаухов М.Л., Пьянкова Е.М. Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 432 с.

В.Г. Ким

Төмен қысымды қысым кезінде жұмыс істейтін ұңғымаларды гидродинамикалық зерттеулер әдістеріне шолу

Аңдатпа. Төмен қысымды қысым кезінде жұмыс істейтін ұңғымаларды қанықтыру қысымынан төмен деңгейде төмендету және пайдалану кезінде гидродинамикалық зерттеудің маңыздылығы мен орнын зерттеу. Гидродинамикалық зерттеулердің қазіргі уақытта қолданылған әдістерін біріктіру немесе жетілдіру қажеттілігі анықталды және дәлелденді. Зерттеудің негізінде осы ұңғыманы пайдалану режиміне ағымдағы корреляцияны және басқа әдістерді жақсарту ұсынылады.

Кілт сөздер: режимі, гидродинамикалық, зерттеу, төменгі қысым, қанықтыру қысымы, әдіс, әдіс, тәуелділік.

V.G. Kim

Overview of methods of hydrodynamic studies of wells operating at bottomhole pressure below the saturation pressure

Annotation. A review of the significance and place of hydrodynamic studies in the development and operation of wells operating in the bottomhole pressure below the saturation pressure was carried out. The necessity of combining or improving the currently used methods of hydrodynamic research has been identified and substantiated. On the basis of the study, it is proposed to improve current correlation and other types of methods for this mode of well operation.

Key words: mode, hydrodynamic, research, bottomhole pressure, saturation pressure, method, method, dependence.

УДК 622

А.В. Логвиненко
Научный руководитель – А.Х. Сыздыков,
директор ИГиНГД им. К.Турысова, к.т.н., профессор
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
alex.kazntu@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДОБЫЧИ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

Аннотация. *Казахстан располагает значительными запасами месторождений с высоковязкой нефтью. Большинство таких месторождений залегает на небольшой глубине до 1000 м с динамической вязкостью более 1000 мПа*с. В мировой практике при подобных условиях применяются хорошо зарекомендовавшие себя способы добычи: SAGD (парогравитационный дренаж нефти) и VAPEX (закачка парообразного растворителя в пласт в режиме гравитационного дренажа). В Казахстане подобные технологии не применяются. В работе приведены результаты лабораторных исследований изменения динамической вязкости высоковязкой нефти при смешивании в различных пропорциях с химическим растворителем – гексаном. Гексан рекомендуется авторами в качестве добавки в малых концентрациях к основному реагенту закачки (пар, горячая вода, пропан-бутановая смесь, CO_2 и др.).*

Ключевые слова. *VAPEX, динамическая вязкость, высоковязкая нефть, гексан, растворитель.*

Введение

Казахстан насчитывает порядка 220 месторождений нефти и газа. Большая часть из этих месторождений относятся к традиционным запасам, которые извлекают посредством стандартных технологий. К стандартным технологиям следует отнести: первичные (виды пластовой энергии), вторичные (заводнение, закачка газа с целью поддержания пласта) и третичные или методы увеличения нефтеотдачи (полимерное заводнение, термические способы и т.д.). Однако есть 47 месторождений нетрадиционных запасов, которые разрабатываются, минуя первичные и вторичные методы, третичными методами. Такие запасы относятся к высоковязким нефтям, характеризующимся очень высоким значением динамической вязкости или крайне низкой подвижностью. Без снижения вязкости такую нефть не сдвинуть с места, ее нужно либо подогреть, либо растворить. Для подогрева высоковязкой нефти обычно используют горячую воду, пар или газ. Для растворения – углеводородные газы или жидкости. В данной работе использован гексан. Были получены образцы разгазированной высоковязкой нефти, керна и пластовой воды с месторождения Сарыбулак, разрабатываемого компанией Тарбагатай Мунай. В связи со сложностью доставки и тестирования пластовой нефти все исследования проводились на образце дегазированной нефти, плотность и вязкость которой выше [1].

Методология проведения исследования состояла из следующих этапов:

- измерение динамической вязкости разгазированной нефти при различных температурах (40 – 80 ºС) и атмосферном давлении на вискозиметре Штабингера;
- измерение динамической вязкости смеси разгазированной нефти и жидких растворителей в различных пропорциях при пластовой температуре и атмосферном давлении на вискозиметре Штабингера.

Замеры вязкости производятся по 4 раза для каждого образца и вычисляется среднее арифметическое значение.

Научными результатами исследования является получение зависимостей динамической вязкости смеси нефть-растворитель от концентрации растворителя – гексана.

Экспериментальные исследования динамической вязкости дегазированной нефти и растворителей

Исследования вытеснения высоковязкой нефти химическими растворителями (метод VAPEX) предполагает, что нефть не вытесняется, а растворяется, смешиваясь с парообразным и/или жидким растворителем. Смесь нефти и растворителя со сниженной вязкостью стекают в нижнюю добывающую скважину [2].

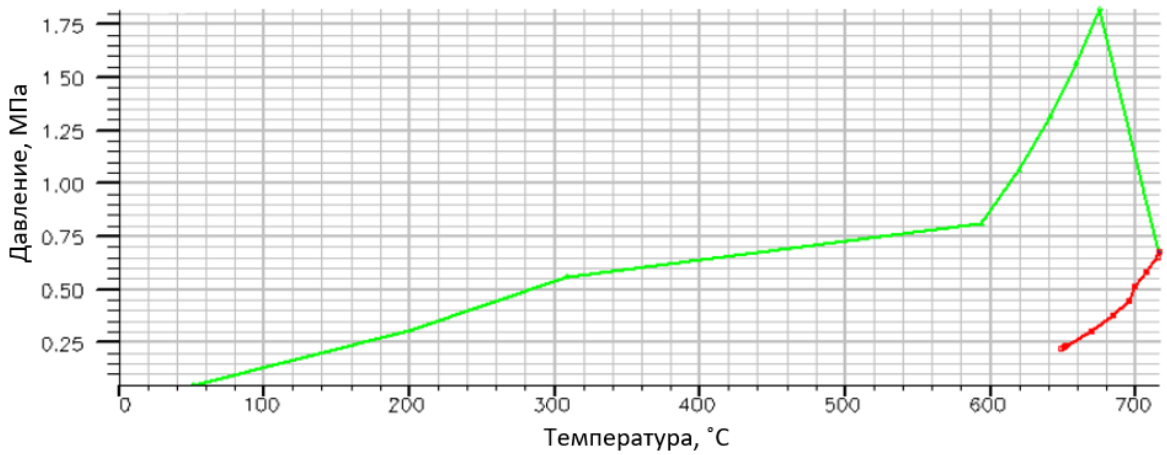


Рисунок 1 – Фазовая диаграмма разгазированной нефти

На рисунке 1 представлена фазовая диаграмма разгазированной высоковязкой нефти с месторождения Сарыбулак. Зеленой линией отмечена граница раздела однофазной (жидкость) и двухфазной (жидкость-газ) областей. Красной линией также отмечена граница между двухфазной (жидкость-газ) и однофазной (газ) областями. При пластовых условиях ($P_{пл}$=13,6 МПа, $t_{пл}$=40 ºС) данный образец нефти будет находиться в однофазном, жидком состоянии, так как для того чтобы превратить такую нефть в газ необходимо будет повысить пластовую температуру минимум до 650 ºС, оставаясь в низком диапазоне давлений (ниже 0,75 МПа).

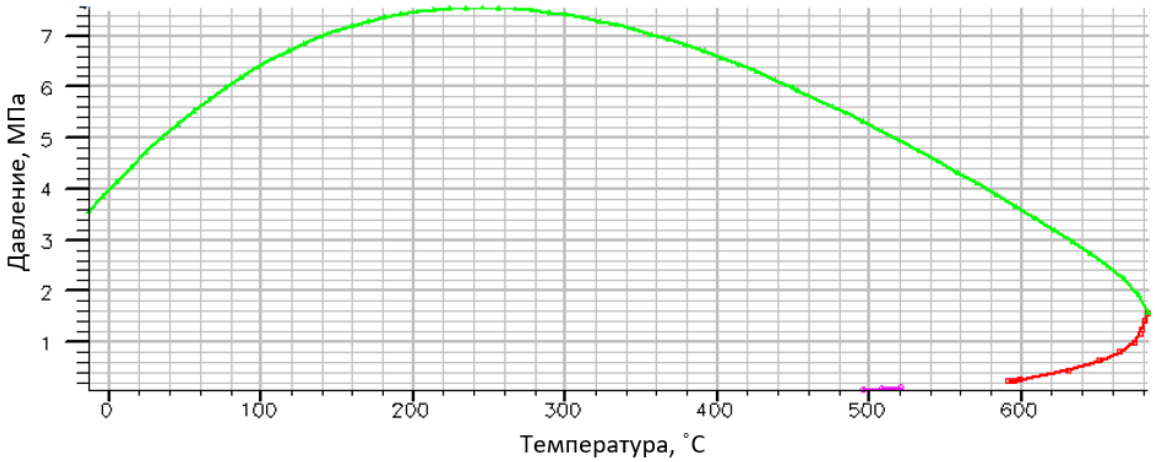


Рисунок 2 – Фазовая диаграмма пластовой нефти

На рисунке 2 представлена фазовая диаграмма пластовой высоковязкой нефти с месторождения Сарыбулак. Зеленой линией отмечена граница раздела однофазной (жидкость) и двухфазной (жидкость-газ) областей. Красной линией также отмечена граница между двухфазной (жидкость-газ) и однофазной (газ) областями. При пластовых условиях

($P_{пл}$=13,6 МПа, $t_{пл}$=40 ºС) данная нефть будет также находиться в однофазном, жидком состоянии, так как для того чтобы газ начал выделяться из нефти необходимо будет при пластовой температуре в 40 ºС достичь пониженного давления 5 МПа. Такие условия возможны скорее всего только в скважине. В однофазном газовом состоянии такая нефть будет при низких давлениях (ниже 1,75 МПа) и высоких температурах (более 600 ºС).

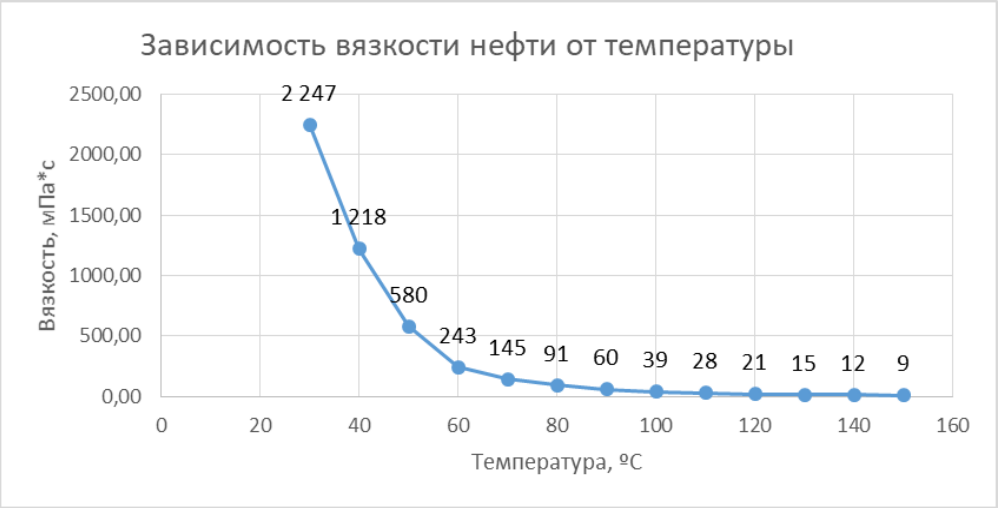


Рисунок 3 – Зависимость вязкости нефти от температуры

На рисунке 3 представлены результаты лабораторных исследований ВВН месторождения Сарыбулак. Исследования проводились на Вискозиметре Штабингера при атмосферном давлении. Диапазон исследований составил от 30 до 150 ºС. При таком нагреве вязкость резко снижалась с 2247 до 9,3 мПа*с, что в свою очередь говорит о положительном влиянии тепловых методов на нефть месторождения Сарыбулак. Из рисунка 3 можно сделать вывод, что нет необходимости повышать температуру свыше 150 ºС, так вязкость будет изменяться незначительно.

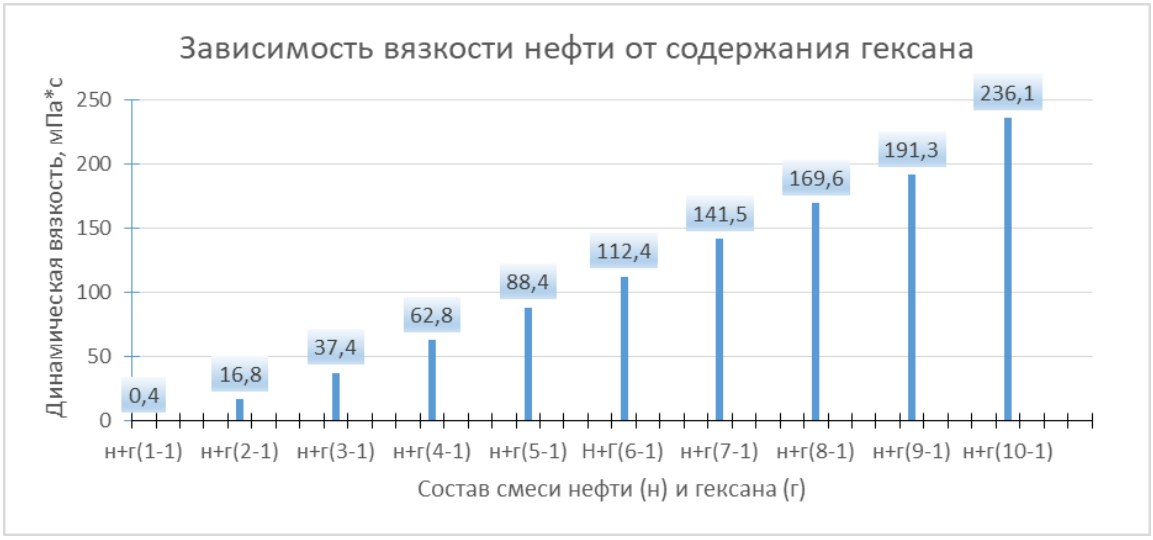


Рисунок 4 – График зависимости динамической вязкости смеси разгазированной нефти и гексана от концентрации гексана

На рисунке 4 предсатвлены результаты измерения динамической вязкости смеси разгазированной нефти и гексана от концентрации гексана. При пропорциях 1:1 вязкость нефти падает с 2247 до 0,4 мПа*с при температуре 40 ºС, то есть уменьшается в 5600 раз.

Вязкость гексана составляет 0,253 мПа*с при температуре 40 °С. Так как динамическая вязкость не является аддитивным свойством, то наиболее точным способом ее расчета будет экспериментальное определение. В наименьших пропорциях нефти к гексану 10:1 вязкость падает до значений 236,1 мПа*с, то есть в почти в 10 раз.

Заключение

Гексан обладает высокой растворяющей способностью и легко смешивается с нефтью. Небольшая концентрация гексана в закачиваемом реагенте способна значительно снизить динамическую вязкость нефти, увеличивая подвижность пластового флюида. При пластовом давлении и температуре гексан будет находиться в жидком состоянии. В случае закачки горячей воды, гексан также будет находиться в жидком состоянии. Температура горячей воды при этом может не превышать температуры в 100 °С. При температуре 150 °С вязкость дегазированной нефти снижается до 9 мПа*с. Чтобы закачать пар при пластовом давлении необходимо достичь температуры на забое в 335-340 °С, что является весьма затратным, так как основные затраты при паровых методах образуются за счет генерации пара. Окончательное решение о выборе метода добычи нефти, химических добавок и т.д. должно основываться на сравнении гидродинамических моделей различных вариантов методов увеличения нефтеотдачи, подтвержденных экспериментально, а также проведения технико-экономического обоснования каждого варианта.

Литературы:

1. http://www.kazenergy.com/images/stories/III_forum_doklady/wallace_presentation_rus.pdf

2. R.M. Butler, I.J. Mokrys. A New Process (VAPEX) For Recovering Heavy Oils Using Hot Water And Hydrocarbon Vapour. Journal of Canadian Petroleum Technology, 1991;

А.В. Логвиненко

Тұтқырлығы жоғары мұнайларды өндіру үшін химиялық ертінділерді қолдану

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты айдалатын реагентке қосу үшін гексанның мұнай тұтқырлығына әсерін зерттеу.

Мақалада Сарыбұлақ кен орнының жоғары тұтқырлықты мұнайын әр түрлі мөлшерде химиялық еріткіш - гексанмен араластырылған кездегі динамикалық тұтқырлығының өзгерісінің зертханалық нәтежиелері көрсетілген.

Гексан аз концентрацияда негізгі айдау реагенттеріне (бу, ыстық су, пропан-бутанды қоспа, CO2 және басқалар) қоспа ретінде авторлармен ұсынылған.

Кілт сөздер: VAPEX, динамикалық тұтқырлық, жоғарғы тұтқырлықты мұнай,гексан, еріткіш.

A.V. Logvinenko

Apllication of chemical solvents for high viscous oil recovery

Abstract. The aim of this work is a study of the influence of hexane on the oil viscosity for further addition to injection reagent. The paper presents experimental results of changes the dynamic viscosity of high viscous oil of Sarybulak field when blending in various proportions with chemical solvent – hexane. Hexane is recommended by the authors as an additive at small concentrations to the main injection reagent (steam, hot water, propane-butane mixture, CO_2 and others).

Keywords: VAPEX, dynamic viscosity, high viscous oil, hexane, solvent.

УДК: 622.32

М. Марковская, А. Жумагулов
Научный руководитель: доктор технических наук, ассоц. проф. Молдабаева Г.Ж
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
margaritaaa77@mail.ru

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ВЫСОКОВЯЗКОЙ И ВЫСОКОЗАСТЫВАЮЩЕЙ НЕФТИ

Аннотация. *В работе рассматривается повышение эффективности эксплуатации подземных нефтепроводов. Обосновается идея о том, что повышение эффективности достигается выбором оптимального температурного режима перекачки высоковязкой и высокозастывающей нефти с учетом изменения ее реологических характеристик. Выделяются и описываются характерные особенности предварительного подогрева при неизотермическом течении высокозастывающей и высоковязкой нефти следует определять в зависимости от режима движения и совокупных эксплуатационных затрат в условиях сохранения планового объема перекачки.*

Ключевые слова: *нефть, транспортировка, вязкость, трубопроводы, резервуар.*

Магистральные трубопроводы на территории Казахстана – сложнейшая высокомеханизированная и автоматизированная гидравлическая система.

Повышение эффективности трубопроводного транспорта высоковязкой и высокозастывающей нефти достигается выбором оптимального температурного режима с учетом изменения ее реологических характеристик, в зависимости от свойств нефтей.

Высоковязкая парафинистая нефть Мангистау, застывающая при температуре (+30)–+35) °С, поставила инженерную и научную задачу применять при ее транспортировке попутный огневой подогрев.

Один из главных факторов при транспортирования нефти по «горячим» нефтепроводам играет выбор оптимальной температуры предварительного подогрева и автоматического регулирования числа работающих насосов на нефтеперекачивающей станции.

Наиболее эффективным является тепловой способ регулирования реологических свойств высоковязкой и высокозастывающей нефти. Подогрев нефти происходит в основном головных станции перекачки, где происходит слив и налив товарной нефти при низких температурах воздуха, а также трубопроводах, в которых нефтепродукты подогреваются по всей продолжительности. Таких систем трубопровода называют «горячими».

Для магистральных трубопроводов наибольшее распространение получил способ «горячей» перекачки. Нефть нагревается в печах - теплообменниках головной станции, приобретая свойства ньютоновской жидкости, и закачивается в магистральный нефтепровод. По длине трубопровода через каждые 25...100 км устанавливаются промежуточные тепловые и насосные станции, на которых нефть снова подогревают и перекачивают дальше (рисунок 1).

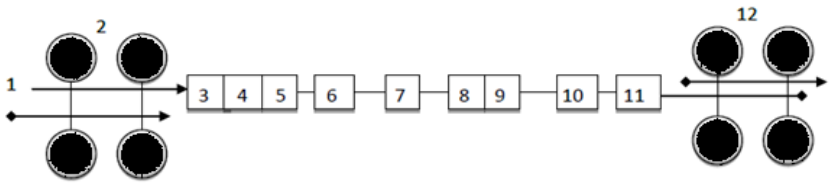


Рисунок 1 – Технологическая схема «горячей» перекачки

С увеличением вязкости перекачиваемой нефти напор и КПД насоса снижаются, а потребляемая мощность возрастает, поэтому центробежный насос лучше устанавливать после теплообменных аппаратов. Однако такое расположение в ряде случаев невозможно, поскольку гидравлическое сопротивление коммуникаций на всасывающей линии в таком случае будет значительно больше и рабочему насосу может не хватить подпора, т.е. он начнет работать с кавитацией.

Подогрев в резервуарах производится до температуры, обеспечивающей выкачку нефти с заданной подачей. Нагрев нефти в резервуарах до температуры перекачки нецелесообразен из-за больших потерь тепла и легких, наиболее ценных, фракций нефти.

Поэтому после резервуаров нефть до температуры перекачки должна нагреваться в специальных теплообменниках. Несмотря на достаточную изученность технологии транспорта высоковязкой и высокозастывающей нефти, вопросы выбора режимов работы «горячих» нефтепроводов до сих пор представляет собой сложную задачу.

Основные трудности связаны с тем, что система нефтепровод-грунт находится в неустановившемся состоянии из-за постоянных колебаний температуры грунта и воздуха, изменения физико-химических свойств окружающего грунта и реологических свойств перекачиваемой нефти.

Таким образом, имеющиеся приближенные решения вопросов выбора режима эксплуатации «горячего» нефтепровода не могут обеспечить плавного регулирования и смены режимов с достаточным уровнем надежности.

При схематизации процессов движения жидкостей и газов в трубопроводах используются также модели трубопровода.

Наиболее простая модель трубопровода - это модель *недеформируемой трубы,* т.е. цилиндра с постоянным не изменяющимся внутренним диаметром и постоянной толщиной стенки. Внешний диаметр трубопровода при этом также остается постоянным.

В ряде случаев модель недеформируемой трубы оказывается недостаточной для проникновения в сущность происходящих явлений, поэтому используется более сложная модель.

Опыт показывает, что объем внутренней полости трубопровода хотя и незначительно, но изменяется при изменении температуры и давления транспортируемой среды.

Для учета объемного расширения трубопровода при отклонении температуры T от номинального значения T_0 можно использовать формулу в которой коэффициент объемного расширения металла, из которого сделан трубопровод.

Уравнение равновесия верхней половины (обечайки) трубы, выделенной на рис. 2 утолщенной линией, под действием разности ($p-p_o$) давлений и окружных напряжений,возникающих в металле трубы.

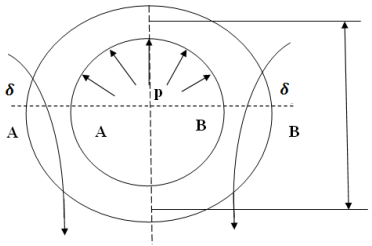


Рисунок 2 - К выводу формулы для изменения площади поперечного сечения упругодеформируемого трубопровода

При трубопроводном транспортировке нефти имеет место два режима течения как: турбулентный в начале перекачки и структурный в конце трубопровода. Осуществляется с помощью снижения температуры, и роста коэффициента динамической вязкости. (на рис. 3)

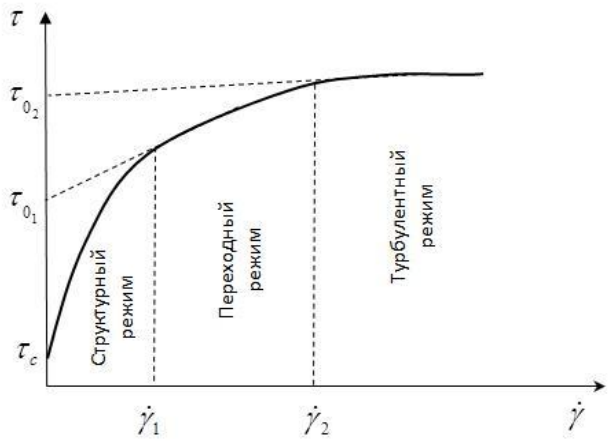


Рисунок 3 – Реологическая кривая перекачиваемой нефти

На рисунке показано, графики $\gamma(\tau)$ становятся нелинейными из за изменении течения, а также реологические кривые приобретают S-образный характер. При транспортировке «горячего» трубопровода имеет место обратного процесса, когда режима течения разрушенной структурой сменяется с устойчивым режимом. Эпюра скорости потока в структурном режиме образуют ядро потока (рис. 4).

Структурный режим образовывает ядра потока, движущие с одинаковой скоростью, тогда общий расход определяется как сумма расхода ядра потока и кольцевого слоя

$$Q = Q_0 + Q_1 = \int_0^{r_0} 2 \cdot \pi \cdot r \cdot u_0 \cdot dr + \int_{r_0}^{R} 2 \cdot \pi \cdot r \cdot u \cdot dr\,, \tag{1}$$

где Q_0- расход ядра потока; Q_1- расход кольцевого слоя;r, u_0 - радиус и скорость ядра потока соответственно.

Рисунок 4 – Эпюры скоростей и касательных напряжений по сечению потока вязкопластичной нефти для турбулентного и структурного режимов

Общее уравнение движения жидкости в трубе можно записать в виде

$$-\frac{\partial}{\partial r}(\tau \cdot r) = \frac{\Delta P}{l} r\,. \tag{2}$$

Поскольку движение вязкопластичной нефти можно с определенными допущениями описать уравнением Бингама-Шведова, подставляя значение τ из зависимости в уравнение

$$-\frac{\partial}{\partial r}\left(\tau_0 + \mu \frac{dU}{dr}\right) \cdot r = \frac{\Delta P}{l} r. \tag{3}$$

После двукратного интегрирования выражения 1.3 получим

$$u = -\frac{\Delta P}{4 \cdot l \cdot \mu} + \frac{C_1}{\mu} \cdot \ln r + \frac{\tau_0}{\mu} \cdot r + C_2, \quad (4)$$

где C_1, C_2 - постоянные интегрирования

В результате проведенных научно-литературных исследований, установлено, что индукционный нагрев трубопровода позволяет расширить функциональные возможности формирования теплового поля системы обогрева.

Литературы:

1. Алиев, В.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа / В.А. Алиев – М.: Недра, 2008. – 368 с.

2. Альтшуль, А.Д. Гидравлические сопротивления / А.Д. Альтшуль – М.: Недра, 2012. – 224 с.

3. Белоусов, В.Д. Трубопроводный транспорт нефти и газа / В.Д. Белоусов, Э. Ф. Блейхер, А.Г. Немудров и др. – М.: Недра, 2008. – 408 с.

Марковская М, Жумагулов А.

Аңдатпа. Жерасты мұнай құбырларының тиімділігін арттыруды қарастырады. Басты ізденіс тұтқырлығы және қату температурасы жоғары мұнай және мұнай өнімдерін құбырмен тасымалдау барысында оның реологиялық қасиеттерін өзгерте отырып, тиімді температураны қамтамасыз ету. Сонымен қатар, изометриалық емес ағында тұтқырлығы және қату температурасы жоғары мұнай және мұнай өнімдерін алдын ала жылыту кезінде, ағын үрдісімен оны пайдалану барысындағы айдау көлемі сипатталады.

Кілт сөздер: мұнай, тасымалдау, тұтқырлық, құбырлар, резервуарлар.

Markovskaya M, Zhumagulov A.

Selection of the optimal temperature pipeline transport mode high viscosity and high setting of oil

Abstract. The aim of the article is to consider the increase in the efficiency of operation of underground oil pipelines. The idea is based that the increase in efficiency is achieved by choosing a rational temperature regime for pumping high-viscosity and high-cooling oil, taking into account changes in rheological characteristics. The characteristic features of preheating in the non-isothermal flow of high-cooling and high-viscosity oil are distinguished and described, depending on the driving regime and the total operating costs in the conditions of maintaining the planned volume of pumping.

Keywords: oil, transportation, viscosity, pipelines, tank

УДК 622.276. 7

Г.Ж. Молдабаева[1], Р.Т Сулейменова[2], Ж.С. Дәуренбеков[3]

[1]д.т.н., ассоц. проф. КазНИТУ имени К.Сатпаева

[2]докторант PhD 1-курса кафедры «Нефтяная инженерия» КазНИТУ имени К.Сатпаева

[3]магистрант 2-курса НАО АУНГ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕАЛИЗУЕМОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЙРАНКУЛЬ

Аннотация. *В работе анализируется геологическое строение и расчетная модель пласта для прогноза технологических показателей месторождения Айранкуль. Принятая модель учитывает геологические и физические факторы характеризующие процесс вытеснения. Подробно исследуется влияние послойной и зональные неоднородность пласта по горизонтам.*

Ключевые слова: *расчетный модель пласта, послойная и зональная неоднородность, анализ объектов разработки, геофизические и гидродинамические исследования, способ эксплуатации скважин, коэффициент нефтеизвлечения.*

Учитывая геологическое строение месторождения Айранколь, в качестве расчетной модели пласта для прогноза технологических показателей разработки использовалась модель послойно- и зонально-неоднородного по проницаемости и одновременно прерывистого нефтяного пласта [1 и 2]. Согласно этой модели, принимается, что нефтяной пласт представлен набором слоев различной проницаемости. Совместно с геологической характеристикой пластов, принятая модель учитывает и физические факторы, характеризующие процесс вытеснения (двухфазность потока, различие вязкостей нефти и закачиваемого агента, явление языкообразования, схему размещения скважин и др.).

Зональная неоднородность по продуктивности определена по удельным начальным коэффициентам продуктивности скважин:

$$V^2_{\eta} = (\eta^2)_{ср}/(\eta_{ср})^2\text{-}1, \quad V_3{}^2 = V^2_{\eta}(r/d)^2 \qquad (1)$$

Величина расчетной послойной неоднородности пластов определялась по формуле:

$$V^2 = V_1{}^2 + (V_1{}^2 + 1)[(0.1x2\mu_*/(1+\mu_*)+1)x(V_3{}^2+1)x(V_3{}^2/4+1)]x(2/(1+m), \qquad (2)$$

Обоснование расчетной модели для месторождения Айранколь проводилось на основании прямых определений по результатам гидродинамических и геофизических исследований скважин таких параметров залежи, как V – доля неколлектора по площади обособленных пластов и слоев, $V_з^2$ – зональная неоднородность по удельной продуктивности на единицу толщины пластов между соседними скважинами, $V_п^2$ – расчетная послойная неоднородность пластов по проницаемости, $V_я^2$ – неоднородность сетки скважин по языкообразованию, $\eta_{ср}$ – среднее значение коэффициента продуктивности скважин, $К_{ср.пр}$ – среднее значение проницаемости.

Послойная неоднородность определена на основе данных по проницаемости, определенной по керну и для I неокомского горизонта (мел) составила $V_п^2$=0,53. По остальным объектам горизонтов вынос керна по скважинам либо отсутствует, либо невысок, что не позволяет комплексно подойти к определению послойной неоднородности по проницаемости. Количество определений проницаемости варьирует от 3 до 5. Поэтому послойная неоднородность для остальных объектов меловых горизонтов, ввиду незначительного количества лабораторных исследований, принята равной $V_п^2$=0,5.

Послойная неоднородность на юрских горизонтах определена лишь по результатам исследований образцов керна отобранных из разреза Ю-IV горизонта Западного свода, которая составила $V_п^2$=0,401. По остальным объектам юрских горизонтов, как и по горизонтам нижнемеловых отложений вынос керна по скважинам либо отсутствует, либо невысок и не позволяет качественно оценить послойную неоднородность. Количество определений проницаемости варьирует от 1 до 5. Поэтому послойная неоднородность для остальных объектов юрских горизонтов, ввиду незначительного количества лабораторных исследований, принята равной $V_п^2$=0,5.

Зональная неоднородность ($V_з^2$) для объектов юрских горизонтов определена по удельным начальным коэффициентам продуктивности скважин. Этот параметр имеет следующие значения по Ю-I(А+Б) и Ю-II(А+Б) горизонтам соответственно 0,472 и 0,320; по Ю-III(А+Б), Ю-IV (восточный свод) и Ю-V (западный свод) горизонтам 0,585, 0,643 и 0,760 соответственно. По остальным горизонтам (Ю-IV на западном своде, Ю-V на восточном своде) коэффициенты продуктивности определены лишь по результатам опробования единичных скважин, что недостаточно для надежного определения зональной неоднородности. Поэтому зональная неоднородность для Ю-IV горизонта принята по аналогии с объектом Ю-V (западный свод), а по Ю-V горизонту (восточный свод) - по аналогии с Ю-IV горизонтом (восточный свод).

Эксплуатационные объекты нижнемеловых горизонтов находятся в промышленной разработке с 2004 года, а объекты юрских горизонтов находились в пробной эксплуатации в период с мая по октябрь 2008г., по состоянию на 01.07.2014 г. эти находятся в консервации.

Первые три года разработки характеризуются ростом добычи нефти, что объясняется в основном активным разбуриванием месторождения. В 2011-2014 гг., наблюдается падение добычи нефти и рост обводненности продукции. Сопоставление проектных и фактических показателей выявило отставание фактических показателей от проектных.

Невыполнение проектных решений, в основном, связано с отставанием ввода новых скважин, в первую очередь с не выполнением плана бурения и ввода в эксплуатацию проектных скважин III объекта, обусловленных аномально высокой вязкостью нефти.

Согласно ТС, разработка залежей II и III объектов предусмотрена с применением внутриконтурного заводнения. В ТС начало заводнения отодвинуто на четвертый год разработки в объеме, компенсирующем отбор на 50 % через 5 нагнетательных скважин.

Фактически закачка воды на месторождении началась в 2004 году на пятом году эксплуатации. На дату анализа разработки нагнетательный фонд месторождения представлен 2 скважинами 20 и 32 (II объект), которые находятся на периферии структуры. Ближайшие скважины от нагнетательной скважины 20 находятся на расстоянии 500-600 м и, как показал анализ динамики добычи, закачка воды особого влияния на них не оказывает. Скважина 32 введена под нагнетание в апреле 2014 г.и пока эффекта не наблюдается. Следовательно, эксплуатационные объекты и месторождение в целом в настоящее время разрабатывается на естественном режиме без поддержания пластового давления.

По юрским горизонтам завершен период ПЭ на основании утвержденного ЦКР РК проекта пробной эксплуатации. В ППЭ эксплуатация объектов юрских горизонтов предусматривалась на естественном режиме.

В 2005г. на месторождении были проведены поисково–детальные сейсморазведочные работы МОВ ОГТ-2Д. По данным проведенного сейсмогеологического анализа уточнен структурный план продуктивных горизонтов.

В утвержденном ГКЗ подсчете запасов по результатам бурения новых скважин, данных интерпретации сейсмических исследований, комплекса ГИС уточнена геологическая модель залежей, выявлены новые залежи нефти в пределах восточного свода.

Согласно технологической классификации нефти нижнемеловых горизонтов относятся к тяжелым, высоковязким с ничтожным содержанием газа (1 $м^3/м^3$). Средние значения плотности нефти в поверхностных условиях по горизонтам изменяются от 0,9132 до 0,9494 $г/см^3$, вязкости при 20 ^oC от 120,8 до 4973,9 $мм^2/с$. Нефти юрских горизонтов относятся к легким, маловязким и средним содержанием растворенного газа в нефти.

Все скважины объектов меловых горизонтов эксплуатируются механизированным способом ШГН и ЭВН (26, 28, 103, 104, 107).

Анализ разработки объектов нижнемеловых горизонтов показал, что реализуемая система разработки является низкоэффективной. Основная причина отставания показателей обусловлена аномально высокой вязкостью нефти объектов разработки и в целом проектные решения не реализованы и конечные КИН по объектам не выполнимы. На основании вышеизложенного, запасы меловых отложений месторождения можно отнести к категории трудноизвлекаемых.

Практически все скважины меловых горизонтов работают с водой. Появление воды наблюдалось с начала эксплуатации. Предположительно обводнение скважин шло в основном за счет межколонных перетоков.

Для создания более эффективной системы разработки и достижения утверждённого коэффициента нефтеизвлечения необходимо на эксплуатационных объектах создать запроектированную систему: пробурить и ввести в эксплуатацию проектный фонд скважин на I и V эксплуатационных объектах, создать на II объекте запроектированную систему ППД, на III объекте, содержащем нефть аномально высокой вязкости, создать опытный участок по закачке горячей воды для определения наиболее эффективной технологии

разработки этого объекта и систематически проводить мероприятия по изоляции обводнившихся интервалов и интенсификации добычи нефти.

Из опыта эксплуатации месторождений аналогичных месторождению Айранколь очевидно, что разработка залежей на естественном режиме на юрских горизонтах будет низкоэффективной.

Геофизические и гидродинамические исследования, проведенные в период пробной эксплуатации, позволили уточнить физико-химические свойства флюидов, фильтрационно-емкостные и энергетические характеристики горизонтов.

Исходя из анализа ПЭ юрских горизонтов, выполнения проектных решений по контролю за разработкой можно сделать вывод, что выполненные работы в целом позволили определить подходы к дальнейшему выбору системы разработки.

Литературы:

1. Амиртаев М.А. и др. «Анализ разработки месторождения Айранкуль» ТОО ЦТИ, 2015г.

2. Б.С.Чернов, М.Н.Базлов, А.И.Жуков “Гидродинамические методы исследования скважин и пластов”, Москва, Гостоптехиздат, 2009 г.

Г.Ж. Молдабаева, Р.Т Сулейменова, Ж.С. Дәуренбеков

Айранкөл кенорнындағы жүзеге асырылатын өңдеу жүйесін тадағалау мен оның тиімділігін талдау

Андатпа. Айранкөл кен орнының технологиялық көрсеткіштерін болжау үшін геологиялық құрылымы мен есептелген су қоймасының моделі талданады. Қабылданған модель экструзия процесін сипаттайтын геологиялық және физикалық факторларды ескереді. Горизонттардың бойында стратифицирленген және аймақтық қалыптасқан гетерогенділік әсері толық зерттеледі.

Кілт сөздер: қабаттың жобалау үлгісі, қабаттың және аймақтық әртектілік, өңдеу нысандарын талдау, геофизикалық және гидродинамикалық зерттеу, ұңғыманы эксплуатациялау әдәсә, мұнай өндіру коэффициенті.

G.ZH. Moldabaeva, R.T. Suleimenova, Zh.S. Durenbekov

Analysis of efficiency and regulation of the implemented system of development of the Airankul deposit

Annotation. The paper analyzes the geological structure and the calculated reservoir model to predict the technological indicators of the Ayrankul field. The adopted model takes into account the geological and physical factors characterizing the process of extrusion. The effect of stratified and zonal formation heterogeneity along the horizons is studied in detail.

Keywords: reservoir design model, layer-by-layer and zonal heterogeneity, analysis of development objects, geophysical and hydrodynamic studies, method of well operation, oil recovery factor.

УДК 622.276. 7

Г.Ж. Молдабаева[1], Р.Т Сулейменова[2], Ж.С. Дәуренбеков[3]

[1]д.т.н., ассоц. проф. КазНИТУ имени К.Сатпаева

[2]докторант PhD 1-курса кафедры «Нефтяная инженерия» КазНИТУ имени К.Сатпаева

[3]магистрант 2-курса НАО АУНГ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВА ПЛАСТОВЫХ ФЛЮИДОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕРЕНЬУЗЕК

Аннотация. *В цельях выбора эффективной системы разработки и технологического режима подробно исследуется состав и свойства нефти в пластовых и поверхностных условиях, растворённого и свободного газа, физико-химические свойства газового конденсата, химический состав подземных вод месторождения ТеренЬУзек.*

Ключевые слова. *Состав и свойства нефти в пластовых и поверхностных условиях, растворённый газ, свободный газ, физические свойства, химический состав, газововый конденсат, подземные воды.*

Исследования физико-химических свойств нефти проводились в период геологоразведочных работ и в период промышленной разработки.

В целом физико-химические свойства нефти юрских и триасовых продуктивных горизонтов в поверхностных условиях исследованы по 58 пробам, в том числе: Ю-II (VIII2) среднекелловейский горизонт по 13 пробам, Ю-III-1 (VIII3) нижнекелловейский горизонт по 6 пробам, Т-II горизонт по 9 пробам, Т-III горизонт по 24 пробам, совместно Т-II +Т-III горизонт по 2 пробам и Т-V горизонт по 4 пробам.

Физико-химические характеристики нефти в пластовых условиях изучены по 45 глубинным пробам, в том числе: горизонт Ю-II (VIII2) по 4 пробам, горизонт Ю-III-1 (VIII3) по 2 пробам, горизонт Т-II по 11 пробам, горизонт Т-III по 20 пробам, 5 проб совместно с горизонтом Т-II+Т-III, горизонт Т-V по 3 пробам.

Лабораторные исследования проб пластовой нефти месторождения Терень Узек проводились на установке «FLUID-EVAL» (Франция), согласно ОСТ 39-112-80 «Нефть. Типовое исследование пластовой нефти».

Состав и свойства нефти в пластовых условиях. Физико-химические свойства пластовой нефти по горизонту Ю-II изучены по 4 глубинным пробам, отобранным из скважин 24, 25, 62 и 72. Величина плотности нефти в пластовых условиях варьирует от 0,612 до 0,789 г/см3, в среднем по горизонту составляет 0,695 г/см3. Динамическая вязкость в среднем составляет 0,90 мПа*с., газосодержание в среднем - 186,36 м3/т, при объёмном коэффициенте 1,464. Соответственно пересчетный коэффициент равен 0,683. Давление насыщения варьирует от 15,2 до 20,6 МПа и в среднем по горизонту составляет 17,4 МПа при пластовом давлении 22,1 МПа.

Плотность нефти в пластовых условиях составляет 0,649 г/см3, динамическая вязкость - 1,03 мПа*с. Нефть недонасыщена газом, т.к. значение давления насыщения составляет 20,2 МПа, при пластовом давлении 24,4 МПа. Величина газосодержания составляет 261,01м3/т при объёмном коэффициенте 1,692 (пересчетный коэффициент 0,591 д. ед.).

Величина плотности нефти продуктивного горизонта Т-II в пластовых условиях варьирует от 0,658 до 0,743 г/см3, в среднем по горизонту - 0,690 г/см^3. Динамическая вязкость в среднем -0,395 мПа*с. Величина газосодержания изменяется от 195,63 до 219,12 м3/т, в среднем по горизонту - 210,3 м3/т, при объёмном коэффициенте 1,560, пересчетный коэффициент 0,641 соответственно. Давление насыщения в среднем составляет 21,22 МПа при пластовом давлении 29,07 МПа.

Плотность нефти продуктивного горизонта Т-III в среднем по горизонту составляет 0,696 г/см3. Вязкость в пластовой нефти в среднем - 0,550 мПа*с. Величина газосодержания изменяется от 173,21 до 225,4 м3/т, в среднем составляет - 202,2 м3/т при объёмном коэффициенте 1,532. Пересчетный коэффициент равен 0,653. Рпл=29,87 МПа и Тпл=96,6°С. Давление насыщения - 24,3МПа. Коэффициент сжимаемости составляет 45,3* Ю"4 1/Мпа. Коэффициент растворимости газа в среднем составляет 7,0 м3/м3*МПа.

Состав и свойства нефти в поверхностных условиях. Величина плотности нефти среднеюрского продуктивного горизонта Ю-II поверхностных условиях изменяется от 0,831 г/см3 до 0,866 г/см3, в среднем составляет 0,855 г/см3. Кинематическая вязкость нефти при 20°С в среднем составляет 7,31 мм2/с. Содержание смол изменяется от 4,95 до 14,7%, в среднем составляет 10,13%, асфальтены присутствуют в 5 пробах, их содержание варьирует от 0,87 до 1,32% и среднее значение составляет 1,1%. Величина концентрации серы в среднем составляет 0,71%, парафина в среднем - 3,25 %. Содержание светлых фракций, выкипающих при 150°С изменяется от 15,0 до 25%, при 200°С от 25 до 37,0 %, при 300°С от 51,0 до 64,0 %.

По физико-химическим свойствам нефти относятся по плотности к средним, по вязкости к нефти с повышенной вязкостью, по содержанию смол к смолистым, серы - сернистым, парафина - парафиновым.

Продуктивный горизонт Ю-III-1 исследован 6 пробами из четырех скважин №№25, 30(2 пробы), 70 (2) и 91. Все пробы отобраны при опробовании скважин в процессе разведки.

Нефти двух проб, отобранных из скважины 30, резко различаются между собой физико-химическими свойствами, что свидетельствует о некачественном проведении анализа, поэтому физико-химические свойства нефти скважины 30 не учитываются при определении средних значений.

Плотность нефти по скважинам изменяется от 0,813 г/см3 до 0,850 г/см3, в среднем составляет 0,831 г/см3. Вязкость нефти при 20°С изменяется от 3,09 до 5,83 мм2/с и в среднем составляет 4,46 мм2/с. Содержание серы в нефти колеблется от 0,51 до 1,5% и в среднем составляет - 1,10%, парафина в среднем -1,41%. Содержание силикагелевых смол и асфальтенов не обнаружено. Среднее содержание светлых фракций выкипающих при 200°С - 38,75%, при 250°С -49,75%, при 300°С -63%.

По физическим свойствам нефти относятся, по плотности к легким, по вязкости к маловязким, по содержанию серы -сернистым, парафина -малопарафинистым.

Продуктивный горизонт Т-II. Плотность нефти в среднем составляет 0,848 г/см3. Кинематическая вязкость (при Т-20°С) в среднем малосмолистая (10,1%). Содержание асфальтенов - 0,62%. Выход светлых фракций выкипающих до 300°С - 53%.

По плотности нефти горизонта Т-II относятся к легким, по содержанию смол к малосмолистым, парафиновым и сернистым.

Величина плотности нефти продуктивного горизонта Т-III изменяется от 0,870 до 0,925 г/см3 в среднем составляя 0,888 г/см3 и относятся к тяжелым нефтям. Вязкость нефти при 20°С в среднем составляет 22,08 мм2/с. Содержание серы изменяется от 0,74% до 2,51%, среднее значение 1,46%. Концентрация парафина в нефти в среднем - 1,79%. Содержание силикагелевых смол в среднем составляет 13,75%, асфальтены -1,6. Содержание светлых фракций, выкипающих при: 150°С - 13,8%, при 200°С -23,1%, при 250°С -30,9% и при 300°С - 42,5%

Плотность нефти продуктивного горизонта Т-V в среднем составляет 0.890 г/см3. Вязкость нефти при 20°С - 31,15 мм2/с. Содержание серы изменяются от 0,85 до 1,42% и составляют в среднем по горизонту 1,16%.

Содержание асфальтенов и силикагелевых смол по одной пробе составляет 18,56%, асфальтенов - 0,94%.

Нефти горизонта относятся по плотности к тяжелым, по содержанию серы - сернистым, парафина -парафинистым.

Состав и свойства растворённого газа. Свойства и состав растворённого газа продуктивных горизонтов изучены по 73 пробам, в том числе: горизонт Ю-I по одной пробе, горизонт Ю-II по 21 пробам, горизонт Ю-III-1 по 2 пробам, горизонт Т-II по 12 пробам, горизонт Т-III по 27 пробам, 2 пробы совместно с горизонтом Т-ii+Т-iii, горизонт Т-V по 5 пробам. Основными компонентами изученных образцов газа являются метан, этан, пропан.

Продуктивный горизонт Ю-I. Растворенный в нефти газ изучен по одной пробе/ Содержание метана составляет 87,54%, этана — 6,17%, пропана — 1,82%.

По компонентному составу газ продуктивного горизонта Ю-II относится к метановому типу. Содержание метана в среднем составляет 82,42 %, содержание этана - в среднем составляет 6,58%, пропана - в среднем составляет - 3,81 %. Содержание азота - в среднем составляет 2,85%, углекислого газа - среднее значение 0,9%. Относительная плотность газа по воздуху - в среднем по горизонту 0,7138.

Продуктивный горизонт Ю-III-1 по компонентному составу газ относится к метановому типу. Содержание метана колеблется от 85,04 до 94,21%, в среднем составляет 89,63%, содержание этана - 4,75%, пропана - 2,01%, бутанов - в среднем 1,44%, содержание азота - 0,38%. содержание углекислого - 0,54%, сероводород отсутствует. Плотность воздуху изменяется от 0,5921 до 0,6506, в среднем составляет 0.6208.

Продуктивный горизонт Т-II. Растворенный газ охарактеризован 12 проб из 5 скважин. Среднее содержание метана - 66,47 %, этана - 10,02%, пропана - 7,42%, бутанов - 3,19 %, пентанов - 1,9 %, гексан+высшие - 1,75%. Из неуглеводородных компонентов присутствует азот - 2,55 % и углекислый газ - 0,84 %. Относительная плотность газа по воздуху- 0,93.

Продуктивный горизонт Т-III. Растворенный газ охарактеризован 27 пробами из 11 скважин. Содержание метана в среднем составляет - 73,68%, этана - 8,53%, пропана - 5,94%, бутанов - 2,16%, пентанов - 1,44%, гексан+высшие - 1,63%. Неуглеводородные компоненты: азот - 2,6% и углекислый газ - 0,94%. Сероводород 0,02%. Относительная плотность газа по воздуху - 0,815.

По компонентному составу газ продуктивного горизонта Т-V относится к метановому типу. Содержание метана изменяется от 75,73 до 88,72 %, в среднем составляя 84,14 %. Содержание этана колеблется от 4,59 до 6,11%, в среднем составляет 5,19%, пропана от 0,86 ло 2,4%, в среднем 1,53% азота - 0,91%, углекислого газа - 4,64%. Относительная плотность газа по воздуху - 0,676 г/л.

Состав и свойства свободного газа. Продуктивный горизонт Ю-I. По компонентному составу газ относится к метановому типу при среднем содержании - 90,4 %, этана - 3,42%, пропана -1,42 %, бутанов - 0,99%, азота - 1,60 %, углекислого газа - 1,69%. Сероводород - 0,016%. Относительная плотность газа по воздуху в среднем - 0,637.

Продуктивный горизонт Ю-IV-2. Свободный газ изученпо 5 пробам из четырех скважин 19, 22, 48 и 93. По компонентному составу газ относится к метановому типу. Содержание метана в среднем составляет 88,6 %, этана - 4,03%, пропана - 2,04 %. бутанов - 1,52%, азота в среднем - 2,52 % , углекислого газа - 0,26%.

Относительная плотность газа по воздуху варьирует от 0,5851 до 0,6749 в среднем составлял 0,647.

Продуктивный горизонт Т-V. По компонентному составу газ относится к метановому типу. Содержание мегана изменяется от 8331 до 86,54 в среднем составляет 85.38 %, этана - в среднем составляет 5,12%, пропана - в среднем 2,35 %, бутанов - в среднем 1,21%. Содержание азота в газе - в среднем составляет 3,8 %, углекислого газа -среднее значение 0,93%.

Относительная плотность газа по воздуху варьирует от 0,6589 до 0,6929 и составляет в среднем по горизонту 0,6719г/л.

Физико-химические свойства газового конденсата. В процессе опробования газовых горизонтов Ю-I, Ю-III-2, Ю-IV-1 и газовых шапок Ю-II, Ю-III-1, Ю-IV-2 вместе с газом было получено небольшое содержание конденсата.

По газовым горизонтам содержание конденсата варьирует от 3,8 до 14,4м3/сут, а выход сырого конденсата от 71,4 до 199,3см^3/м^3. По газовым шапкам содержание конденсата изменяется от 0,88 до 15,6м3/сут, выход сырого конденсата колеблется от 18 до 469,8 см3/м3.

Удельный вес сырого конденсата изменяется от 0,7357 до 0,7794 г/см3, кинематическая вязкость от 1.05 до 1,46 мм2/с. Давление начала конденсации пластового газа равно 10.5 МПа. В конденсате преобладают бензиновые фракции: до 150°С выкипает от 50 до 70%, до 190°С от 70 до 80°С светлых фракций. Конденсат характеризуется низкой температурой начала кристаллизации и застывания минус 70°С. Бензиновые фракции конденсата являются компонентом автомобильного бензина А-66, поэтому конденсат может направляться на переработку для получения автобензина самостоятельно или в смеси с нефтью Прорвинской группы месторождений. Характеристика конденсата, физико-химические свойства сырого конденсата игрупповой углеводородный состав газа и конденсата (при исследовании на газоконденсатность) приведены ниже в таблицах 2.3.5, 2.3.6 и 2.3.7 соответственно.

Физические свойства и химический состав подземных вод. На месторождении Терень Узек физико-химический состав пластовых вод изучен по анализам 31 пробы воды, из них по юрскому горизонту 17 проб, по триасовому горизонту 14 проб воды.

По результатам проведенных исследований, воды являются крепкими рассолами хлоркальциевого типа, хлоридной группы, натриевой подгруппы. По классификации Пальмера, пластовые воды относятся к III классу. Коэффициент метаморфизации (rNa/rCl) составляет 0,7 - 0,9. Для вод юрских и триасовых отложений в основном характерна соленость 19,5 - 21,6 °Бе. Воды жесткие, общая жесткость вод достигает до 561,4 мг-экв/л.

Характеристика свойств воды горизонта **Ю-III-1** дана по анализам 3 проб. Общая

минерализация воды в среднем по горизонту равна 242,9 г/л. Удельный вес воды в среднем - 1.160 г/см^3. pH среда вод кислая, равна 6,6.

Общая минерализация вод горизонта **Т-II** изменяется от 209,9 до 247,1 г/дм^3, в среднем составляя 233,7 г/дм^3. Удельный вес воды в среднем равен 1,157 г/см^3. pH среда вод в среднем равна 5,5.

Пластовые воды горизонта **Т-III** охарактеризованы 3 пробами воды. Общая минерализация воды изменяется от 231,7 до 255,5 г/дм^3, в среднем составляя 243,5 г/дм^3. Плотность вод варьирует от 1,156 до 1,170 г/см^3. pH среда вод кислая равная 5.

Таким образом, исходя из приведенного анализа изменения состава и свойств пластовых флюидов можно сделать следующие выводы и рекомендации:

В целом физико-химические свойства нефти юрских и триасовых продуктивных горизонтов в поверхностных условиях исследованы по 58 пробам, в пластовых условиях - по 45 глубинным пробам. Отобранное число и качество поверхностных и пластовых проб нефти по площади и разрезу эксплуатационных объектов удовлетворительное.

Литературы:

1. Б.С.Чернов, М.Н.Базлов, А.И.Жуков “Гидродинамические методы исследования скважин и пластов”, Москва, Гостоптехиздат, 2009 г.

2. Литература

3. Маркин А.Н. и др. Нефиепромысловая химия. Владивасток, 2011г.

4. Петров А.И. и др. Глубинные приборы для исследования скважин и пластов. М., Недра 1989г.

5. Чернов Б.С. и др Гидродинамические методы исследования скважин и пластов \\М.,1990г. С-319

Г.Ж. Молдабаева, Р.Т Сулейменова, Ж.С. Дәуренбеков

Тереңөзек кенорнындағы қабаттық флюидтың құрамы мен қасиетін зерттеу

Андатпа. Айранкөл кен орнының технологиялық көрсеткіштерін болжау үшін геологиялық құрылымы мен есептелген су қоймасының моделі талданады. Қабылданған модель экструзия процесін сипаттайтын геологиялық және физикалық факторларды ескереді. Горизонттардың бойында стратифицирленген және аймақтық қалыптасқан гетерогенділік әсері толық зерттеледі.

Кілт сөздер: қабаттық және жер беттік жағдайдағы мұнайдың құрамы мен қасиеті, еріген газ, еркін газ, физикалық қасиеттері, химиялық құрамы, газды конденсат, жер беттік сулар.

G.ZH. Moldabaeva, R.T. Suleimenova, Zh.S. Durenbekov

Study of the composition and properties of the plastic fluids of the deposit Terenuzek

Abstract. The paper analyzes the geological structure and the calculated reservoir model to predict the technological indicators of the Ayrankul field. The adopted model takes into account the geological and physical factors characterizing the process of extrusion. The effect of stratified and zonal formation heterogeneity along the horizons is studied in detail.

Keywords: Composition and properties of oil in reservoir and surface conditions, dissolved gas, free gas, physical properties, chemical composition, gas condensate, groundwater.

УДК 661.91

Ғ.С. Мұқашева, Б.Қ. Мустахимов
ғылыми жетекші: т.ғ.к.,доцент Мустахимов Б.К.
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Казахстан
mustbek@mail.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫ КӘСІПОРНЫНА ШЫҒАРЫЛАТЫН ГАЗ ТАЗАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ МОДИФИКАЦИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. *Бұл мақалада Қазақстанның мұнай-газ саласы кәсіпорнына шығарылатын газ тазалау технологиясының модификациясын әзірлеу жолы сипатталады. Өндіріс күштерінің қазіргі даму қарқыны мен көмірсутек ресурстарын игеру кезінде қоршаған табиғи ортаны қорғау мәселелері ерекше өткір және әлеуметтік мәнге ие болатындығы, мұнай-газ саласы кәсіпорнына шығарылатын газ тазалау технологиясының модификациясын әзірлеу мәселесі қарастырылған.*

Кілт сөздер: *мұнай-газ саласы, модификация, мұнай газ өнеркәсібі, кәсіпорын, газдарды тазалау технологиясы.*

Соңғы уақытта қалыптасқан Қазақстан Республикасының мұнай-газ кешеніне елдің отын-энергетикалық теңгерімінде және экономикасында жетекші рөл берілді. Өндіріс күштерінің қазіргі даму қарқыны мен көмірсутек ресурстарын игеру кезінде қоршаған табиғи ортаны қорғау мәселелері ерекше өткір және әлеуметтік мәнге ие болуда. Мұнай – газ өнеркәсібі ауаға зиянды газдардың 90% -ын таратуда. Зиянды өндірістік қалдықтар көлемінің үштен екі бөлігінен астамы солардың үлесіне тиеді.

Мұнай газ өнеркәсібі зауыты «Жылыоймұнайгаз» өнеркәсіптік орнынан қоршаған ортаға шығатын ластаушы заттардың мөлшері 2016 жыл бойынша анықталды. Атмосфералық ауаға стационар көздерінен I-IV дәрежелі(класс) қауіпі бар зиянды заттар тасталынады. Жалпы есеппен атмосфераға 2016 – жылғы,, газ тәрізді заттардың саны - 7899.6680 т/жыл. Жалпы шығарындылардың көбеюі газ өндіру зауытының қосылу есебіне байланысты, ал оны қосу үшін ең алдымен іске қосу жұмыстары кезінде факел қолданылады. Есептеулерге сәйкес, 2017 жылы 2337.7867 т/жыл, соның ішінде газ тәрізді заттар - 2242.1387 т/жыл деген болжам жасалынды. Болжамға сәйкес экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін атмосфераға шығарылатын газдарды тазалау технологиясының модификациясын әзірлеу ұсынылады . Бүгінгі күні ілеспе мұнай газын пайдалануға мүмкіндік беретін бірқатар технологиялар бар. Беделді сараптамалық бағалауға сәйкес "төмен температуралы компрессорлық сепарация" ең тиімді және өзекті технология деп танылды.

Мұнай газ өнеркәсібі саласыфндағы «Жылыоймұнайгаз» зауытындағы жұмыстың мақсаты мұнай-газ саласы кәсіпорнына шығарылатын газ тазалау технологиясының модификациясын әзірлеп, Қазақстандағы мұнай-газ саласы кәсіпорындары мен шел елдердегі кәсіпорындар жұмыстарын салыстыру болып табылады.

Зерттеудің негізгі міндеттері:

- Мұнай-газ саласы кәсіпорнына сәйкес шығарылған газды тазалаудың тиімді түрлерін таңдау;
- Кәсіорынның геологиялық орналасу жағдайына сәйкес, қоршаған ортаға әсеріне талдау жасау;
- Қазақстандағы мұнай-газ саласы кәсіпорындары мен шел елдердегі кәсіпорындар жұмыстарын салыстыру жүргізу.

Қорыта айтқанда, алдағы жұмыстарда қойылған міндеттерді шешу жиынтығы барысында, Қазақстандағы мұнай-газ саласының басты проблемаларының бірін шеше отырып, ілеспе газды пайдаланудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік беру болып табылады.

Әдебиеттер:

1. Ветошкин А.Г . Технология защиты окружающей среды (теоретические основы) /А.Г. Ветошкин, К.Р. Таранцева. – Пенза : Изд -во ПТИ , 2012.

2. Росляков П.В., Егорова Л.Е., Ионкин И.Л. Технологические мероприятия по снижению вредных выбросов ТЭС в атмосферу – М.: Изд-во МЭИ, 2013.

3. Булатов А.И, Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. Изд-во: Недра. 2012.

Ғ.С. Мұқашева, Б.Қ. Мустахимов

Разработка модификации технологии очистки газа, выпускаемой на предприятия нефтегазовой отрасли Казахстана

Аннотация. В данной статье описывается путь разработки модификации технологии очистки газа, выпускаемой на предприятия нефтегазовой отрасли Казахстана. Рассмотрены вопросы разработки модификации технологии очистки газа, выпускаемой на предприятия нефтегазовой отрасли, в условиях когда особенно остры и социально значимы вопросы охраны окружающей среды, при современных темпах развития производственных мощностей и освоении углеводородных ресурсов.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, модификация, нефтегазовая промышленность, предприятие, технология очистки газов.

G.S. Mukasheva, B.K. Mustakhimov

Development of modification of gas purification technology produced at the enterprises of oil and gas industry of Kazakhstan

Abstract. This article describes the way of development of modification of gas purification technology, produced at the enterprises of oil and gas industry of Kazakhstan. The article deals with the development of modification of gas purification technology, produced at the enterprises of the oil and gas industry, in conditions when particularly acute and socially important issues of environmental protection, at the current rate of development of production capacity and development of hydrocarbon resources.

Keywords: oil and gas industry, modification, oil and gas industry, enterprise, gas purification technology.

УДК 622.2

А.В. Новикова
менеджер сервиса бурения
ТОО «Жигермунайсервис» Казахстан, г. Атырау
a.novikova@zms.kz

УСПЕШНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОТОРНО-УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ПРИ БУРЕНИИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОЙ СКВАЖИНЫ В АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. *Целью данной статьи является освещение проблемы научно-технического прогресса в нефтегазовой отрасли на примере практического опыта внедрения новой технологии роторно-управляемой системы в бурение наклонно-направленных нефтегазовых скважин, и в частности, во время бурения наклонно-направленной скважины в Атырауской области. Роторно-управляемая система – это новое поколение технологии инструментов, используемых для отклонения ствола скважины. Основные отличия бурения наклонно-направленной скважины с использованием роторно-управляемой системы от бурения с использованием винтового забойного двигателя: постоянное вращение всей колонны бурового инструмента, меньшая дополнительная извилистость ствола, меньший момент на роторе, лучшее качество ствола, более высокая механическая скорость проходки, лучшая очистка ствола скважины, сниженный риск прихвата, наличие наддолотного датчика зенитного угла, опция автоматического удержания заданной траектории.*

Ключевые слова: *ротор, бурение, система, скважина, наклонно-направленная скважина.*

Роторная управляемая система — это новое поколение бурового оборудования, предназначенное для бурения наклонно-направленных, горизонтальных и многоствольных скважин с экстремально большим отходом от вертикали, точной проводки ствола скважины и вскрытия сложных пластов и пластов с нетрадиционными запасами. Роторная управляемая система состоит из гибкого соединения, стабилизатора, контрольного блока и отклоняющего блока. При использовании роторной управляемой системы отклоняющее усилие на долото создается прямо в процессе вращения бурильной колонны, а управление отклоняющим блоком происходит с поверхности. В настоящее время применяются две концепции роторной управляемой системы: с отклонением долота («push-the-bit») и с направлением долота («point-the-bit»). В системе с отклонением долота «push the bit» ориентация роторной управляемой системы в желаемом направлении производится путем нажатия специальными выдвижными башмаками (лопатками) роторной управляемой системы на стенку скважины. В системе с направлением долота «point-the-bit» используется внутренний изгиб для отклонения оси снаряда от текущей оси скважины и смены направления бурения. В такой системе точка изгиба непосредственно внутри конструкции роторно-управляемой системы. Системы с направлением долота меняют траекторию скважины путем изменения угла торца бурильного инструмента относительно забоя скважины. Траектория изменяется в направлении изгиба.

Наклонно-направленное бурение — метод сооружения скважин, при котором они имеют сложный пространственный профиль, включающий в себя вертикальный верхний интервал, после которого следуют участки с заданными отклонениями от вертикали. Часто используется при разведке и добыче таких полезных ископаемых, как нефть и газ, особенно при многоствольном и кустовом бурении.

Винтовой забойный двигатель — это машина объемного (гидростатического) действия. Основными элементами конструкции являются: двигательная секция, шпиндельная секция, регулятор угла. Винтовой забойный двигатель (ВЗД) применяет для бурения скважин различной глубины, широко применяются для наклонно-направленного и горизонтального бурения.

ТОО «Жигермунайсервис» – крупное отечественное нефтесервисное предприятие Казахстана. Цех наклонно-направленного бурения ТОО «Жигермунайсервис» был открыт в 2013г. За время его существования было пробурено более 400 наклонно-направленных, горизонтальных скважин и боковых стволов общей протяженностью 74 732м. Проблема научно-технического прогресса и внедрения новых технологий в нефтегазовой отрасли Казахстана является насущной для ТОО «Жигермунайсервис». Целью данной статьи является освещение практического опыта внедрения новой технологи роторно-управляемой системы в процесс бурения наклонно-направленных нефтегазовых скважин. Изначально сервис наклонно-направленного бурения осуществлялся с использованием винтового забойного двигателя и базового комплекта инклинометров и магнетометров, позже в перечень предоставляемых сервисов были включены: сервис установки клина-отклонителя и вырезки «окна» в обсадной колонне, а также сервис каротажа во время бурения (резистивометрия и гамма-каротаж).

В 2017 в связи с производственной необходимостью в более передовой технологии наклонно-направленного бурения было принято решении о включении роторной управляемой системы в перечень предоставляемых инструментов. Роторно-управляемая система – это новое поколение технологии инструментов, используемых для отклонения ствола скважины. Основные отличия бурения наклонно-направленной скважины с использованием роторно-управляемой системы от бурения с использованием винтового забойного двигателя: постоянное вращение всей колонны бурового инструмента, меньшая дополнительная извилистость ствола, меньший момент на роторе, лучшее качество ствола, более высокая механическая скорость проходки, лучшая очистка ствола скважины, сниженный риск прихвата, наличие наддолотного датчика зенитного угла, опция

автоматического удержания заданной траектории. После тщательного рассмотрения была выбрана роторно-управляемая система AutoTrak.

Первый спуск роторно-управляемой системы был произведен на проекте Ансаган. Роторно-управляемая система была использована для бурения секции 8 3/8”, где РУС успешно выполнила поставленную задачу удержания вертикальности ствола. В состав КНБК входили РУС и инструменты каротажа и измерений во время бурения.

Еще одним из успешных спусков РУС является бурение скважины на месторождении Нуржанов. Роторно-управляемая система была использована для бурения ствола диаметром 8 ½”, общая протяженность которого составила 2300м. Траектория включала секцию набора угла с интенсивностью 2 град/30м до зенитного угла 38град и длинной секции удержания угла ~ 1600м. Основной сложностью при бурении данной траектории являлась комбинация двух участков: интервала набора угла, где требовался тщательный контроль и возможность замера зенитного угла как можно ближе к забою скважины, и интервала удержания угла, где требовалось идеальное удержание зенитного угла в комбинации с наивысшей возможной скоростью бурения.

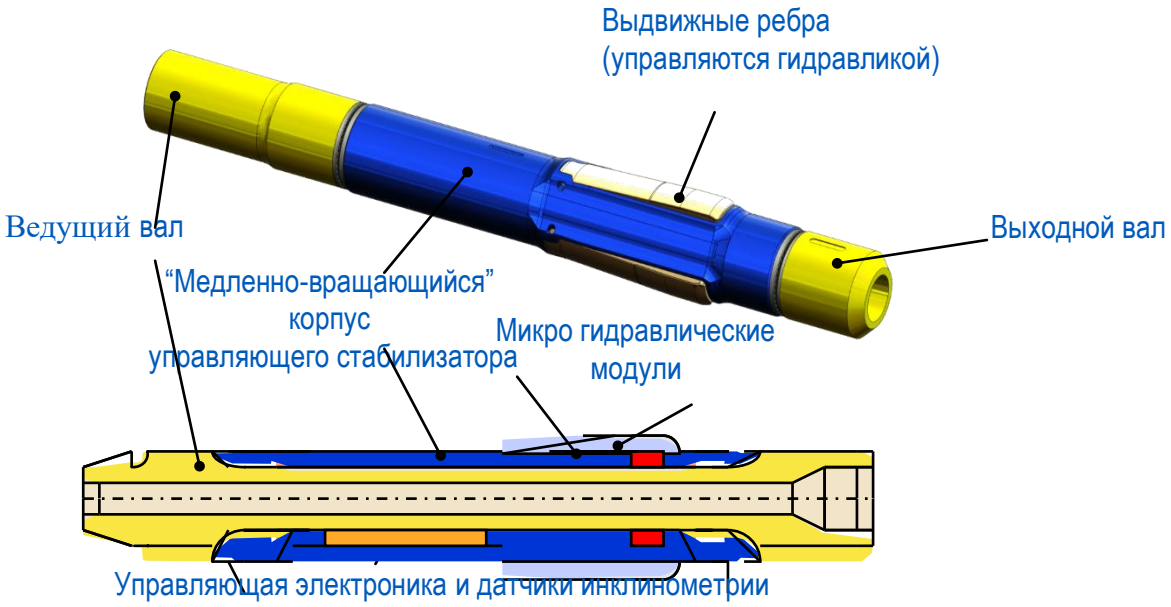


Рисунок 1 - Конструкция роторной управляемой системы

Рисунок 2 - Принцип работы роторной управляемой системы

Соблюдение данных требований являлось критичным для возможности последующего спуска обсадной колонны и заканчивания скважины. Сложной технологической задачей при бурении данной секции являлась разработка конструкции низа бурильной колонны, которая бы позволила успешно пробурить и интервал набора угла, и интервал удержания угла одним рейсом. Решением данной техологической задачи послужило использование роторно-управляемой системы в купе с модульным винтовым забойным двигателем. Отличительной чертой модульного винтового забойного двигателя является возможность передачи

электрического сигнала от роторно-управляемой системы к телеметрической системе и далее через столб бурового раствора на поверхность. Таким образом конструкция низа бурильной колонны включала роторную управляемую систему, модульный винтовой забойный двигатель и инструмент измерений во время бурения. Данная конструкция низа бурильной колонны успешно справилась с бурением запланированной траектории. Особенно полезными и эффективными показали себя функции наддолотного датчика зенитного угла во время бурения секции набора угла, а также функция автоматического удержания траектории во время бурения длинной секции удержания угла.

Литературы:

1. Козловский Е.А. Наклонно-направленное бурение. Горная энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Е. А. Козловского, 1991.

2. Мессер А. Повлихин А. Перспективные технологии бурения скважин. Буровая техника – ВНИИБТ, журнал Neftegaz,2006

3. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. Учебное пособие для вузов. — Недра-Бизнесцентер, 2012

Novikova A.

Successful implementation of Rotary Steerable System while drilling directional well in Atyrau region

Annotation. The aim of this article to discuss implementation of new technology – rotary steerable system while drilling directional well in Atyrau region. The article outline main advantages of utilizing RSS comparing to older technologies, as well as complex effect on drilling performance.

Key words: Rotary Steerable System, Positive Displacement Motor, Directional Drilling.

УДК 622

А.К. Сейтжанов

Научный руководитель - М.К. Сыздыков магистр технических наук

[1]Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

Ansar.seizthanoov.98@mail.ru

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ПОДОГРЕВА НЕФТИ В ТРУБОПРОВОДЕ

Аннотация. *Проблемам извлечения и транспортировки нефти в последние годы уделяется все большое внимание. Необходимость качественного подогрева нефти, подтверждается практикой, что дает снижение затрат на транспортировку. Можно сказать, что пункты подогрева нефти становятся актуальными потому, что в последние годы повысился коэффициент извлечения высоковязкой нефти.*

В данной научной статье описывается способ подогрева нефти с помощью солнечной энергии. Целью является разработка экологически чистой системы подогрева тяжелой нефти в трубопроводе с использованием концентраторов и солнечной энергии. Разработка является инновационной потому, что в мире такой системы не существует. Актуальность работы раскрывается в экологичности, высокой безопасности и удобстве использования данной системы на практике.

Во время проведения исследований было выявлено, что система, основанная на солнечной энергии более эффективна и практична чем существующие аналоги. По подсчетам было выяснено, что данная разработка подходит к странам с интенсивным солнечным освещением.

Ключевые слова: *Альтернативная энергетика, солнечная энергия, концентраторы, подогрев нефти, тяжелая нефть.*

В связи с растущим потреблением нефти и нефтепродуктов, стремлением экспортировать высокие сорта нефти, постепенным истощением ранее разведанных нефтяных месторождений, сверхвязкие тяжелые нефти становятся востребованными в экономике многих нефтедобывающих стран. Такие нефти активно применяются в строительстве (дороги, здания), а после очистки их можно использовать в химической промышленности - для производства клеев и пластиков различного назначения.

Основные проблемы нефте- и газодобывающей отрасли заключаются в экстенсивном способе выработки и добычи углеводородов: из множества месторождений выбираются самые крупные с нефтью, обладающей лучшими свойствами. Месторождения, что залегают на больших глубинах, а также месторождения тяжелых нефтей - разрабатываются в последнюю очередь. Серьезной проблемой является также то, что для перекачки как легкой, так и тяжелой нефти используется одна система трубопроводов, что приводит к ухудшению качества всей перекачиваемой нефти. В связи с изложенным разработка новых технологий добычи, транспорта и переработки тяжелых и сверхвязких нефтей является приоритетным направлением развития всей нефтяной отрасли.

Вязкость нефти резко уменьшается с увеличением температуры. Разрабатывается много месторождений с парафинистой нефтью, движение которой по трубам не подчиняется известным законам гидравлики. Транспортировка такой нефти по трубопроводам имеет свою специфику и связана с большими трудностями. Если вязкость парафинистой нефти значительно возрастает из-за понижения температуры, то существенно осложняется пуск нефтепровода после его остановки, а при перекачке парафинистой нефти может произойти «замораживание» нефтепровода до полного прекращения подачи. При перекачке высоковязкой нефти возникает необходимость увеличения мощности перекачивающих агрегатов, использования путевых подогревателей, или увеличения диаметра нефтепровода или использования различных реагентов. Характерной особенностью парафинистой нефти является зависимость изменения вязкости от перепада давления и температур. Значение вязкости при характеристике нефти чрезвычайно велико. Наибольшее значение вязкость имеет при расчете нефтепроводов. На практике приходится иметь дело с подогреваемыми потоками жидкостей, что значительно увеличивает металлоемкость и сложность конструкций, естественно возрастают и затраты на транспортировку жидкости.

Запасы природных битумов и тяжелых нефтей в мире в несколько раз превышают запасы средних и легких нефтей. Мировые запасы сверхтяжелых нефтей оцениваются в 350 млрд. м^3 и сосредоточены в основном в Венесуэле (Пояс Ориноко), Канаде, Китае, Индии. Примерно треть этих запасов является доказанной.

В настоящее время наиболее распространенный способ трубопроводного транспорта вязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов - перекачка их с подогревом. Существует несколько вариантов перекачки высокопарафинистых и вязких нефтей с подогревом. Достаточно широко для подогрева вязких нефтей применяют электроподогрев: индукционный нагрев; прямой электроподогрев трубы; нагрев с помощью кабелей или нагревательных лент). По сравнению с теплоносителями (горячая вода, пар) электроподогрев имеет более высокий к.п.д., широкое регулирование мощности (включая работу с перерывами), легкость монтажа, компактность.

Для магистральных трубопроводов наибольшее распространение получил способ «горячей» перекачки, предусматривающий нагрев нефти перед ее закачкой в трубопровод и периодический подогрев нефти по мере ее остывания в процессе движения. Более распространено на «горячих» магистральных трубопроводах применение огневых подогревателей. Такими подогревателями, в частности, оборудован нефтепровод Узень Атырау - Самара.

Система альтернативного подогрева нефти предлагает использовать энергию солнца и систему концентраторов (линз) совместно с существующими аналогами печей в подогреве высоковязкой нефти в трубопроводе. Известно, что наиболее изученным и

распространенным способом транспорта высоковязких нефтей в настоящее время является их "горячая перекачка". Несмотря на то, что это наиболее отработанная технология, она обладает серьезными недостатками. Прежде всего, это высокая энергоемкость, т.к. в качестве топлива при подогреве, как правило, используется сама же транспортируемая среда - ценное химическое сырье и топливо (нефть, мазут). В свою очередь, в отличие от энергии горючего топлива, энергия солнца обладает рядом преимуществ.

1. Возобновляемость. Говоря о солнечной энергии, в первую очередь, необходимо упомянуть, что это - возобновляемый источник энергии, в отличие от ископаемых видов топлива - угля, нефти, газа, которые не восстанавливаются. По данным NASA еще порядка 6.5 млрд. лет жителям Земли не о чем беспокоиться - приблизительно столько Солнце будет согревать нашу планету своими лучами до тех пор, пока не взорвется.

2. Обильность. Потенциал солнечной энергии огромен - поверхность Земли облучается 120 тыс. тераваттами солнечного света, а это в 20 тыс. раз превышает общемировую потребность в ней.

3. Постоянство. Кроме того, солярная энергия неисчерпаема и постоянна - ее нельзя перерасходовать в процессе удовлетворения нужд человечества в энергоносителях, так что ее хватит в избытке и на долю будущих поколений.

4. Доступность. Помимо прочих достоинств солнечной энергии, она доступна в каждой точке мира - не только в экваториальной зоне Земли, но и в северных широтах. Важно знать, что при использовании энергии солнца при подогреве нефти, можно снизить финансовые расходы на топливо или электричество, затрачиваемое при горячей перекачке.

Для визуализации данную систему можно смоделировать в программе AutodeskAutoCAD 2015.

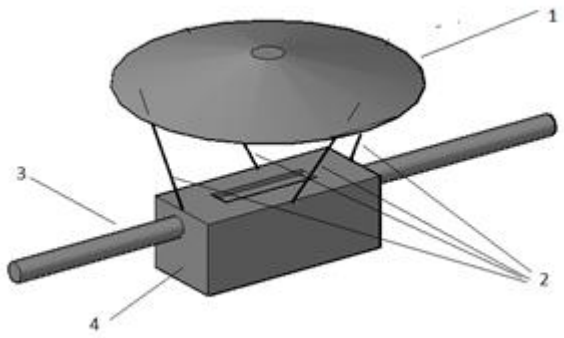


Рисунок 1 - Показательная модель новой концепции горячего нефтепровода
1-линза, 2- система позволяющая наклонять линзу в зависимости от положения солнца,
3- нефтепровод, 4- подогреватель

Основные характеристики альтернативной системы подогрева высоковязкой нефти с помощью линз:

1. Совместная работа подогревателя и концентратора солнечного света позволит равномерно распределять тепло в зависимости от времени суток и сезона. Например: солнце проходя через линзы идеально подогревает нефть летом в среднем по 7 часов в сутки (количество тепла зависит от времени года, широты, облачности, положения солнца), а остальные 17 часов подогреватель работающий от газа или нефти.

2. Количество работы солнца, которое совершается на подогрев нефти, будет определять датчик температуры. При фиксации минимальной температуры, необходимой для перекачки, датчик подает сигнал на включение обычного подогревателя.

3. Система наклона линзы изображенная на рисунке 1, позволяет наклонять линзу в зависисмости от положения солнца. При изменении угла линзы от поверхности нагреваемого

тела, естественно изменяется и положение пучка. Для того, чтобы всегда фокус был направлен на подогреваемое тело, необходимо сделать размеры подогреваемого тела в виде прямоугольника (Рисунок 2).

Если учитывать, что средний солнечный день летом (47 градусов с.ш.) охватывает период с 10:30 до 17:30 т.е. 7 часов, то можно рассчитать количество топлива, которое мы экономим во время подогрева с помощью солнца.

В сумме за год с помощью данной системы можно экономить на топливе от 500 часов в год. Например, если транспортная компания тратила подогрев 1 000 000 USDв год, то с данной системой она будет тратить 942 000 USD, и это только для стран с климатом, где есть зима. А если рассчитывать для такой страны как Венесуэла, находящаяся в субэкваториальном климате, где находятся большие запасы высоковязкой нефти, тогда система концентраторов приобретет наибольший характер. Возьмем ту же компанию, которая тратит в год 1 000 000 USDна подогрев нефти в трубопроводе, с системой линз та же самая транспортная компания будет тратить 671 200 USDв год.

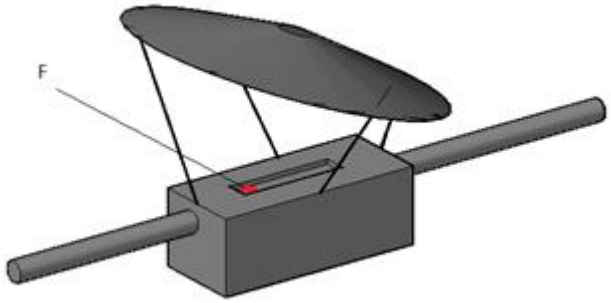


Рисунок 2 - Зависимость фокуса от положения линзы

Данная работа является актуальной, так как за основу был взят возобновляемый источник энергии. Применение альтернативной энергии в нефтегазовой отрасли приведет к обогащению нефтяных компаний и нефтедобывающих стран. Человечество не должно опираться только на традиционные методы извлечения, транспорта и переработки нефти, а делать уверенные шаги к использованию бесплатной энергии.

Литературы:

1. Соколов М. Г. Проблемы транспортировки высоковязкой и парафинистой нефтяной эмульсии / Молодой ученый. — 2017. — №2. — С. 197-200.

2. Бекиров Т. М. Первичная переработка природных углеводородов. Москва: Химия, 2011. — 265 с.

3. Липаев А.А., Янгуразова З.А. Разработка месторождений природных битумов / учебное пособие. Альметьевский Государственный нефтяной институт, 2007г. 92 с.

4. Хисамов Р.С. Эффективность выработки трудноизвлекаемых запасов нефти / Учебное пособие. Альметьевск. 2007г 173с.

Seitzhanov Ansar Kairbekovich

Alternative method of heating oil in the pipeline

Annotation. This scientific article describes a method for heating oil using solar energy.The goal is to develop an environmentally friendly system for heating heavy oil in the pipeline using concentrators and solar energy. Development is innovative because there is no such system in the world. The relevance of the work is revealed in environmental friendliness, high security and ease of use of this system in practice.

Keywords: alternative energy, solar energy, concentrators, oil heating, heavy oil

УДК 622.24

Ә.Ж. Серғали, Ұ.Б. Омарбеков
Семей геологиялық барлау колледжі, Казақстан, Семей қаласы
alikhansergali@gmail.com

ОСЦИЛЛЯТОР ТУРБУЛИЗАТОР — МҰНАЙ ҰҢҒЫМАЛАРЫНЫҢ КӨЛДЕНЕҢ УЧАСКЕЛЕРІНДЕ, ҰҢҒЫМАДА ҮЙКЕЛІС КҮШІН АЗАЙТУ БОЙЫНША ТЕХНИКАЛЫҚ ШЕШІМ

Аңдатпа. *Мақалада PDC қашауы, ұңғымалық осциллятор, винтті забойлы қозғалтқыштан тұратын бұрғылау колоннасының төменгі бөлігінің (КНБК) жаңа компоновкасын әзірлеу ұсынылған. Ұсынылып отырған БКТК(КНБК) қашауға қосымша динамикалық жүктеме жасайды, бұрғылау колоннасының үйкеліс коэффициентін төмендететін ұңғыманың қабырғасында төменгі жиілікті бойлық тербелістер жасайды және жүктемені қашауға дейін жеткізеді, бұл ұңғымалардың көлденең учаскелерін бұрғылау кезінде өзекті екендігі сөзсіз.*

Түйін сөздер: *ұңғыманың көлденең учаскесі, үйкеліс коэффициентінің төмендеуі, төмен жиілікті бойлық тербелістер, ұңғымалық осциллятор, БКТК(КНБК). жүктеме, қашау, бұрғылаудың механикалық жылдамдығын арттыру*.

Ірі әлемдік Shell компаниясының болжамына сүйене отырып, планетаның халқы 2050 жылға қарай 9 миллиард адамға жетуі мүмкін, осыған орай энергия тұтыну екі есе артады. Компания өкілдерінің пікірінше, жаңартылатын энергия көздері адамзаттың энергетикалық қажеттілігінің 30% - ға жуығын қамтамасыз етеді.

Демек, өсіп келе жатқан сұраныс негізінен мұнай, газ және көмір есебінен қанағаттандырылуы мүмкін, алайда көмірсутектердің жеңіл қол жетімді қорлары іс жүзінде таусылғаны және рыноктарды сенімді отынмен жабдықтау үшін инновациялар мен озық технологияларды енгізу қажет емес екені белгілі. Бүгінгі таңда мұнай-газ кен орындарын игеру кезінде көлбеу бағытталған Ұңғымаларды көлденең учаскелермен және көп төзімді аяқтарымен бұрғылау ең озық технологиялар болып табылады.

Көлденең учаскесі бар Ұңғымаларды бұрғылау кезінде өзекті міндеттердің бірі бұрғылау кезінде ұңғыманың қабырғасы туралы бұрғылау колоннасының үйкеліс коэффициентінің төмендеуі болып табылады.

Қазіргі таңда бар, 1-кестеде келтірілген үйкеліс күшін төмендетудің ең көп таралған әдістерін қарастырайық.

1-кесте. Үйкеліс күшін төмендету әдістерінің жіктелуі

Үйкеліс күшін төмендету әдістері																							
Химиялық															Механикалых								
Отандық										Шет елдік					Отандық						Шет елдік	
Графит	Мұнай	ПАВ	СМАД-1	Спринт	СМЭГ	Микан	Силанж	Полиэколуб		K-Lube	Lube-167	Dreel Free	Radeageen сериялы қоспалар	Bitlub export	Центраторлар (типі ЦЩ, ЦТ)	Калибраторы (КЛ, КЛС)	Стабилизаторлар (КС, КСС)	Діріліддемпферлер	Яссалар (типтері ГМ, ГУ және т.б.)	осцилляторлар	Осциллятор маркасы AGT-066	Яссалар ZSJ/ZXJ типті	

Соңғы жылдары бұрғылау құралының теориялық, зертханалық және кәсіптік зерттеулері жүргізілді. Бұрғылау аспабының жұмысы кезінде бойлық, көлденең және айналмалы тербелістер пайда болады, олар бір-бірімен тығыз байланысты. Егер айналмалы және көлденең тербелістер әртүрлі бөлгіштер мен демпферлерді қолдана отырып, өшіруге ұмтылса, онда бұрғылаудың механикалық жылдамдығының өсуіне елеулі әсер ететін бойлық тербелістер қашауға динамикалық осьтік жүктемені жасайтын түрлі толқын үстіндегі құрылғылардың көмегімен күшейтіледі.

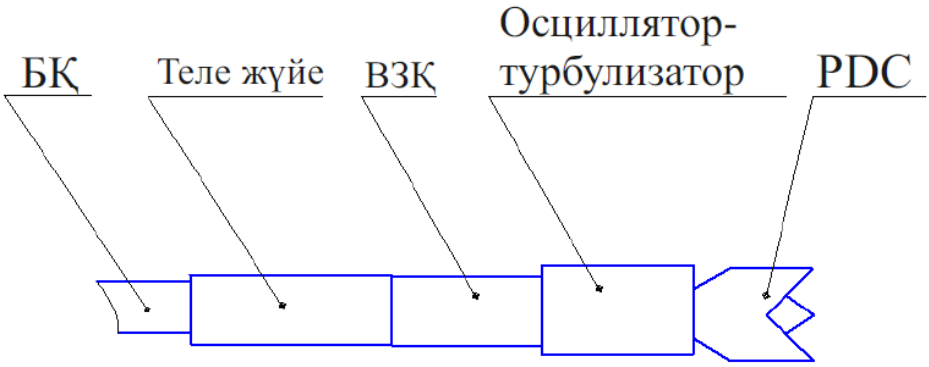
Сонымен, жұмыста бұрғылау аспабының динамикасының діріл күшейткіштерінің конструкциялары (үш жақты қашауы бар діріл күшейткіші, ауыспалы клапаны бар дірілдеткіш, реттелетін динамигі бар дірілдеткіш және т.б.) толық сипатталған және кәсіптік сынақтардың нәтижелері келтірілген. Осьтік жүктеменің динамикалық құраушысы бар механизмдерді қосу арқылы қашауға әртүрлі забой қозғалтқыштарымен, турбобуралармен, электробурлармен, винтті забойлық қозғалтқыштармен, сондай-ақ роторлы бұрғылау кезінде кәсіптік сынақтардан өтті. Ұсынылған нұсқалардың әрқайсысында механикалық жылдамдық пен қашауға өту байқалды.

Жыныстыбұзатын құрал ретінде үш шорошкалық қашаулар, атап айтқанда МЗ-ГАУ, ТЗ-ГНУ қолданылды.

Бұрғылау қашаулары нарығының қазіргі жай-күйі поликристалды алмас - қатты балқитын кескіштермен (PDC-Polycrystalline Diamond Cutter) қашаудың жаңа түрлерінің үлесінің күшеюімен сипатталады, олар тез танымалдылыққа ие болады, бұрғылаудың механикалық жылдамдығын арттырып, Түсіру-көтеру операцияларына уақытты қысқартады және сол арқылы шарошкалық түрдегі қашауды ығыстырады. . PDC долота Батыс Қазақстан аймағында және Атырау Ақтау обылыстарында кеңінен қолданылады, оның кен орындары жұмсақ және жұмсақ, қаттылығы бойынша орташа жыныстарды қосады. Осыған байланысты PDC қашауларын қоса отырып, КНБК жаңа түрлерін әзірлеу өзекті болып отыр, өйткені қажетті забой қозғалтқышымен бірлесіп, жыныстыбұзатын құралды ұтымды таңдау мұнай-газ ұңғымаларын салу кезінде күрделі шығындарды едәуір үнемдеуді қамтамасыз етуге қабілетті.

ҚНБК-ға қосылған ұңғымалық осциллятор [6] ұңғыманың забойына жететін жуып-шаю сұйықтығының төмен жиілікті тербелістерінің арқасында қашауға арналған осьтік жүктеменің динамикалық құраушысын күшейтуге мүмкіндік береді және тау жыныстарының анағұрлым тиімді бұзылуына ықпал етеді, ал PDC қашауы тегіс цилиндрлік тау-кен қазындысын құрайды.

Осциллятордың азамплитудалық бойлық тербелістері бұрғылау бағанасының ұңғыма қабырғасы туралы үйкеліс күшін төмендетеді, сол арқылы осьтік жүктеме қашауға жетуіне ықпал етеді. Қашауға жүктеме берудің бірқалыптылығы және жинақтауды басқаруды оңайлату, оған ұңғыма үстіндегі осцилляторды қосу PDC түріндегі қашауды пайдалану кезінде мүмкін болады.



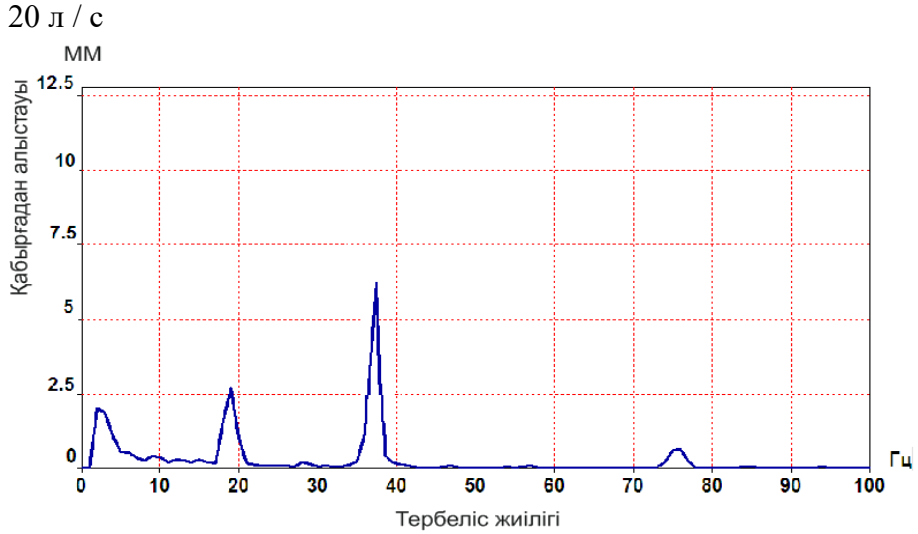
Сурет 1 - Бұрғылау колоннасының төменгі жағын қашауға күшейтілген динамикалық жүктememен арттыру

КНБК арқылы бұрғылаудың негізгі техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне әсерін анықтау мақсатында кәсіптік сынақтар жүргізілді.

Сынақтарды өткізу бағдарламасы жасалды, оның сынақтарының мәні қашауға күшейтілген динамикалық жүктememен жинақтау болып табылады, мақсаты - ұсынылып отырған өнертабыстың бұрғылаудың техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне әсер ету дәрежесін анықтау: Ұңғымаларды бұрғылаудың механикалық жылдамдығы және қашаудың өтімділігін, сондай-ақ осциллятордың амплитудалық-жиіліктік сипаттамасын алу.

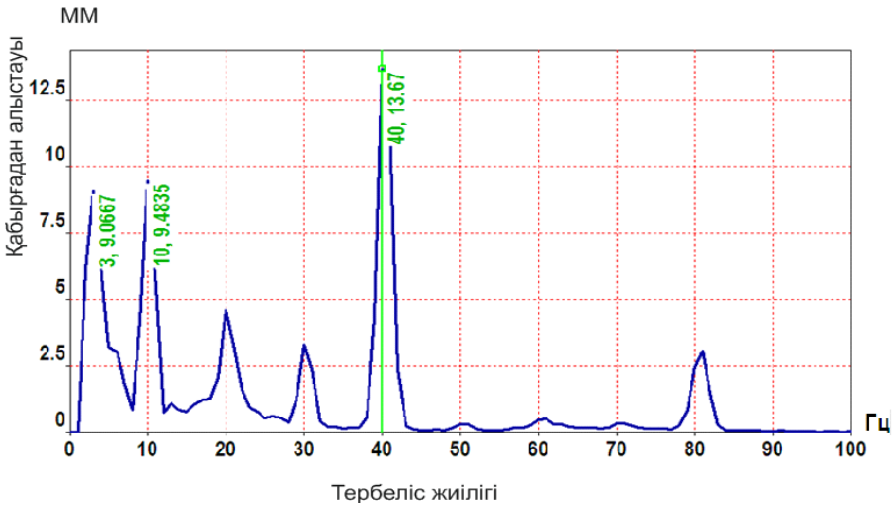
Бақылау-өлшеу құралы ретінде "Диамех" фирмасының АГАТ–М діріл өлшегіш құралы пайдаланылды, ол ойлы жабдықтың діріл жағдайын бақылауға және талдауға арналған. "АГАТ-М" екі арналы портативті автономды діріл өлшегіш құрал болып табылады, ол мынадай діріл сипаттамаларын өлшеуге мүмкіндік береді: дірілдің жалпы деңгейін, айналым жиілігінің бірінші гармониялық құрамдас амплитудасын/фазасын; діріл сигналдары мен олардың формаларын спектралдық талдауды орындайды; 33 стандартты жиілік жолақтарындағы діріл қуатын есептей отырып, 1/3 октавалық талдау жүргізеді. Сондай-ақ аспап Дербес компьютерде өңдеу үшін деректерді қарау, талдау және түсіру және жиілік және уақыт сипаттамаларын алу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Кәсіптік сынақтар Тенгиз кен орнында жүргізілді. «ТШО"ААҚ Тенгиз кен орнының № 6053. Ауданы 19,13 ш. км кен орны Каспий маңы бассейнінің оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан. Ұңғыманы бұрғылау RIG SR 5000 бұрғылау қондырғысымен жүргізілді. Жуу сұйықтығын беру үшін (битумді балшық) БРН-1 бұрғылау сорғыларын қолданды, қашауға осьтік жүктеме 9-10т құрады. Ұңғыманы бұрғылау үшін ДРУ172 винтті забой қозғалтқышын, PDC215 қашауды,9 пайдаланды. Тәжірибелік бұрғылау 305-800 м интервалында жүргізілді, геологиялық қима қатты және күшті жыныстармен бүктелген. Ұңғыманың жобалық тереңдігі 1115м. Бұрғылау барысында механикалық бұрғылау уақыты, қашауға өту, қашауға осьтік жүктеме, жуу сұйықтығының қысымы, жуу сұйықтығының шығыны сияқты параметрлер бақыланды.Ұңғымаға түсірер алдында осциллятордың жұмысын ұңғыма сағасында сұйықтықтың циркуляциясын қалпына келтірумен тексерді. Бұрғылау барысында жиілік спектрі өлшенді. Деректерді өңдегеннен кейін келесі графиктер алынды:



Сурет 2 - Жуу сұйықтығының шығыны 20 л / с кезінде осцилляторды қолданбай КНБК жиілік спектрі

Бұл суретте сорғы жұмысына және циркуляциялық жүйенің басқа да элементтеріне тән жиіліктер спектрлері көрсетілген.



Сурет 3 - Жуу сұйықтығының шығыны 20 л/с осцилляторды қолданумен КНБК жиілік спектрі

Әдебиеттер:

1. Патент на полезную модель №96160 РФ. IPC E21B4/20, E21B7/24. Скважинный осциллятор / Хузина Л.Б., Набиуллин Р.Б., Любимова С.В. Заявлено:07.10.2008. Опубл.: 20.07.2010.

2. Патент №2236540 РФ. IPC E21B7/24. Вибратор для бурения скважин /Габдрахимов Н.М., Хузина Л.Б., Габдрахимов М.С. Заявлено 30.12.2002. Опубл.:20.09.2004.

3. Хузина Л.Б., Янтурин Р.А. Увеличение длины горизонтального участка ствола при бурении с использованием скважинных вибраторов // Стро-ительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2006. №11. С. 10 - 14.

4. Петров Н.А. Вскрытие и разобщение продуктивных пластов низкопроницаемых терригенных коллекторов Западной Сибири (теоретические основы, промысловый эксперимент, внедрение). Автореферат дисс. ... д.т.н., Москва, 2011 г.

5. ЗАО «НПО Полицелл». URL: http: www.npo-polycell.ru

6. Селезнев А.А., Кореняко А.В., Здобнова О.Л., Абдуллин Р.М., Лукманов Р.Р. Результаты испытаний смазочных добавок к буровым растворам // Нефтяное хозяйство. 2011. №7. С. 89 - 93.

7. Тахаутдинов Ш.Ф., Ибрагимов Н.Г., Студенский М.Н., Ахмадишин Ф.Ф., Оганов С.А., Зубарев В.И. Проблемы горизонтального бурения на залежи битумов/ Нефтяное хозяйство. 2007. №7. С. 30 - 33.

8. Патент №2362866 РФ. IPC E21B4/20, E21B7/24. Ударно-вращательное устройство / Эдисон А.М., Иннес Р.А. Заявлено 28.01.2005. Опубл.: 27.07.2009.

9. Сравнительная эффективность действия отечественных и зарубежных смазочных добавок, применяемых в бурении, при введении их в глинистый и биополимерный растворы // ООО «Реагент».

А.Ж. Сергали, У.Б. Омарбеков

Осциллятор турбулизатор-техническое решение по снижению силы трения в скважине на горизонтальных участках нефтяных скважин

Аннотация. В статье представлена разработка новой компоновки низа бурильной колонны (КНБК), состоящая из долота PDC, скважинного осциллятора, винтового забойного двигателя. Предлагаемая КНБК создаёт дополнительную динамическую нагрузку на долото, создаёт низкочастотные продольные колебания, снижающие коэффициент трения бурильной колонны о стенки скважины и доводит нагрузку до долота, что, несомненно, актуально при бурении горизонтальных участков скважин.

Ключевые слова: горизонтальный участок скважины, снижение коэффициента трения, низкочастотные продольные колебания, скважинный осциллятор, КНБК, нагрузки, долото, увеличение механической скорости бурения.

A.Zh. Sergali, U.B. Omarbekov
Oscillator turbulator is a technical solution to reduce the friction force in the well on the horizontal sections of oil wells

Abstract. *The article presents the development of a new layout of the lower part of the drill string (BHA), consisting of PDC bit, downhole oscillator, screw downhole motor. The proposed BHA creates an additional dynamic load on the bit, creates low-frequency longitudinal oscillations in the walls of the well, reducing the friction coefficient of the drill string, and brings the load to the bit, which is important when drilling transverse sections of wells.*

Key words: *horizontal well section, reduction of friction coefficient, low-frequency longitudinal oscillations, downhole oscillator, BHA, loads, bit, increase in mechanical drilling speed*

УДК 338.517

Тайкулакова Гульнара Сериковна
к.э.н., доцент кафедры «Финансы, Учет и Аудит», Высшая Школа Менеджмента, Алматы Менеджмент Университет, Казахстан, Алматы қ.
gulnuratgs@mail.ru

ДОБЫЧА И ЭКСПОРТ НЕФТИ В РОСТ СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА

Аннотация. *Сегодня нефть, как стратегическое сырье актуально на всех этапах его трансформации: от жидкости из устья скважины до товарной кондиции и экспорта на мировой рынок. На любой стадии нефть, как сырьевой ресурс представляет ценность, с соответствующими затратами на его добычу, переработку, транспортировку и реализацию. Надо признать, что природные ресурсы, как и все прочие богатства Казахстана, являются национальным достоянием. Национальная экономика значительно демонстрирует рост от сырьевых секторов промышленности, поэтому Казахстан может развивать индикаторы социальной конкурентоспособности через призму доходов от нефти. Население Казахстана растет, демографические процессы имеют тенденцию повышения, потребности каждого казахстанского жителя имеют восходящий тренд. Это объясняется новыми технологиями, достойным образованием и медицинским обслуживанием, новыми веяниями в разных материальных сферах. Обеспечение этих потребностей через поиски источников финансирования всегда рождает проблемы. Только налоговые поступления от реализации нефти недостаточно для того, чтобы обеспечить достойный уровень жизни казахстанца. Статистика поможет найти другие источники обогащения социального капитала.*

Ключевые слова: *стратегический ресурс, объемы добычи нефти, цена и себестоимость нефти, доход от нефти.*

Сегодня Казахстан является второй нефтяной державой после России на постсоветском пространстве. В первую пятерку стран по добыче нефти среди стран СНГ входят Россия, Казахстан, Азербайджан и далее с незначительным ежегодным ростом Украина и Таджикистан. Объемы добычи нефти в Казахстане за последние 10 лет имеют стабильный характер в коридоре 72-86 млн. тонн в год. Если отследить динамику цен за последние пять лет, то на 01.01.2014 года нефть остановилась на цене 57,33 дол/бар. [1,2].

За сорт Brent на торговых фьючерсных рынках. 2015 год стартовал с цены на 01.01.2015 года – 52,99 дол/бар., а завершила тренд на уровне 37,28 дол/бар. Это можно объяснить глобальными экономическими кризисами, которые отразились и на экономике добывающих стран. Начало 2016 года демонстрирует дальнейшее незначительное падение мировых цен до 34,74 дол/бар., но к концу года экономика выправляется и восходящий тренд закрылся на уровне 56,82 дол/бар. За последние два года – динамика цен была в коридоре 55,70 дол/бар. - 66,87 дол/бар. в 2017 году, а в 2018 году немного наоборот – на 01.01.2018 – 69,05 дол/бар и к концу года – 53,80 дол/бар. [3, 4, 5].

Таблица 1. Сравнительные и расчетные показатели доходов от нефти в РК

№	Наименование показателя	Time Frame								
		2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
1	Добыча нефти в РК, млн. т.	79,7	80,1	79,2	81,8	80,8	79,3	65,58	86,21	77,49[1]
2	Добыча нефти в РФ, млн. т.	511,8	518,8	526,0	531,1	534,1	540,7	547,5	546,7	552,8[1]
3	Добыча нефти в РА, млн. т.	50,8	45,6	43,4	43,5	42,1	41,7	41,0	38,69	37,54[1]
4	Добыча нефти в ОАЭ, млн. т.	133,3	151,3	154,8	165,5	166,6	175,5	182,4	188,2	190,9[1]
5	Население в РК, млн. чел.	16,310	16,554	16,821	17,099	17,371	17,625	17,855	18,064	18,25[1]
6	Объем экспорта нефти РК, млн. т.	60,07	57,00	54,92	58,19	50,43	48,77	48,79	57,10	-
7	Объем внутреннего потребления нефти, млн. т.	19,63	23,1	24,28	23,61	30,37	30,53	16,79	29,11	-
8	Цена нефти, дол/бар.	94,75	107,38	111,12	110,8	81,86	45,14	45,78	60,28	61,43[1]
9	Цена нефти, дол/т.	547,18	620,12	641,72	639,87	472,74	260,68	264,38	348,12	-
10	Валовой доход от реализации нефти, $ млн.	32869,10	35346,84	35243,26	37234,04	23840,28	12713,36	12899,10	19877,65	-
11	Себестоимость добычи нефти, дол/т.	218,87	248,05	256,69	255,95	189,10	104,27	105,75	139,25	-
12	Совокупные затраты на ДСПН, млн. дол.	17444,10	19868,64	20329,69	20936,55	15278,96	8268,77	6935,22	12004,57	-
13	Чистый доход, $ млн.	15425,00	15478,20	14913,57	16297,49	8561,32	4444,59	5963,88	7873,08	-
14	Доля нефти на душу населения, тонн	4,89	4,84	4,71	4,78	4,65	4,50	3,67	4,77	-
15	**Доход от нефти на душу населения, дол/чел./год**	**945,74**	**935,01**	**886,60**	**953,13**	**492,85**	**252,18**	**334,02**	**435,84**	-
Примечание: Разработано и рассчитано автором на основе статистических данных [1-10].										

Статистика экономических показателей в натуральном и денежном выражении представлена в Таблице 1. Объемы добычи в топ-лидерах добывающих стран на территории СНГ - России, Азербайджане и в РК, мировые цены, численность населения, объемы экспорта были взяты из официальных сайтов. Остальные экономические показатели

рассчитаны на основе этих статистических данных. 2019 год стартовал с цены 54.91 дол/бар и на 21.02.2019 года составил 67.07 дол. за баррель [6,7,8].

Объемы внутреннего потребления нефти связано с производством и обеспечением на внутреннем рынке спроса на нефтепродукты. Загруженность нефтеперерабатывающих заводов должна быть обеспечена максимально для глубокой переработки нефти, соответствующих стандартам Евро 4 и Евро 5. Объемы поставок нефти на внутренний рынок зависят от объемов экспорта - продаж нефти на мировой рынок. С одной стороны, это необходимо для интеграции в мировое пространство, являясь добывающей страной, с другой стороны - это и в интересах государства, так как доходы, аккумулируясь в национальных фондах, являются источником финансирования государственных проектов и развития инновационного потенциала страны.

Оставшаяся часть от экспорта нефти, соразмерная спросу и потреблению, поставляется на внутренний рынок и составляет около 20-25% всей добываемой нефти. Эти объемы, как показано в таблице, колеблются в размере 20,0-30,0 млн. тонн. Высокие затраты на добычу нефти объясняются трудоступностью извлечения нефти, освоением месторождений на поздней стадии разработки, сложными горно-геологическими условиями, применяемыми дорогостоящими, но эффективными технологиями, инвестиционными вложениями и другими факторами. Если посмотреть на себестоимость добычи на месторождениях Мангистауской области, то уровень затрат составляет примерно 35-45% от цены, что объясняется применением гидравлического разрыва пластов на разных глубинах с использованием дорогостоящих реагентов и ингибиторов. Такая технология стоит в коридоре 150,0-250,0 тысяч долларов, и проводиться в достаточно сложных горно-технологических условиях, при этом обеспечивая технологический эффект через повышение среднесуточного дебита скважин, но окупается достаточно долго и не всегда.

Нефтедобывающие компании ежегодно повышают планы по добыче углеводородного сырья, и в целом по Казахстану, эти планы реализуются с небольшими отклонениями в сторону повышения или понижения.

Исходя из аналитического расчета, сумма потенциально-возможного дохода на каждого жителя РК колеблется в коридоре от 250 до 950 долларов в год. Однозначно, что размеры этих бонусов зависят от многих факторов:

– объемов добычи нефти, что во многом зависит от геолого-технических условий, «возраста» месторождений, технологий и другие;

– цены за тонну нефти, которая напрямую зависит от мировых цен, торговые условия, фьючерсные контракты, сортность, качество и прочее;

– внутренняя потребность, что должно обеспечивать спрос на нефтепродукты;

– затратная часть на всех этапах технологической цепочки.

Из приведенной статистики видно, что лидером в производстве сырьевого товара является Российская Федерация, но и количество жителей в РФ составляет почти в восемь раз больше - 142.257.519 человек, чем в РК - 18.556.698 человек [10]. Если рассчитать удельный вес национального богатства в виде нефти, то на каждого жителя России приходится по 3-4 тонны в год, примерно так же, как и у нас. ОАЭ в этом сравнении немного лидирует, так как средние объемы добычи и контингент жителей (за 2017 год) составляет 188,2/36,626 = 5,2 тонны/человека. Восходящая линия тренда уровня добычи в ОАЭ символизирует и повышение рейтинга в десятке лидирующих стран и уровня социальной обеспеченности населения.

Следует отметить, что при динамике роста численности жителей в РК, объемы роста не всегда повторяют подобный тренд, тем не менее, даже с учетом всех совокупных затрат на добычу нефти, распределяя доход в чистом виде, можно предположить сумму, которую гарантированно может получить каждый казахстанец в качестве своей доли - кусочка от национального нефтяного пирога. Средневзвешенный капитал в виде нефтяных дивидендов мог бы составить 150.000-170.000 тенге за 2017 год, что решило бы проблемы социальной помощи социально-уязвимым слоям населения, малообеспеченным и особенно, что в

последнее время вызывает огромный резонанс, это многодетный семьи. Источником создания материнского капитала может являться национальный нефтяной пирог. Именно такой подход через демократично-централизованный принцип распределения причитающейся доли нефтяного пирога вызовет бесспорное доверие к правительству и государству в целом. По экономическому смыслу, это вырезка из общего нефтяного пирога в пользу каждого жителя повысил бы благосостояние Казахстан в целом. Несомненно, представители государственных органов обязаны найти политику роста для того, чтобы стать многоотраслевой, универсальной экономикой для всех.

Литературы:

1. inform.kz https://www.inform.kz/ru/kazahstan;
2. https://kase.kz/files;
3. www.investing.com;
4. www.statgov.kz;
5. https://regnum.ru/news;
6. https://tengrinews.kz/kazakhstan;
7. https://ria.ru/economy;
8. https://inosmi.ru/world;
9. BP Statistical Review of World Energy 2017;
10. https://www.populationpyramid.net/ru.

Taikulakova Gulnara Serikovna

Production and export of oil in social capital growth

Abstract. Today, oil as a strategic raw material is relevant at all stages of its transformation: from liquid from the wellhead to commodity condition and export to the world market. At any stage, oil as a raw material resource is valuable, with corresponding costs for its production, processing, transportation and sale. It is necessary to recognize that natural resources, like all other riches of Kazakhstan, are the national wealth. The national economy significantly demonstrates growth from the primary sectors of industry; therefore, Kazakhstan can develop indicators of social competitiveness through the prism of oil revenues.

The population of Kazakhstan is growing, demographic processes tend to increase, needs of each Kazakhstani resident have an upward trend. This is due to new technologies, decent education and medical care, new ideas in various material areas. Providing these needs through the search for sources of funding always creates problems. Only tax revenues from the sale of oil are not enough to ensure a decent standard of living for the Kazakh stanzas. Statistics will help find other sources of enrichment of social capital.

Key words: strategic resource, oil production, price and cost of oil, oil revenue.

УДК 624.1:532(075.8)

К.Е. Тасан

Научный руководитель – М.А. Баймухаметов, сениор-лектор, к.-ф.м.н., доцент,
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
khuatec@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

Аннотация. *Рассматривается проблема гидроразрыва пласта (ГРП) в горизонтальных скважинах. Для большей эффективности ГРП необходимо провести гидродинамическое моделирование, целью которого является распределение притоков в скважину с горизонтальным стволом после проведения поинтервального гидроразрыва пласта. В результате получены модель гидравлического разрыва пласта в начальной части горизонтального ствола скважины, графики распределения притоков, распределения давления и формирования зоны отбора, в том числе с учетом изменения во времени.*

Описаны технические средства для осуществления процесса и дана схема развития трещины ГРП в зависимости от фильтровой части горизонтальной скважины относительно естественного поля напряжений продуктивного пласта. В результате можно сравнить развитие трещин при объемном и струйном ГРП. На основании результатов построения гидродинамических моделей сделан актуальный вывод, что дебит трещин, расположенных в удаленной части ствола, более чем в два раза меньше.

Ключевые слова: *гидравлический разрыв пласта, струйный ГРП, моделирование, дебит трещин.*

Проектирование проведения ГРП на объекте должно осуществляться на основе комплексного гидродинамического анализа процесса разработки с моделированием гидроразрывов в конкретных скважинах. Выбор горизонтальной скважины для проведения ГРП и оптимизация параметров трещин должны осуществляться с учетом геолого-физических свойств объекта, распределения напряжений в пласте, определяющего ориентацию трещин, системы заводнения и расстановки скважин. Определяющими факторами успешности ГРП становятся правильный выбор объекта для проведения операций, использование технологий гидроразрыва, оптимальных для данных условий, и обоснованный подбор скважин для обработки.

Сущность ГРП заключается в нагнетании под давлением в ПЗС жидкости, которая заполняет микротрещины и «расклинивает» их, а также формирует новые трещины. Если при этом ввести в образовавшиеся или расширившиеся трещины закрепляющий материал (например, песок), то после снятия давления трещины не смыкаются.

ГРП состоит из трех принципиальных операций: создание в коллекторе искусственных трещин (или расширение естественных); закачка по НКТ в ПЗС жидкости с наполнителем трещин; продавка жидкости с наполнителем в трещины для их закрепления.

Проводить ГРП следует в следующей последовательности:

1. Подготовка скважины;
2. Промывка скважины;
3. Закачка жидкости разрыва;
4. Закачка жидкости-песконосителя;
5. Закачка продавочной жидкости;
6. Вызов притока.

Проблема селективных ГРП в горизонтальных и вертикальных скважинах успешно решается при объединении технологий гидропескоструйной перфорации и ГРП («струйный» ГРП). Технология селективного создания трещин при «струйном» ГРП состоит в предварительной резке колонны, образовании серии каверн путем проведения гидропескоструйной перфорации (ГПП) и разрыве пласта из них. При выполнении ГПП энергия давления смеси жидкости и песка в колонне НКТ трансформируется в кинетическую энергию скоростной струи.

В образованной полости скорость струи снижается, статическое давление в полости возрастает, и при определенных параметрах струи и давления в кольцевом пространстве происходит инициация образования трещины. Инициируемые из серии отверстий перфоратора трещины формируют общую трещину, поэтому путем соответствующего размещения перфорационных отверстий обеспечивается возможность точного позиционирования интервала начала развития трещины (рис. 1).

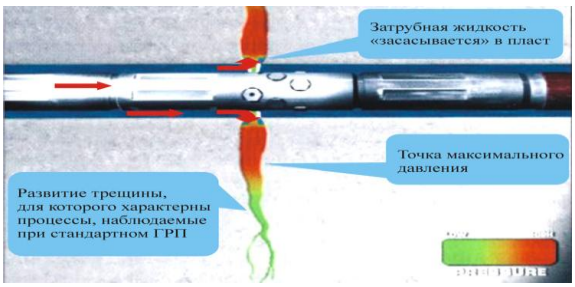


Рисунок 1 – Схема проведения ГПП + ГРП в скважине

Основной особенностью проведения «струйного» ГРП в горизонтальной скважине является возможность образования вертикальной трещины вдоль или поперек ствола (рис. 2). Для инициации трещины поперек ствола используется перфоратор с размещением насадок по его радиусу, диаметр их отверстий определяется проектным расходом жидкости при проведении гидроразрыва. При необходимости образования трещины вдоль ствола насадки перфоратора располагаются в одной плоскости с фазировкой 180°, в скважине плоскость размещения насадок должна быть ориентирована вертикально.

В вертикальной скважине при расположении насадок в плоскости, параллельной оси НКТ, попарно ориентированными в разные стороны в ходе ГПП инициируется вертикальная трещина в противоположных сторонах обсадной колонны. В горизонтальной скважине при размещении насадок по радиусу перфоратора образуется трещина, перпендикулярная стволу, а при размещении насадок по длине перфоратора – в плоскости оси ствола (рис. 2). Это обеспечивает высокую вероятность начальной ориентации плоскости трещины в плоскости расстановки сопел перфоратора, т.е. создает условия для реализации направленного ГРП.

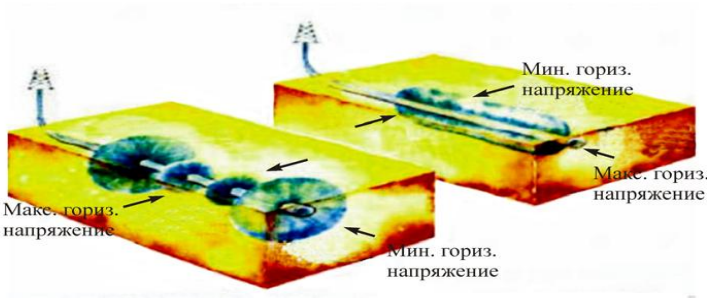


Рисунок 2 – Схема развития трещины ГРП в зависимости от фильтровой части горизонтальной скважины относительно естественного поля напряжений продуктивного пласта (перпендикулярно оси ствола и по оси ствола)

Основываясь на данные в статье, проблему селективных ГРП в горизонтальных и вертикальных скважинах можно решит с помощью объединения технологий гидропескоструйной перфорации и ГРП. Давление в полостях каверн при «струйном» ГРП максимально, жидкость из них распространяется в образующейся трещине, давление снижается из-за трения о стенки трещины. В результате давление в трещине, в зоне ее контакта с перфорационными отверстиями, устанавливается выше бокового горного давления и часть жидкости из трещины поступает обратно в колонну скважины, повышая в ней давление. С другой стороны, в зоне окон «струйного» нагнетания жидкости, создается разрежение и часть жидкости из затрубья вовлекается в полость. Таким образом, между отверстиями перфорации и окнами эжекции в колонне образуется циркуляционный поток жидкости.

Литературы:

1. Вскрытие продуктивных пластов горизонтальными скважинами / Н.Ф. Кагарманов,

М.Р. Давлетбаев, В.Х. Самигуллин, Р.С. Шайнуров, Р.Х. Юмашев, Р.М. Гилязов. Межвуз. темат. сб. науч. тр. / Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. – Уфа, 1996. – С. 63.

2. ГРП в горизонтальных скважинах с открытым стволом на месторождениях Западной Сибири / А.В. Бровчук, И.Р. Дияшев, А.В. Липлянин, Д. Грант, Д. Усольцев, К.К. Бутула // Oil and Gas Technical Conference and Exhibition held: Тр. междунар. конф., Москва, 3–6 октября 2006. – М., 2006.

К.Е. Тасан, М.А. Баймухаметов

Гидрожаруды қолдану арқылы кен орнын игерудің тиімділігін арттыру

Аннотация. Жұмыстың мақсаты горизонтальды ұңғыларда гидрожарудың проблемаларын қарастыру.

Горизонталдық ұңғыманың бастапқы бөлігінде гидравликалық сыну моделі, уақыттың өзгеруін ескере отырып, ағындарды бөлу, қысым бөлу және іріктеу аймағын қалыптастыру кестелері алынды. Гидродинамикалық үлгілердің құрылысы нәтижелеріне сүйенсек, магистральдың қашықтағы бөлігінде орналасқан жарықшалардың шығыны екі есе артық болатыны туралы нақты қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: Модельдік, жарықтар, гидрожару, ұңғы, горизонтальды ұңғы.

K.E. Tassan, M.A. Baimukhametov

Increase field development using hydraulic fracturing.

Summary. A model of hydraulic fracturing in the initial part of the horizontal wellbore, graphs of distribution of inflows, pressure distribution and formation of a zone of selection, including taking into account changes over time, were obtained. Based on the results of the construction of hydrodynamic models, an actual conclusion was drawn that the flow rate of cracks located in the remote part of the trunk is more than two times less.

Key words: Model, crack, wells, horizontal wells, hydraulic fracturing.

УДК 622.2

Т.Н. Төлеубекова

Ғылыми жоба жетекшісі:
Абикешев М.Р.- преподаватель спец дисциплин
Азмухаметов Н.Т.- преподаватель спец дисциплин
«Семей Геологиялық Барлау Колледжі», Семей қ., Қазақстан
tomatoleu@gmail.com

ТЕРЕҢ БҰРҒЫЛАУ КЕЗІДЕ АЛЫНАТЫН КЕРННІҢ САПАСЫН АРТТЫРУ МАҚСАТЫНДА СЫНАМАЛАУ СНАРЯДЫНЫҢ БӨЛІКТЕРІН ЖЕТІЛДІРУДІҢ БАСТЫ БАҒЫТТАРЫ

Аңдатпа. *Бұл жұмыста терең бұрғылау кезіндегі керн алу туралы мәселе қозғалған. Басты бір тақырыптардың бірі, осы бұрғылау түрін модернизациялау – яғни, қазірде қолданылып келе жатқан материалдардың орнына заманауи материалдарды өндіріске енгізу арқылы, тиімділікті арттыру. Бұрғылауда керн алу- бұрғылау өнімділігіне, оның бағасына және де жөндеу мен профилактика жұмыстарына әсер етеді.*

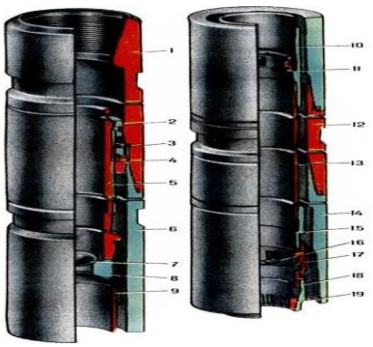
Мұндай жағдайда, менің ұсынып отырғаным, бұрғылау снарядтарын заман талабына сай жаңарту, яғни бұрғылауда қолданылып жүрген снарядтарды модернизациялау. Жаңа материялдарды қолданысқа енгізу- күрделі және агрессивті геологиялық орталарда жұмыс жүргізуді жеңілдетумен ғана қоймай, барлық қауіпсіздік стандарттарына сай болып келеді. Айта кететін жайт, алынған тақырыптағы зерттеу жұмыстары енді ғана қолға алына бастады.

Түйін сөздер: *колонкалық бұрғылау, мойынтірек, домалау мойынтіректері, керн алу снаряды, полиэфирэфиркетон*

Жылдан жылға жер бетіне жақын орналасқан кенорындары азайып келе жатыр және сол себепті де жер қойнауының терең бөліктеріндегі кенорындарын игеру мақсатында терең ұңғымаларды бұрғалау үлкен сұранысқа ие бола бастады.

Қазіргі таңда, терең ұңғымаларды бұрғылауды қамтамасыз ететін негізігі әдістердің бірі колонкалық бұрғылау болып табылады.Колонкалық бұрғылау – бұрғылау барысында бүкіл ұңғымаға тиесілі тау жыныстары түгелімен емес, тек сол ұңғыма шеңбері бойымен жүргізілетін бұрғылау түрі. Нәтижесінде жыныстың ішкі бөлігі керн түрінде сақталады.Керн - геологиялық қималарды толығымен зерттеу арқылы пайдалы қазба белгілерін анықтау үшін қолданылады. Ол өте маңызды геологиялық құжат және ұңғыма жайлы барынша толық мағлұмат бере алады. Керннің нақтылығы – алынған тау жынысы мөлшері мен монолиттің сапасына тәуелді болып келеді. Ал осы, керннің шығуы мен оның сапасына жыныстарқандағыш аспапен қатар, онда орналасқан кернқабылдағыштың да рөлі айтарлықтай зор. Керн алу мақсатында қолданылатын сынамалау снаряды, алынған сынаманың неғұрлым бүтін болуын қамтамасыз етуі шарт. Сонымен қатар, апаттың туындау қауіпі аз болуы керек және сол себептен де снаряд, ұңғымада жұмыс істеуге арналған барлық стандаттарға сай, сапалы материялдардан жасалуы тиіс.Бүгінгі таңда біздің елімізде, бұрғылау жұмыстарында заманауи материалдарды қолданып, оларды өндіріске енгізу әлі де ақсаңқырап тұр. Біздің ұсынап отырғанымыз, қолданылып келе жатқан снарядтарды модернизациалау болып табылады. Көп жағдайда керн алу мақсатында болаттан жасалған колонкалық бұрғылау жүргізіледі. Бұл бұрғылау түрінде темір колонкалық құбыр пайдаланылады. Колонкалық құбыр ішінде кернқабылдағыш болады.

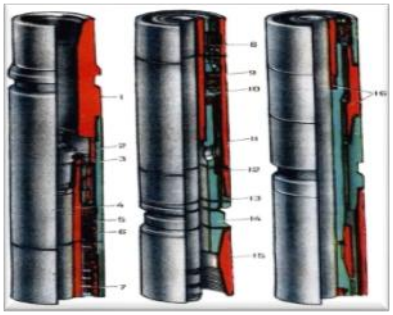
Алдарыңызда, керналушы снаряд құрылысы:



1- өткізгіш; 2- тығын; 3- бекіткіш; 4- гайка; 5- винт; 6- жоғарғы корпус; 7- шарлы қақпақ; 8- қақпақ ершігі ; 9- жоғарғы кернқабылдағыш құбыр; 10-муфта; 11-керн ұстатқыш; 12- төменгі корпус; 13- төменгі кернқабылдағыш құбыр; 14- жыныс талқандаушы ұштыққа өткізгіш; 15- кернүзгіш жалғастырғышы; 16- иінтіректі кернүзгіш;17- қаптама; 18- башмак; 19- цангты кертнүзгіш.

Сурет 1 - Керналушы снаряд

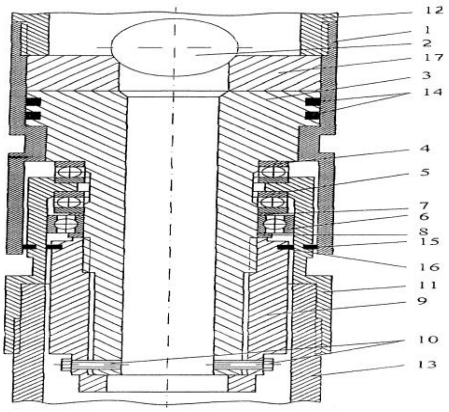
Төменде кернқабылдағыш құрылысы көрсетілген:



1 - өткізгіш; 2 - кернқабылдағыш; 3 – кернқабылдағыш ершігі; 4 – жоғарғы бөлік корпусы; 5 - турбина статоры; 6 - турбина роторы; 7 – қуыс білік (полый вал); 8 – орташа радиалды негіз; 9 - тірек; 10 – төменгі бөлік қуыс білігі; 11 - төменгі бөлік корпусы; 12 - төменгі радиалды негіз; 13 – статор гайкасы; 14 - білік жалғағышы (наставка вала); 15 - жыныс талқандаушы ұштыққа өткізгіш; 16 – секциялау түйіні.

Сурет 2 – Кернқабылдағыш

Мойынтіректі ілмек құрылысы:



1- жартылай муфта; 2 - шарлы қақпақ; 3- оқпан; 4- жоғарғы тіреуіш мойынтірек; 5- төменгі тіреуіш мойынтірек; 6- радиалды мойынтірек; 7- жоғарғы шайба; 8- нижняя шайба; 9-цилиндрлі гайка; 10- бекіткіштер; 11- төменгі жартылай муфта; 12- реттеуші винт; 13 – керналу құбыры; 14- тығыздашық сақина; 15,16- созылмалы шайба; 17 – қақпақ ершігі.

Сурет 3 - Мойынтіректі ілмек

Мойынтірек түрлері

1. Ролик негізді мойынтіректер

Ішкі сақина бойымен негіз бетінде жылжиды, массивті сыртқы сақинасы бар және сапфалы немесе цапфасыз, сеператорлы немесе сеператорсыз бола алады

2. Домалау мойынтіректері

1 - сыртқы сақина; 2 - шарик (домалау денесі); 3 - сепаратор; 4 - домалау жолағы; 5 - ішкі сақина.

Мұндай мойынтіректер үйкелу арқылы жұмыс жасайды. Сол арқылы энергияны аз талап етеді және бұйымның тозбауын қамтамасыз етеді. Жабық домалау мойынтіректері күтімді талап етпейді,ал ашық мойынтіректер- керісінше бөгде заттарға өте сезімтал болып келеді, нәтижесінде мойынтіректің тез бұзылуына әкеліп соғуы ықтимал.

Домалау мойынтіректерінің сеператорлары. Жалпы, сепаратор дегеніміз- домалау денелерін бөліп, бағыттаушы мойынтірек бөлігі. Ол мойынтіректің айналу жылдамдығын арттырады және бұл оның сеператорсыз мойынтіректен басты айырымашылығы болып табылады. Сонымен қатар, жұмысты жақсартатын бір жайт, сепаратор қосымша майлуға орын береді. Сепаратор жасалатын материал, мойынтіректің сипаттамасына өзінің ерекшеліктерін енгізеді.

Енді, сепаратор материалдарына кезек берек. Ең көп қолднылатыны- ол болат, одан кейін латунь. Латунь болаттан ауыр және жұмсағырақ. Ол дегеніміз, күрделі аумақтарда эксплуатация жасауға мүмкіндік береді. Бірақ қазіргі таңда, полимерлі сеператорлар болаттан және латуньнан жасалған сеператорлардың орнын басып келе жатқаны айқын байқалады.Яғни, мұнда полиэфирэфиркетон деген материял пайдаланылады. Ол- әртүрлі температура аралығында жұмыс істей алатын,химиялық әсер мен тозыққа өте төзімді, жоғарғы технологиялығы бар қатты және иілгіш материал болып тобылады. Сол себептен де, бүгінде ол прецезионды, жоғары айналымды, шпиндельді шарикті және роликті мойынтіректерде басты материал болып табылады.

Кесте 1. Материал қасиеттері

Қасиеттері	**Материал**		
	PEEK (Bearing Grade)	Латунь (ЛС59-1)	Болат (95Х18)
Үзілу кезіндегі созылу (%)	2	18	15
Максималды жұмыс істеу температурасы° С	260	250	300
Тығыздығы (кг/м^3)	1439	8400	7750

РЕЕКАртықшылықтары:

1- жоғарғы механикалық және электрикалық қасиеттерінің арқасында әтүрлі температура аралығында қолданылады (+260°С); 2- жақсы термикалық, химикалық және гидролиздік төзіділікті, сонымен қоса желіну мен динамикалық тозыққа төзімділікті қамтамасыз етеді; 3-түтін мен улы газдарды аз шығарып, жоғарғы қысымды буға төзімділікке ие; 4- гамма сәулеленуге төзімді; 5- Суға өте төмен сіңімділікпен сипатталады; 6- оны дайындау жеңіл және техникалық күтімді қажет етпейді; 7- салмағының аз болуы нәтижесінде, жанармай шығынын кемітіп, қоршаған ортаға келтіретін зиянын азайтады; 8- керннің шығымын арттырады; 9- өзінің жылдам жанбайтынығымен қоса төменгі түтінтүзгіштік деңгейінің арқасында қатаң өндірістік техникалық талаптарға сай келеді.Экономикалық құрылымына назар аударсақ, ПЭЭК-тің айрықша басымдылығы байқалады, яғни басқа материалдарға қарағанда арзан болып табылады.

Қорытындылай келе кіріспеде айтылып кеткендей, жүргізілген зерттеулердің мақсатына терең бұрғылау кезіндегі кернді алуға арналған бұрғылау снарядын модернизациялау болып табылады.Зерттеу үрдісінде қойылған мақсаттарға жету үшін ең алдымен ұңғыманың техникалық параметрлерін және бұрғылаудың параметрлерін анализдеу керек. Негізінен керналу снарядының конструкциясы мен оның бөлшектеріне, дәлірек айтқанда мойынтіректі ілмекке басты назар аударуымыз керек. Сонымен қатар, осы мойынтіректердің құрылысына, яки олардың қазірде жасалып жатқан материялдарын жіті назарда ұстап және олардың заманауи перспективті баламасын қолдануымыз шарт.

Әдебиеттер:

1. Бергштейн О.Ю., Великосельский М.А., Вугин Р.Б. Совершенствование методов и средств отбора керна в глубоком бурении. М.: Недра, -1977;

2. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учебник для нач. проф. образования/ Юрий Вячеславович Вадецкий. — М.: Издательский центр «Академия», 2003;

3. Пономарев П.П., Каулин В.А. Отбор керна при колонковом геологоразведочном бурении. -Л.: Недра, -1989;

4. Гаврилов Я.С., Кунцяк Я.В., Мессер А.Г. и др. Отбор керна из трещиноватых коллекторов. //Нефтяное хозяйство. -1991;

Толеубекова Томирис Нурлановна

Обоснование направления модернизаций узлов керноотборного наряда с целью совершенствования качества отбора проб при глубоком бурении

Аннотация. В данной работе ведется речь о бурении с отбором керна в условиях глубинного морского бурения. Основной темой является один из способов модернизации данного типа бурения – путем внедрения современных материалов и возможной замены таковыми ныне существующих. Актуальность вопроса о модернизации бурения с отбором керна, является очевидной в силу своего влияния на продуктивность процесса бурения, его экономическую стоимость, а также время ремонта и профилактических работ, проводимых в процессе бурения.

Выбранный пример возможного внедрения разработки позволяет убедиться в возможности её применения в непростых геологических условиях, а, следовательно, отвечает на вопрос о возможности применения разработки и в более простых и распространенных геологических условиях.

Стоит заметить, что разработки в выбранной теме еще ведутся, а вопрос изучен не до конца.

Ключевые слова: колонковое бурение, подшипник, подшипники качения, керноотборный снаряд, полиэфирэфиркетон (ПЭЭК).

Nurlanovna Tomiris Toleubekova

Direction reasoning of core sampler units modernization in oder to upgrade sampling quality in deep drilling

Annotation. The main theme of this job is core drilling in deep offshore wellbores. The main subject of the job is one of the ways of modernization of the drilling technology applying modern materials and replacing the ones using now with them. The question of modernization of the core drilling equipment is actual because of its influence on productivity of the drilling process, the economical part of the drilling and repairing time.

A chosen example of probable introduction of the elaboration gives an opportunity to make sure that the elaboration could be used in very severe geological conditions of a deep offshore wellbore; moreover, it proves that the elaboration can be used in normal geological conditions too.

It should be noticed that the question of such modernization is still working out.
Keywords: core drilling, bearing, cageless bearing, core sampler, polyetheretherketone (PEEK).

УДК 622.2

А. М. Ускенбаев
Научный руководитель: Джексенбаев Н. К. – к.х.т, ассоц. профессор
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
Alisher17u@gmail.com

РЕКОНСТРУКЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ ГНПС ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

Аннотация. *Казахстан обладает огромными подтвержденными запасами нефти и газа. Для транспортировки углеводородов в республике используется около 10715 км нефте- и газопроводов. Тем не менее перед страной сегодня стоит ряд нерешенных проблем, связанных с поставкой нефти на внутренний и международный рынки. Проблемы, касающиеся внутреннего рынка, заключаются в том, что большинство запасов и основные объемы добычи нефти сосредоточены на западе, в то время как ее потребители (крупные города и промышленные центры) находятся на юго-востоке и индустриальном севере. Как наследие советской экономической системы, добываемая на западе нефть транспортируется через Россию на мировые рынки, а внутренняя потребность на востоке удовлетворяется путем импорта из Сибири. Кроме того, большинство из существующих трубопроводов были построены несколько десятилетий назад и предназначались для реализации целей бывшего Советского Союза, а не Казахстана как независимого государства. В настоящее время несколько проектов, направленных на улучшение сложившейся ситуации, находятся на различных этапах развития.*

Поскольку республика практически не имеет морских границ, транспортировка является основной проблемой развития казахстанского нефтяного рынка. Тарифы, возможность использования трубопроводов и их пропускная способность имеют решающее значение для любых нефтяных проектов. Для решения проблемы увеличения пропускной способности магистральных трубопроводов возможно применение различных способов. Выбор наиболее эффективного можно выбрать только на основании изучения состояния нефтепровода, его конструкции, условий эксплуатации, продукта, который по нему перекачивается, возраста и всевозможных конструкционных особенностей. При этом руководствуются не только соображениями эффективности работы нефтепровода после реконструкции, но и безопасности его эксплуатации для человека и окружающей среды.

Ключевые слова: *нефть, нефтепровод, пропускная способность, способы повышения, эксплуатация.*

Введение

Как известно, ведущее место в топливно-энергетическом секторе занимает нефть. Она составляет основу топливно-энергетических балансов всех экономически развитых стран. Нефть – национальное богатство добывающих стран, источник могущества, фундамент их экономики, фактор обороны и безопасности. Пользователи трубопровода обычно желают прокачать как можно больше нефти в единицу времени. С другой стороны, пропускная способность магистрального нефтепровода может меняться независимо от воли пользователей, в частности, от изменения вязкости нефти, что может быть связано как с изменением ее состава, так и вследствие колебания внешних температур. Изменение вязкости, например, в сторону увеличения, приводит к увеличению нагрузки на насосных станциях, так как для перекачки вязкой нефти требуется больший напор. Однако маневр

мощностью насосных станций имеет свои ограничения. Для решения проблемы увеличения пропускной способности магистральных трубопроводов возможно применение следующих мер:

- сооружение так называемых «лупингов», то есть, прокладка параллельных дополнительных трубопроводов, связанных с основной системой;
- врезка в трубопровод участка увеличенного диаметра, часто называемого «вставкой»;
- увеличение количества насосных станций на трубопроводе;
- увеличения производительности насосных станций;
- комбинированные методы, например, увеличение числа насосных станций одновременно с сооружением лупингов.

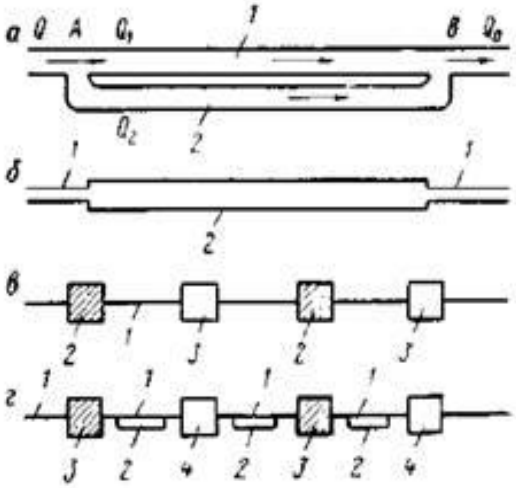
Существуют и другие способы повышения пропускной способности нефтепровода, не связанные с его перестройкой. В частности, это уменьшение вязкости нефти путем ее подогрева, либо добавлением различных присадок, разжижающих ее. С другой стороны, необходимо бороться с отложениями парафинов на внутренней поверхности трубопровода, как механическим, так и химическим путями.

Методы увеличения пропускной способности магистральных нефтепроводов

Трубопроводный транспорт нефти и газа является самым экономичным способом доставки этих природных энергоносителей до места их дальнейшей переработки. Магистральный трубопровод характеризуется следующими основными параметрами:

- длиной;
- диаметром;
- пропускной способностью;
- наличием перекачивающих станций.

Во время эксплуатации магистральных трубопроводов часто возникает необходимость увеличения пропускной способности трубопроводов. На рисунке 1 изображены несколько основных технологий увеличения пропускной способности нефтепровода.



1 - прокладка параллельно основному трубопроводу дополнительного участка трубы – лупинга, 2 - врезка участка трубопровода диаметром больше основного трубопровода – вставки, 3 - увеличение числа насосных станций, 4 - комбинированный метод - увеличение числа насосных станций с одновременной укладкой лупингов

Рисунок 1 – Схемы методов увеличения пропускной способности магистральных нефтепроводов

Повышение пропускной способности трубопроводов с помощью увеличения насосных агрегатов в уже существующих насосных станциях в основном не практикуется так как, это ведет к возрастанию потери напора, а это, в свою очередь, может привести к существенному увеличению давления, выше допустимого по расчетной прочности трубопровода. Также, редко используется метод врезки вставок в трубопровод для повышения пропускной

способности, так как в этом случае требуется полная остановка трубопровода на период врезки вставки, а сменяемые трубы не находят дальнейшего применения.

Наиболее целесообразный способ повышения пропускной способности трубопровода выбирают, исходя из особенностей трубопровода и технико-экономического сравнения различных вариантов. Но при любом способе необходимо учитывать прочность трубопровода и его состояние.

Заключение

В данной статье был сделан анализ методов увеличения пропускной способности магистральных нефтепроводов. Пропускная способность магистрального трубопровода – это фактическая способность магистрального трубопровода за определенный период времени транспортировать количество нефти и (или) нефтепродуктов. При расчете любых систем, основанных на циркуляции жидкости по трубам, возникает необходимость точного определения пропускной способности труб. Такая характеристика как пропускная способность трубопровода зависит от нескольких факторов. Прежде всего, это диаметр трубы, а также тип жидкости, и другие показатели. Выбор наиболее эффективного метода повышения пропускной способности должен быть основан на изучении состояния нефтепровода, его конструкции, условий эксплуатации, продукта, который по нему перекачивается, возраста и всевозможных конструкционных особенностей. При этом руководствуются не только соображениями эффективности работы нефтепровода после реконструкции, но и безопасности его эксплуатации для человека и окружающей среды.

Литературы:

1. Джантуреева Э. Нефтегазовый комплекс: запасы, добыча, инвестиции // Kazakhstan. – 2014. – № 5. – С. 18–22.

2. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудов А.Г., Юфин В.А., Яковлев Е.И. Трубопроводный транспорт нефти и газа: учеб. для вузов. - М.: Недра, 1988. - 368 с.

3. Кошим А.Г. Состояние и экологические проблемы нефтедобывающей промышленности Прикаспийского региона // XXVII Пленум геоморфологической комиссии РАН: Материалы Международной конференции. – Томск: Томский государственный университет, 2003. – С. 272–274.

4. Джолдасбаева Г.У. Пути повышения конкурентоспособности нефтегазового комплекса за счет диверсификации и реструктуризации: теория, практика, приоритеты (на примере Республики Казахстан): Монография. – Алматы: Экономика, 2012. – 312 с.

5. Чигаркина О.А., Джолдасбаева Г.У. Развитие нефтепереработки как фактор структурных преобразований экономики Казахстана // Экономика: стратегия и практика. – 2014. – № 4 (32). – С. 14–19.

6. Оразбаева К., Утенова Б., Курсина М. Формирование нефтехимического кластера и создание интегрированного нефтехимического комплекса в Казахстане // Промышленность Казахстана. – 2014. – № 4 (85). – С. 20–22.

7. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды: учеб. для вузов. - М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 319 с.

А. М. Ускенбаев

БМӨС құбыр желілерінің өткізу қабілетін арттыру үшін қайта құру және жаңғырту

Аңдатпа. Қазақстан мұнай мен газдың дәлелденген мол қорына ие. Республикада көмірсутектерді тасымалдау үшін 10715 км жуық мұнай және газ құбырлары пайдаланылады. Дегенмен, бүгінде елдің алдында ішкі және халықаралық нарықтарға мұнай жеткізуге байланысты шешілмеген бірқатар проблемалар тұр. Ішкі нарыққа қатысты проблемалар қорлардың көпшілігі мен мұнай өндірудің негізгі көлемдері батыста шоғырланған, ал оның тұтынушылары (ірі қалалар мен өнеркәсіптік орталықтар) оңтүстік-шығыста және индустриялық солтүстікте орналасқан. Батыста өндірілетін мұнай кеңестік экономикалық жүйенің мұрасы ретінде Ресей арқылы әлемдік нарықтарға тасымалданады, ал Шығыстағы ішкі қажеттілік Сібірден импорт жолымен қанағаттандырылады. Бұдан басқа, жұмыс істеп тұрған құбырлардың көпшілігі бірнеше он жыл бұрын салынған және Тәуелсіз мемлекет ретінде Қазақстанның емес, бұрынғы Кеңес Одағының мақсаттарын

жүзеге асыруға арналған. Қазіргі уақытта қалыптасқан жағдайды жақсартуға бағытталған бірнеше жоба дамудың әр түрлі кезеңдерінде жатыр.

Республиканың теңіз шекаралары жоқ болғандықтан, тасымалдау қазақстандық мұнай нарығын дамытудың негізгі проблемасы болып табылады. Тарифтер, құбырларды пайдалану мүмкіндігі және олардың өткізу қабілеті кез келген мұнай жобалары үшін шешуші мәнге ие. Магистральды құбырлардың өткізу қабілетін арттыру проблемасын шешу үшін әртүрлі тәсілдер қолданылуы мүмкін. Ең тиімді таңдау мұнай құбырының жай-күйін, оның құрылымын, пайдалану шарттарын, ол бойынша айдалатын өнімді, жасын және барлық мүмкін болатын конструкциялық ерекшеліктерін зерттеу негізінде ғана таңдауға болады. Бұл ретте қайта жаңартудан кейін мұнай құбыры жұмысының тиімділігі тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар оны адам мен қоршаған орта үшін пайдалану қауіпсіздігі тұрғысынан да басшылыққа алынады.

Түйін сөздер: мұнай, мұнай құбыры, өткізу қабілеті, өсу жолдары, жұмыс.

A.M. Uskenbayev

Reconstruction and modernization to increase the through capacity of the pipelines of MOBS

Annotation. Kazakhstan has huge proven reserves of oil and gas. About 10715 km of oil and gas pipelines are used for transportation of hydrocarbons in the Republic. Nevertheless, the country today faces a number of unresolved problems related to the supply of oil to the domestic and international markets. The problems concerning the domestic market are that most of the reserves and the main volumes of oil production are concentrated in the West, while its consumers (large cities and industrial centers) are located in the South-East and industrial North. As a legacy of the Soviet economic system, oil produced in the West is transported through Russia to world markets, and domestic demand in the East is met by imports from Siberia. In addition, most of the existing pipelines were built decades ago and were intended to serve the purposes of the former Soviet Union, not Kazakhstan as an independent state. Currently, several projects aimed at improving the situation are at different stages of development.

Since the Republic has practically no sea borders, transportation is the main problem of the development of Kazakhstan's oil market. Tariffs, the possibility of using pipelines and their capacity are crucial for any oil projects. To solve the problem of increasing the capacity of trunk pipelines it is possible to use different methods. The choice of the most effective can be chosen only on the basis of studying the state of the oil pipeline, its design, operating conditions, the product that is pumped through it, age and all kinds of structural features. At the same time, they are guided not only by considerations of the efficiency of the oil pipeline after reconstruction, but also the safety of its operation for humans and the environment.

Key words: oil, oil pipeline, capacity, ways of increase, operation

УДК 622.32

А.Р. Хусаинова, Д.А. Исмаилова, Б.С. Ахымбаева

Научные руководители – Д.А. Исмаилова, Доктор PhD, заместитель директора ИГиНГД, сениор-лектор кафедры «Нефтяная инженерия»

Б.С.Ахымбаева, Доктор PhD, ассистент-профессор кафедры «Нефтяная инженерия»

[1-3]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

khussainova.alfiya@gmail.com

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАРБОНАТНЫЙ ПОРОВО-ТРЕЩИНОВАТЫЙ КОЛЛЕКТОР

Аннотация. *Большая часть запасов углеводородов в мире находится в карбонатных породах. Карбонатные коллектора трещинно-порового типа крайне неоднородны и являются сложной постройкой, которая намного сложнее в изучении, чем терригенные коллектора. Одним из важных факторов, который влияет на показатели добычи является наличие трещин. Важной особенностью трещиноватого коллектора является то, что он имеет два вида пустотности, т.е. при проектировании разработки необходимо учитывать модели двойной пористости и проницаемости. Матрица имеет мелкие поры и обладает значительной вмещающей способностью. Трещинная система, наоборот имеет высокие фильтрационные характеристики.*

В современной разработке трещиноватых коллекторов широко используется модель двойной пористости Уорена и Рута. Данная модель считается идеализированной, она

состоит из одинаковых по размеру параллелепипидов, которые разделены сеткой трещин. Существует большое количество методов воздействия на данный тип коллектора (заводнение, закачка газа, термические и химические методы), но в следствии сложного строения не все методы эффективны, при разработки данных залежей необходимо также и гидродинамическое моделирование, т.к. необходимо учитывать любой исход событий во избежание ошибок.

Ключевые слова. *Карбонатный коллектор, трещина, моделирование, двойная пористость, воздействие*

Тема разработки трудноизвлекаемых запасов нефти с каждым годом становится все более актуальной. В последние годы большинство нефтегазовых компаний мира концентрируют все большее внимание на изучении нетрадиционных коллекторов, к которым по праву можно отнести породы со вторичной емкостью. Более 60% запасов углеводородов в мире находится в карбонатных породах, однако их оценка представляет собой достаточно трудную задачу.

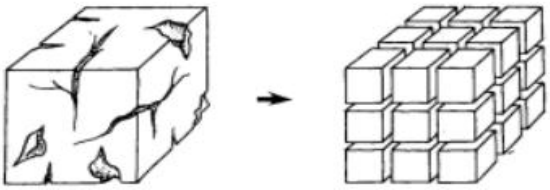


Рисунок 1 - Образец реальной трещиноватый пласт трещиноватой породы

Рисунок 2 - Идеализированный

Карбонатные коллектора трещинно-порового типа представляют собой сложную постройку, которая существенно сложнее в исследовании, данные типы пород крайне неоднородны. Неоднородность усложняет их анализ, разработку, особенно в условиях естественно-трещиноватых коллекторов. На показатели добычи нефти в подобных коллекторах главным образом влияет наличие трещин, именно поэтому понимание их изменения в естественных трещиноватых коллекторах является ключевым фактором для изучения, проектирования и разработки данных месторождений.

Существует большое количество определений термина «трещина», но если смотреть на данный параметр с геомеханической точки зрения, то трещину можно представить, как «поверхность, по которой произошло нарушение сплошности». Р. Нельсон трактовал трещиноватость коллектора, как «естественный макроскопический плоский разрыв породы, являющийся продуктом деформации или физического диагенеза» [2].

Многие месторождения имеют систему трещин, связанную с напряжённо-деформированным состоянием горных пород, тектоническими движениями и термодинамическими силами в залежи УВ. Геометрические характеристики трещин изменяются в широких пределах (рис.1). Система трещин может улучшать фильтрационно-емкостные свойства, но может быть и системой барьеров для потока флюидов, тем самым оказывая серьезное влияние на производительность всего месторождения. Трещины отвечают за транспортную функцию при добычи газа и нефти. В современной разработке трещиноватых коллекторов широко используется модель двойной пористости Warren and Root (1963).

В модели элементы матрицы породы контролируются характерным объемом Vm, который содержит в себе большое количество матричных блоков и сегментов трещин. В модели Уоррена-Рута трещиноватый пласт представляет собой одинаковые прямоугольные параллелепипеды (рис.2), которые разделены сетью трещин [1]. По данной модели движение флюидов к добывающей скважине происходит по системе трещин. Такие свойства как проницаемость и пористость характерного объема не могут описывать реальные трещины

пласта. Основным недостатком модели является невозможность учитывать распределение трещин в пласте, а также их фильтрационные характеристики. При разработки данного типа коллекторов можно произвести сопоставительный анализ с терригенными коллекторами. Пустотно-поровое пространство, сформированное в карбонатных породах, по сравнению с пустотами песчаников, отличается большим разнообразием, как по происхождению и распределению в матрице породы, так и по морфологии. Первичные пустоты встречаются преимущественно в породах обломочных, оолитовых, органогенных. Вторичные пустоты формируются в результате перекристаллизации, растворения, растрескивания. К вторичным пустотам относятся межкристаллитные и кавернообразные поры, каверны и трещины [1]. Распределение нефти в карбонатных породах, также как и в терригенных коллекторах, контролируется морфологией пустот, размерами и степенью их открытости и сообщаемости. Но важно не забывать, что преобладают существенные отличия. Терригенные и карбонатные коллекторы отличаются типом пустот, их размерами и локализацией в породе. В карбонатных коллекторах основным типом пустот являются каверны и трещины, в терригенных же породах основным типом являются поры. Добыча нефти из карбонатных и трещиноватых коллекторов составляет большую долю запасов портфеля проектов многих компаний мира и известно, что значительная часть геологических открытий связанно именно с карбонатами. Но большинство стран мира отдает приоритет в добыче традиционным терригенным отложениям. Это связано с тем, что карбонатные и трещиноватые коллектора имеют сложное строение порового пространства, присутствует высокая неоднородность фильтрационных и емкостных свойств, разнообразие горных пород в составе коллектора и др. Обводнение, один из важных показателей добычи, карбонатных залежей происходит неравномерно, а традиционные методы разработки не позволяют охватить большой объем пласта. Для качественного и результативного освоения данных залежей лучше всего применять нестандартные методы по многим направлениям, в том числе петрофизическому моделированию и исследованию керна, применять нестандартные подходы к геолого – гидродинамическому моделированию. Как известно гидродинамическое моделирование - это основной метод управления разработкой месторождения. При освоении карбонатного или какого-либо другого типа коллектора необходимо использовать симуляторы (самые распространенные и известные Eclipse и Petrel), которые позволяют прогнозировать поведение пласта при различных сценариях разработки. При моделировании данного коллектора необходимо учитывать расчет двойной пористости и проницаемости. В процессе разработки нефтяных месторождений наступает момент, когда пластовой энергии недостаточно для добычи нефти. Существует значительное количество методов воздействия на карбонатный порово-трещиноватый коллектор. К ним можно отнести: заводнение, закачка газа, тепловые методы, полимерное заводнение и т.д. Важной отличительной характеристикой разработки трещиноватых карбонатных коллекторов является быстрое продвижение по трещинам насыщающих пласт флюидов. Одним из сложных методов поддержания ППД является закачка в пласт воды. При воздействии на коллектор очень важно произвести верный и достоверный расчет модели двойной пористости и проницаемости, создание наилучшей гидродинамической модели, с последующей положительной адаптации модели. На протяжении времени воздействия на коллектор при заводнении может произойти прорыв закачиваемой воды и не удастся обеспечить эффективное ППД и вытеснение нефти. Значительное количество углеводородов остается в блоках, матрицах в виде остаточной нефти. При закачке воды в пласт она может продвигаться равномерно по всей сетке трещин, если скорость движения по трещинам не будет больше скорости флюидообменных процессов. Данные процессы являются функцией густоты трещин и микротрещин. С физической точки зрения известно, что чем меньше пористые блоки, тем быстрее происходит вытеснение нефти. На данный процесс оказывают влияние такие силы, как гравитационные, капиллярные, гидродинамические и др. Если же не будет таких показателей, то движение воды будет неравномерным и охват пустотного пространства будет неполным. Одним из важных показателей является то, что значительное

влияние на процессы извлечения углеводородов в порово-трещиноватых, трещиноватых коллекторах оказывает соотношение между пластовым и боковым горным давлением. При условии, что боковое давление больше пластового, трещины находятся в сжатом состоянии, а, следовательно, это уменьшает коэффициент охвата пласта вытеснением. Также одним из известных и используемых методов воздействия на трещиноватый коллектор является закачка газа в пласт. Закачиваемый газ может проникать в плотные разности коллектора, вытесняя из них нефть. Но у большинства проектов закачки газа есть недостатки, которые связаны с низким коэффициентом охвата пласта вытеснением, это связано с тем, что вязкость газа в пластовых условиях мала. Также возможны варианты, когда будут колоссальные прорывы газа, что связано с наличием трещин. Учитывая свойства газа будет очевидно то, что газ будет продвигаться быстрее, тем самым в дальнейшем он не будет пропускать нефть, могут образоваться газовые пробки.Заводнение же может быть эффективным, если соотношение вязкости нефти и воды в пластовых условиях положительное. Это приводит к тому, что коэффициент охвата залежи будет выше, чем при вытеснении газом. При данных условиях возможно уменьшение степени неоднородности пласта, так как будет происходить вытеснение вязкой жидкостью менее вязкой и, следовательно, будет наблюдаться выравнивание фронта (т.е. shock будет меньше 1). Если провести сопоставительный анализ двух методов, то можно сказать, что закачка воды имеет низкую эффективность по вытеснению, но более высокую эффективность по охвату. Также одним из актуальных методов воздействия на данный тип коллектора является полимерное заводнение. В первоначальный период разработки по трещинам происходит миграция насыщающих пласт флюидов и это обеспечивает основную добычу. В следствии наличия трещин при заводнении может произойти прорыв воды от нагнетательных скважин до добывающих. Поэтому используют метод изоляции трещин при помощи гелеполимерного заводнения для снижения объемов добываемой воды. Таким образом в работе были рассмотрены геологические особенности карбонатных коллекторов, идеализированная модель Уоррена-Рута, которая очень важна при разработке, а также актуальные методы воздействия на трещиноватый коллектор.

Литературы:

1. Джеббар Тиаб, Эрл Ч. Доналдсон «Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов» (перевод с английского), 836 с., 2009г., Москва, ISBN: 978-5-903363-12-4.

2. Голф-Рахт Т.Д. «Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов». 607с., 1986г. Москва, издательство «НЕДРА».

3. Nelson, R., “Geologic Analysis of Naturally Fractured Reservoirs”, Gulf Professional 2nd Publishing, Edition, 2001.

А. Хусаинова, Д.А. Исмаилова, Б.С. Ахымбаева

Карбонатты кеуекті - жарықшақты жинауыштарға әсер ету тәсілдерін талдау

Аңдатпа. Кеуекті-жарықшақты карбонатты жинауыштарды игеру қазіргі уақытта мұнай-газ саласының басты проблемасына айналып отыр, себебі көмірсутек қорының көп бөлігі осы типті жинауыштарда орналасқан. Кеуекті-жарықшақты карбонатты жинауыштарды игеру қос кеуектілікпен өткізгіштіктің сандық есептеулері арқылы жүзеге асады. Жарықшақты қабатқа әсер етудің көптеген әдістері жүзеге асырылуда, атап айтсақ газ, су, полимерлерді жинауыштарға айдау және жылулық әдістер. Мұнай қабаттарын игеруді бақылау гидродинамикалық модельдеу арқылы жүзеге асады.

Түйін сөздер: карбонатты жинауыштар, жарықшақ, қос кеуектілік, гидродинамикалық модельдеу, қабатқа әсер ету.

A.R. Khussainova, Dzh.A. Ismailova, B.S. Akhymbayeva

Analysis of effectiveness of different EOR methods to dual porous layers

Annotation. The development of carbonate porous-fractured reservoirs is an actual problem of the modern oil industry, since most of the reserves are concentrated in this type of reservoir. The development of these reservoirs is carried out by calculating the dual porosity and permeability. There are many methods of influencing a fractured

reservoir; these are the injection of water, gas, polymer flooding, and thermal methods. Control over the development of deposits is carried out by hydrodynamic modeling.

Keywords: Carbonate reservoir rock, fracture, modeling, dual porosity, effect

УДК 622

М. Б. Шиктыбаева, Д. А. Исмаилова, Б.С. Ахымбаева

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

Madina.shiktybayeva.pe@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ КАРБОНАТНЫХ ЕСТЕСТВЕННО ТРЕЩИНОВАТЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Аннотация. *Данная статья отражает сложности моделирования трещиноватых коллекторов. Актуальность темы в том, что процент разработки трещиноватых коллекторов с каждым годом растет, а правильная характеристика трещиноватых коллекторов имеет огромное значение на прогнозы добычи.*

В Казахстане и ближних нефтедобывающих странах основную часть занимают терригенные коллектора. Трещиноватые коллектора являются сложным и интересным объектом для моделирования, так как имеют высокую неоднородность фильтрационно-емкостных свойств. Коллекторы с двойной пористостью не описываются традиционными способами, не существует единого алгоритма изучения и разработки трещиноватых коллекторов, для каждого месторождения должен быть выбран свой подход.

Ключевые слова*: трещиновато-пористый коллектор, моделирование, двойная пористость.*

Карбонатные коллектора являются трещиновато-пористыми, имеют матричную и вторичную пустотность и различаются в фильтрационно-емкостных свойствах. Матричная характеризуется высокой пористостью и низкой проницаемостью, вторичная –низкой пористостью и высокой проницаемостью. Основная доля запасов находится в матрице, но фильтрационный процесс лучше проходит в трещинах. При гидродинамическом моделировании используется модель Уоррена -Рута, где пласт представляется блоками матрицы разделенных трещинами (рис.1) [1]. Матрица и трещины представляют собой две различные континуальные среды.

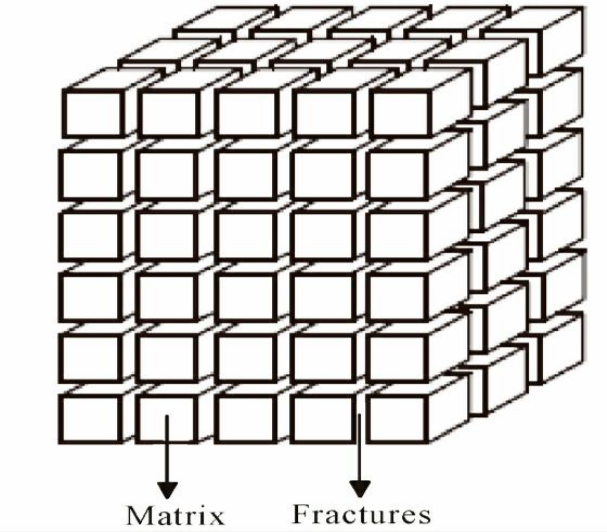


Рисунок 1 - Модель Уоррена -Рута.[2]

При моделировании двойной пористости коллектора требуются значительные изменения всего процесса моделирования коллектора, потому что моделирование свойств матрицы и трещины необходимо рассматривать отдельно. На схеме описан процесс (рис. 2). Сначала в процессе петрофизического анализа пористость анализируют по двум параметрам: пористость, связанная с матрицей и трещинами. После проведения петрофизического анализа свойства коллектора, связанные с матрицей, распределяются по сетке геолого-математической модели пласта. Затем масштаб сетки увеличивается для сокращения числа ячеек при гидродинамическом моделировании. В данном случаи мелкие ячейки сетки совмещаются только в вертикальном направлении (увеличение масштаба всего района не проводится). Затем в модель увеличенного масштаба вводятся свойства трещин. В начале проводится моделирование движения пластовых флюидов с тем, чтобы выяснить конкретные элементы распределения матрицы и трещин, которые необходимо улучшить.

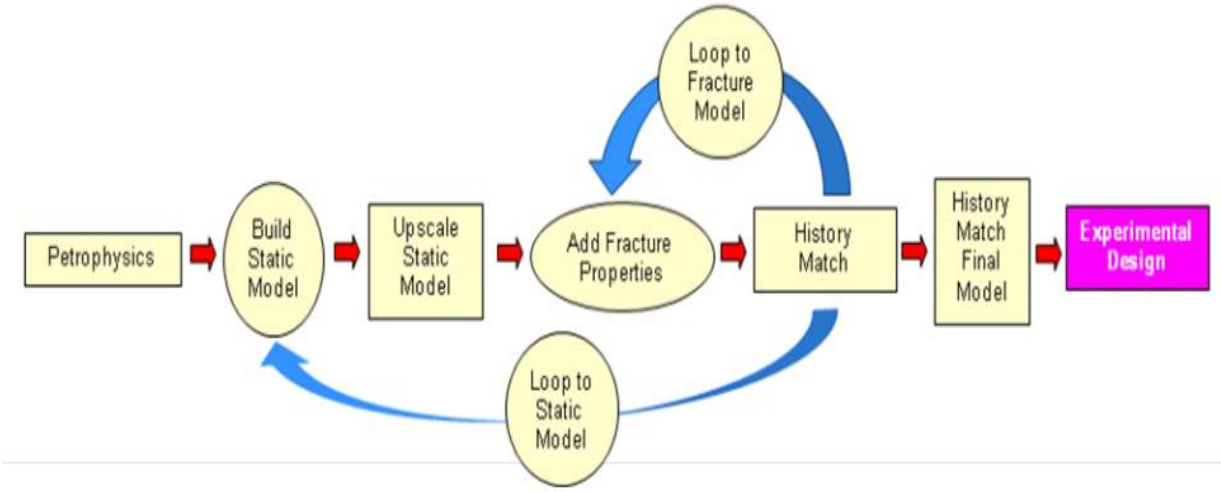


Рисунок 2 - Процесс моделирования двойной пористости [2]

Моделирование трещин проводится после увеличения масштаба сетки геолого-математической модели, поскольку при крупном масштабе берутся средние значения характеристики трещин. Поэтому, моделирование трещин наиболее целесообразно проводить при крупном масштабе, где размер ячеек близок к масштабу, при котором может быть получена характеристика трещин. Кроме того, моделирование свойств трещин в сетки увеличенного масштаба ускоряет процесс ввода данных разработки для включения результатов исторической адаптации модели [3].

Карбонатные коллектора имеют большую трещиноватость, но необходимо выделить те трещины, которые оказывают влияние на поведение пластового флюида. Поэтому проводятся ряд исследований комплекса ГИС, ГДИС и т.п. Признаки трещиноватости можно будет наблюдать еще на стадии бурения, следующим показателем является, исследование керна. Трещиновато-пористые коллектора требуют тщательной разработки, так как при применении ППД трещины могут привезти к прорыву реагента.

Гидродинамическая модель двойной пористости большей степени зависит от свойств трещин, эти свойства включены в геолгическую модель. Важными являются такие парметры как: плотность трещин, геометричекие характеристики трещин, эффективность трещин и т.п. При вертикальном направлении трещин, они бывают двух видов: тектонические и консендиментационного происхождения. Второй вид трещин увеличен за счет пластовых растворах. Под влиянием растворов трещины могут доходить до очень больших диаметров, что может за собой повлечь трудности при бурении. Для исследования трещин использовался гамма-гамма каротаж и дополняются другими данными геофизических исследований. Для исследования плотности трещин используют данные давления по

времени (кпд). Для исследования пористости каротажные данные и ГДИ дополняют друг друга. Геометрические характеристики остаются самым неопределенными параметрами при моделировании коллектора. Данные со скважин является преимущественным способом получения информации для всего коллектора. Параметры как длина и ширина трещины остаются самыми неопределенными параметрами при моделировании, так как эти параметры не измеряются каким-либо скважинными инструментом.

Для гидродинамического моделирования многие данные берутся из геологической модели. Трещины непрерывны и обеспечивают большую нефтеотдачу, но также встречаются прерывистые трещины, которые способствуют уменьшению нефтеотдачи.

Моделирование двойной пористости отлична от стандартной модели, высока неопределенность параметров трещин, и конечно же не стоит забывать что, квалифицированность специалистов играет не малую роль в интерпретации данных по скважине.

Литературы:

1. «Повышение коэффициента извлечения нефти из карбонатных трещиновато-пористых коллекторов с помощью многократного разгазирования нефти», К.О. Алексеева, УДК 622.276.43 «5», 2017 г.

2. «Моделирование процесса разработки нефтяных месторождений», С. М. Дуркин рис 3.4 стр. 24, 2014 г.

3. «Моделирование продуктивного коллектора для определения параметров двойной пористости, Тенгизкого месторождения. Республика Казахстан», Т. Танкерсли, SPE 139836, 2010г.

М.Б. Шиктыбаева, Д.А. Исмаилова, Б.С. Ахымбаева.

Карбонатты табиғи жарылған коллекторлардың ерекшеліктері және оларды моделеу

Аңдатпа. Бұл мақала жарықшақты коллекторларды үлгілеудің күрделілігін көрсетеді. Тақырыптың өзектілігі жарық түсіретін коллекторларды игеру пайызы жыл сайын өсуде, ал жарық түсіретін коллекторлардың дұрыс сипаттамалары өндіру болжамдары үшін үлкен маңызға ие.

Қазақстанда және жақын маңдағы мұнай өндіруші елдерде негізгі бөлігін терриген су қоймалары алады. Жарық коллекторлары модельдеудің күрделі және қызықты объектісі болып табылады, өйткені Сүзгіш-сыйымдылық қасиеттерінің біртектілігі жоғары. Екі кеуектілігі бар резервуарлар дәстүрлі әдістермен сипатталмайды, жарылған коллекторларды зерттеу мен әзірлеудің бірыңғай алгоритмі жоқ, әрбір кен орнына өз тәсілін таңдау керек.

Түйін сөздер: Қатты кеуекті коллектор, моделеу, қос кеуектілік.

M. Shiktybayeva, D. Ismailova, B. Akhymbayeva.

Features of carbonate naturally fractured reservoirs and their modeling.

Abstract. This article reflects the complexity of modeling fractured reservoirs. The relevance of the topic is that the percentage of development of fractured reservoirs is growing every year, and the correct characteristics of fractured reservoirs has a great importance for production forecasts.

In Kazakhstan and the near oil-producing countries, the main part is occupied by terrigenous reservoirs. Fractured reservoirs are a complex and interesting object for modeling, as they have a high heterogeneity of filtration-capacitive properties. Reservoirs with double porosity are not described by traditional methods, there is no single algorithm for the study and development of fractured reservoirs, each field should be chosen its own approach.

Keywords: fracture-porous collector, simulation, dual porosity.

УДК 622.2

Б.А. Шиланбаев, Б.А. Балуанов
Научный руководитель – Д.Ж. Абдели, профессор, доктор технических наук
Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
shilanbayev.b@gmail.com

ВЫБОР УЧАСТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫРАВНИВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПРИЕМИСТОСТИ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖАНБАС

Аннотация. *Тема статьи относится к области физико-химических методов увеличения нефтеотдачи. Наиболее эффективным методом увеличения нефтеотдачи коллекторов с изменением направления фильтрационных потоков являются выравнивание профиля приемистости (ВПП). В данной работе рассмотрен участок для проведения ВПП. Проанализирована динамика изменений показателей разработки добывающих скважин после применения ВПП. Также был проведен анализ влияния ВПП на обводненность нефтяных скважин в условиях месторождений Каражанбас.*

Ключевые слова: *гидродинамические методы увеличения нефтеотдачи, выравнивание профиля приемистости, полимерная композиция, характеристики вытеснения.*

В процессе заводнения нефтяного пласта закачиваемая через нагнетательные скважины вода устремляется в пропластки с наибольшей проницаемостью, что приводит к неравномерному охвату пластов воздействием. Опыт разработки показывает, что прорыв закачиваемых вод по отдельным высокопроницаемым пластам приводит к преждевременному обводнению скважин. Объективной необходимостью для повышения охвата менее проницаемой части продуктивных пластов при прогрессирующем заводнении является ограничение фильтрации нефтевытесняющего агента по промытым зонам, удаленным от нагнетательных скважин [1].

Сущность технологии выравнивания профиля приемистости (ВПП) заключается в использовании полимерных составов, способных избирательно воздействовать на высокопроницаемые обводнённые пласты, резко снижая их проницаемость, обеспечивать выравнивание профилей приемистости скважин и пласта, изменять фильтрационные потоки, увеличивать охват пласта заводнением, что приводит к снижению обводнённости добываемой продукции, увеличению добычи нефти и повышению нефтеотдачи [2].

Для проведения обработки была выбрана нагнетательная скважина №4527 который находится на центральном участке объекта 2. На рисунке 1 представлен фрагмент карты текущих отборов участка нагнетательной скважины №4257 по состоянию на 22.11.2017г. Приемистость составляет 90 $м^3$/сут. Согласно анализа текущего состояния разработки и геологического профиля были определены реагирующие скважины - №№ 1830, 1937, 4593. На данном участке продуктивный пласт выдержан по толщине и хорошо прослеживается по площади (рисунок 1). Также все интервалы перфорации коррелируются и имеют хорошую гидродинамическую связь. Средняя обводненность по реагирующим скважинам составляет – 91,7 % и суммарный дебит жидкости 126 $м^3$/сут.

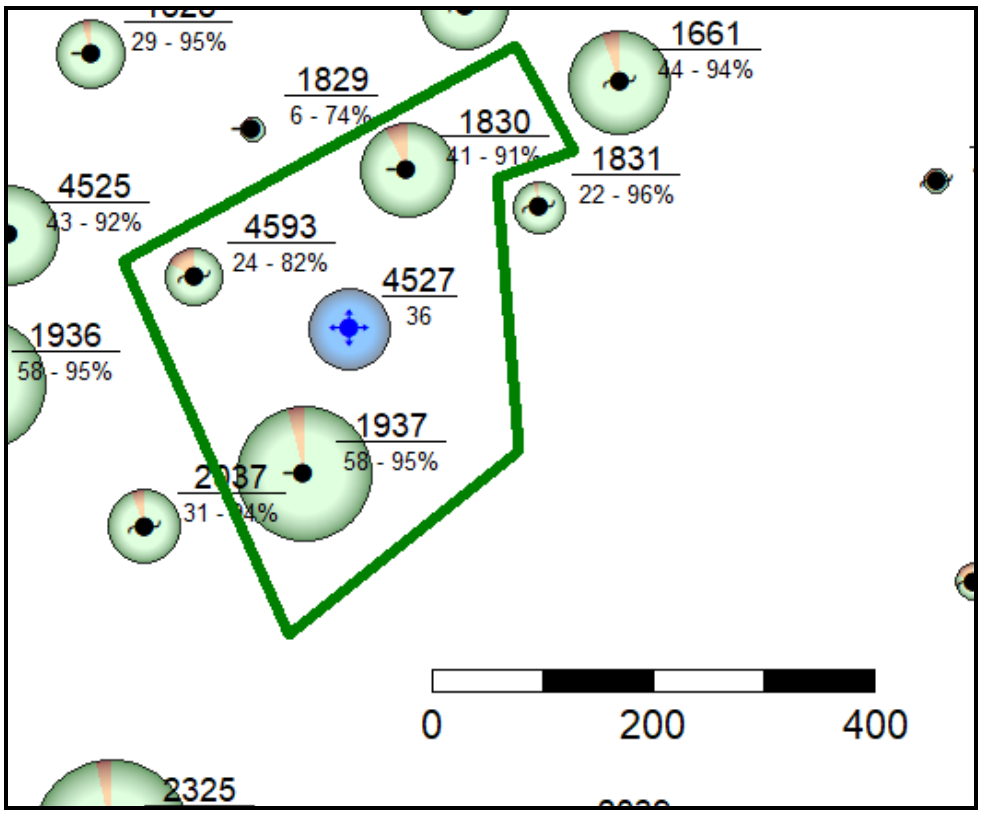


Рисунок 1 – Выкопировка карты текущих отборов участка ВПП нагнетательной скважины №4527

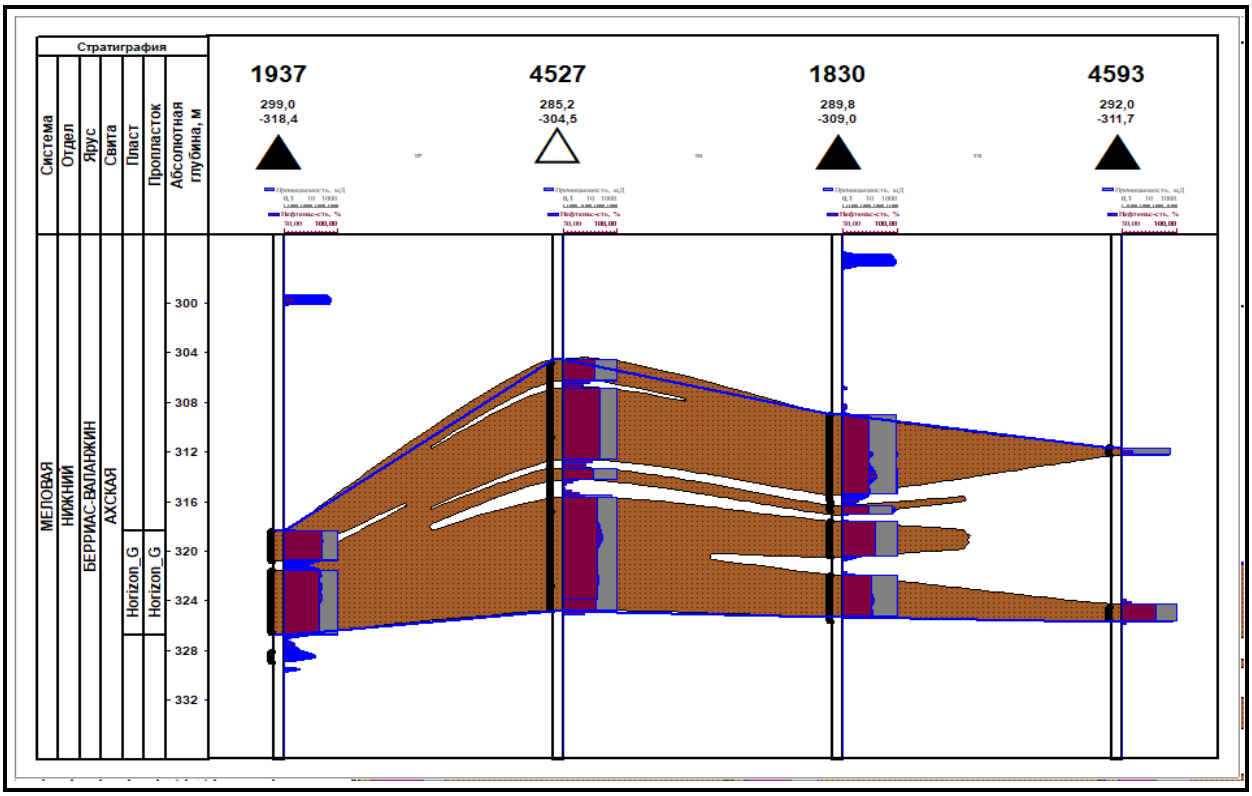


Рисунок 2 - Геологический профиль по линии реагирующих скважин

22.11.2017 г. была проведена обработка ВПП. Схема закачки полимерной композиции представляет несколько этапов, в каждом из которых закачивается рассчитанный объем и состав композиции. Общий объем закачки состава составляет 600 м3. Схема закачки включала следующее:

а) на 1-ом этапе 250 м3 композиций, в том числе: 0,5% ДМ 5,0 кг/м3 (расход древесных материалов (ДМ) 1250 кг), 0,5% пульпа 5,0 кг/м3 (расход поли акриламида (ПАА) 1250 кг), 0,05% раствор ацетат хрома (АХ) в пульпе ПАА 3,33 л/ м3 (расход АХ- 250кг (45%) или 833,3 л (15%));

б) на 2-ом этапе 250 м3 композиций, в том числе: 0,5% ДМ 5,0 кг/м3 (расход ДМ 1250 кг), 0,5% пульпа 5,0 кг/м3 (расход ПАА 1250 кг), 0,05% раствор АХ в пульпе ПАА 3,33 л/ м3 (расход АХ- 250 кг (45%) или 833,3 л (15%));

в) на 3-ем этапе 100 м3 композиций, в том числе: 0,6% ДМ 6,0 кг/м3 (расход ДМ 600 кг), 0,6% пульпа ПАА 6,0 кг/м3 (расход ПАА 600 кг), 0,06% раствор АХ в пульпе ПАА 4,00 л/ м3 (расход АХ- 120 кг (45%) или 400,0 л (15%)).

На рисунке 3 представлена динамика технологических показателей по участку нагнетательной скважины №4527. Оценка величин, введенных в разработку извлекаемых запасов нефти после проведения обработки высчитывались по характеристикам вытеснения. В данной работе использовались методы Максимова, Арпса и Гарба [3]. Конечным результатом является осредненные значения по этим методикам. Базовый период для прогноза принят с 06.2017 г. по 10.2017г, период расчета эффективности с 11.2017 г. по 10.2018 г.

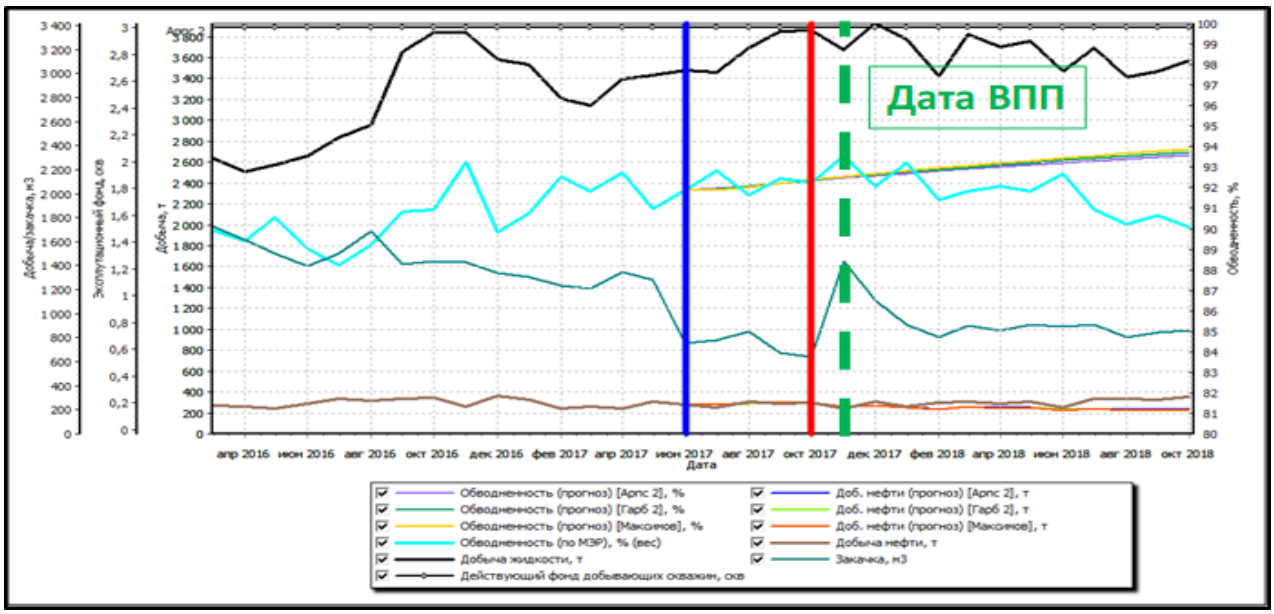


Рисунок 3 - Динамика базовых и фактических технологических показателей по участку ВПП нагнетательной скважины 4527

До и после ВПП наблюдается увеличение в объеме закачки, добыча жидкости снизилась на 13%. Через 2 месяц после ВПП в 01.2018 начинается проявляться эффект, обводненность начинается снижаться при сравнительно постоянных отборах жидкости и в среднем снизилась на 2% (относительно базового). Накопленная дополнительная добычи нефти за счет снижения обводненности составила 667 тонн, а за счет интенсификации добычи нефти (ИДН увеличение отборов жидкости) 33 тонн и в общем составила 700 тонн. Среднесуточный прирост дебита нефти за период расчета эффективности (12 месяцев) с учетом положительного и отрицательного эффекта составило 0,6 т/сут. (таблица 1). В таблице 2 представлены технологические показатели по реагирующим скважинам до и после проведения обработки.

Анализируя данные показателей разработки добывающих скважин после обработки ВПП, а также их влияние на обводненность продукции, можно сделать вывод, что ВПП на месторождении Каражанбас показало положительную технико-технологическую эффективность. С их применением возможно не только понижение обводненности на несколько процентов, но также и получение дополнительной добычи за счет вовлечения в разработку низкопроницаемых пропластков. Дальнейшее развитие ПОТ базируется на усовершенствовании технологии организации ВПП.

Таблица 1 - Результаты расчета дополнительной добычи нефти по характеристикам вытеснения участка ВПП нагнетательной скважины №4527

Метод	**Базовый период**	**Период расчёта эффективности**	**Доп. добыча т.**		
			за счет ↓обв	**за счет ИДН**	**общая**
Максимов	06.2017-10.2017	11.2017-10.2018	706	32	738
Арпс 2			626	35	661
Гарб 2			668	33	701
Среднее			**667**	**33**	**700**

Таблица 2- Среднесуточные параметры по реагирующим скважинам нагнетательной скважины №4527

Дата ВПП	**№ нагн. скважин**	**№ реагирующих доб. скважин**	**Qж т/сут**		**Qн т/сут**		**Н дин**		**обв. %**		**Отр. Время сут**	**Примечание**
			до	**после**	**до**	**после**	**до**	**после**	**до**	**после**		
22.11.2017	4257	1830	41,6	34,9	3,7	3,4	167	181	91,2	90,4	294	без эффекта
		1937	57,5	53,7	2,3	2,9	51	43	96,1	94,6	301	эффект от ↓обв
		4593	27,2	22,3	3,2	2,9	216	166	88,1	86,9	303	без эффекта
итого	**1**	**3**	**126,3**	**110,9**	**9,1**	**9,2**	**145**	**130**	**92,8**	**91,7**	**299**	

Литературы:

1. Булгаков Р. Т., Газизов А. Ш., Юсупов И. Г. "Ограничение притока в нефтяные скважины", М.: Недра, 1976.

2. Астахова А.Н. Исследование влияния особенностей геологического строения и состояния разработки участков на эффективность применения потокоотклоняющих технологий. М.: ОАО ВНИИОЭНГ. НТЖ «Нефтепромысловое дело». - 2004.

3. Лысенко В.Д. Определение эффективности мероприятий по совершенствованию разработки нефтяных месторождений. М.: ВНИИОЭНГ, НТЖ «Нефтепромысловое дело». - 2004.

Б.А. Шиланбаев, Б.А. Балуанов

Қаражанбас кенорында қабылдағыштық профилін теңестіру өткізуге учаске таңдау және қолдануға негіздеу

Аңдатпа. Макаланың тақырыбы мұнай өндіруді арттырудың физико-химиялық әдістеріне қатысты.

Фильтрационды ағындардың бағытын өзгерту арқылы мұнай бергіштікті арттырудың ең тиімді әдісі қабылдағыштық профилін теңестіру (ҚПТ) болып табылады. Осы мақалада ҚПТ өткізуге учаске таңдау және оны қолданудан кейінгі ұңғымалардың игеру көрсеткіштерінің динамикасына талдау жасалады. Сондай-ақ, Қаражанбас кенорнының жағдайында ұңғымалардың сулылығына ҚПТ әсері талданады.

Түйін сөздер: мұнайбергіштікті арттырудың гидродинамикалық әдістері, қабылдағыштық профилін теңестіру, полимерлік құрам, ығыстыру сипаттамалары.

B.A. Shilanbayev, B.A. Baluanov

Justification of the application of the conformance control of injection on the example of the field Karazhanbas

Summary. The subject of the article relates to the field of physico-chemical methods of enhanced oil recovery.

The most effective method of increasing oil recovery from reservoirs with a change in the direction of filtration flows is conformance control of injection. In this paper, the dynamics of changes in indicators of development of production wells after the application of the runway has been analyzed. The analysis of the effect of the runway on the water cut of oil wells in the conditions of the Karazhanbas fields was also carried out.

Keywords: hydrodynamic methods of enhanced oil recovery, conformance control of injection, polymer composition, predicting oil reservoir performance.

УДК:622.24

А.Ж. Шынкенов

Ғылыми жетекшісі – Д.Р.Қорғасбеков,

Қ.И. Сатбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,

Қазақстан, Алматы қаласы

www.ais.98@mail.ru

ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ ҮШІН PDC ҚАШАУЛАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. *Белгілі бір жағдайлар үшін ең жақсы тау жынысын бұзатын құралды таңдау ұңғыманың құрылысын жоспарлау кезінде мұнай компаниялары мен бұрғылау мердігерлеріне тап болатын проблемалардың бірі болып табылады. Ұтымды таңдау мұнай-газ ұңғымаларын бұрғылау кезінде күрделі шығындарды едәуір үнемдеуді қамтамасыз етуге қабілетті, сондықтан бұрғылау процестерін оңтайландыру бұрғылау қашауларының жаңа типтері мен құрылымдарын енгізуді ынталандырады.*

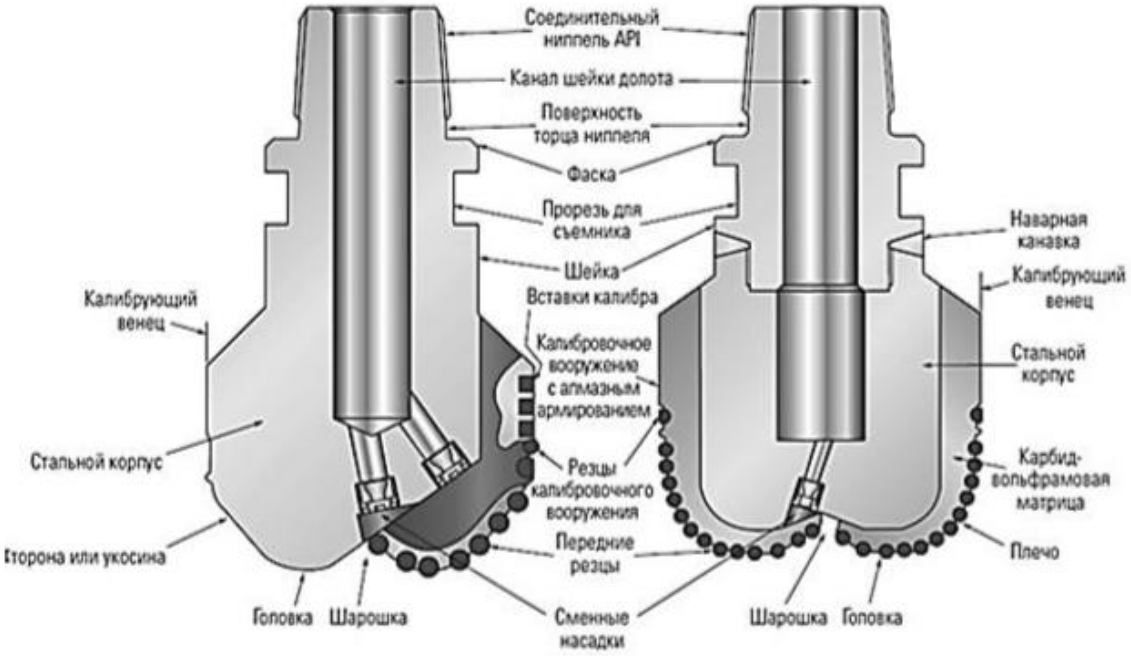
Түйін сөздер: *Қашау, бұрғылау процестері, механикалық жылдамдық.*

Соңғы жылдары поликристалды алмас-қатты қорытпалы кескіштермен (PDC) үздіксіз қашау, бұрғылаудың механикалық жылдамдығын арттыру, Түсіру-көтеру операцияларына уақытты қысқарту және сол арқылы шарошечалық түрдегі қашауды ығыстыру арқылы танымалдыққа ие болады. Жаңа қашаулардың әрекет ету принципі тау жынысын ұсақтау-құздау әсерімен бұзатын шарошечалық типті тұрақталған қашаулардан айырмашылығы токарь станогында сияқты тау жыныстарының қабатын кесу және ұсақтау болып табылады. PDC түріндегі қашауды кескішпен бұрғылау кезінде жынысты бұзу процесін талдау барысында кесудің қалыпты күшінің және оның құрамдастарының кесудің алдыңғы бұрышынан және кескішпен бұрғыланатын аудан параметрлерінен геометриялық тәуелділіктері алынды. Кескіштердің беріктігін зерттеу кезінде қашаудың матрицасы ретінде оңтайлы дисперсиялық қатты қорытпа және осы қорытпаға арналған тиімді кесу бұрышы анықталды. Кесу процесінің нашарлау себептері анықталды. Қашау осіне қатысты кескіштің орналасуына байланысты алдыңғы бұрыштың модулін қолдану бойынша ұсыныстар берілді. Кесудің тұрақты алдыңғы бұрышында осьтік және тангенциалды құрамдастарынан құралдың қысқыш күшінің тәуелділігінің эмпирикалық формулалары алынды. Осыған ұқсас горногеологиялық жағдайларда шарошкалы және PDC-қашау жұмыстарының салыстырмалы графиктері ұсынылған. 1 м бұрғылауға кететін шығындарға есептеу кезінде PDC қашаудың тиімдірек жұмысын көрсетті. Жалпы PDC-қашау бұрғылаудың механикалық жылдамдығы 5-7 м/с жоғары, ал үңгілеу басқа тең жағдайларда шарошкаға қарағанда 2,5–4 есе үлкен.

Қашаудың жабдықталған поликристалды алмазды тістер (ағыл. polycrystalline diamond cutter) жатады, класы PDC-қашау (сур. 1). Алмаз-қатты қорытпалы пластинкалары бар қашаулардың негізгі құндылықтарына олардың конструкциясында жылжымалы бөліктердің болмауы, тозуға төзімділігі жоғары, кескіштердің өздігінен еритін әсері және қашауға талап

етілетін төмен осьтік жүктеме жатады. Кескіш әрекетті жасау үшін бұрғылаудың сол немесе үлкен жылдамдығы кезінде шарошкалық қашауларға қарағанда қашауға осьтік жүктеме қажет.

Бұрғылаудың жоғары тұрақты механикалық жылдамдығы кескіштердің өткір кескіш жиектерімен, олардың тозуының төмен жылдамдығымен және бұрғылау кезінде кескіштердің өздігінен кетуінің әсерімен байланысты. Кескіштердің өздігінен шайқалуы алмас қабатының тозуымен салыстырғанда қатты қорытпалық негіздің кейбір озыңқы тозуының нәтижесінде болады. Қару-жарақтың жоғары тозуға төзімділігі оларды мақсаты бойынша қолдану шартымен қашауға үлкен ұңғылауды қамтамасыз етеді.



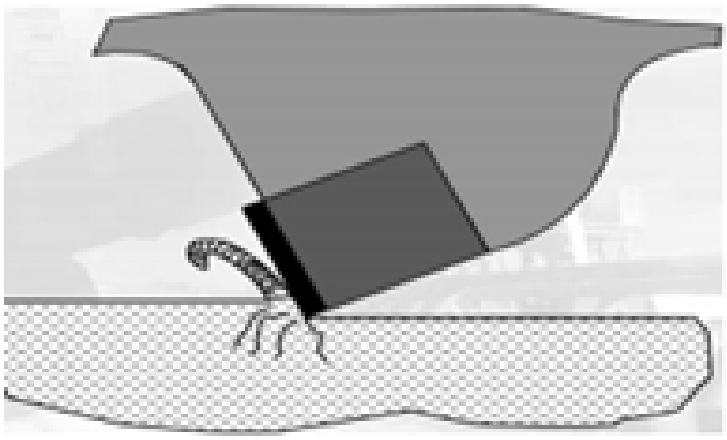
Сурет 1 - PDC қашауы

Тәжірибе көрсеткендей, PDC қашау ұңғымаларын бұрғылау кезінде бұрғылаудың орташа механикалық жылдамдығы 8-11 м / с дейін 400-500 м аспапқа үңгілеуді қамтамасыз етеді. Мұндай нәтижелер Федоров кен орнында Сургутнефтегаз қызметі аймағында, Шығыс Сібірдегі талақ кен орнында және басқа да қару-жарақ элементінің негізін стратапакс атауын алған Алмас-қатты балқытын таблеткалар (дискілер) құрайды. Кескіштің алдыңғы бетіндегі Алмаз қабаты қалыңдығы 0,6-0,8 мм. PDC қашауының орталық бөлігі қатты қорытпадан балқытпамен үйкелуден қорғалған тік немесе спиральді қалақтар түрінде орындалады. Жуу кенжарға барынша жақындатылған қатты балқытын саптамалар арқылы жүзеге асырылады. Қалақтардың саны үштен он екіге дейін өзгереді және негізінен бұрғылау жыныстарының қасиеттеріне байланысты болады: тұқым қатты болған сайын, қалақтар соғұрлым көп және шлам арналарының қимасы соғұрлым аз.

PDC қашауының орталық бөлігі тік немесе тік қатты қорытпадан жасалған балқымамен үйкелуден қорғалған спиральді қалақтар. Жуу кенжарға барынша жақындатылған қатты балқытын саптамалар арқылы жүзеге асырылады. Қалақтардың саны үштен он екіге дейін өзгереді және негізінен бұрғылау жыныстарының қасиеттеріне байланысты болады: тұқым қатты болған сайын, қалақтар соғұрлым көп және шлам арналарының қимасы соғұрлым аз. Кескіштердің үлкен өлшемдері олардың қашау корпусының үстінен 15 мм дейін шығыңқы болуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Болат корпусы бар PDC қашауы соққы және айналмалы жүктемелерді жақсы ұстайды. Олар жұмсақ жыныстар мен үлкен диаметрлі

ұңғымалар үшін пайдаланылады. Матрицалық қашау әлдеқайда қымбат, бірақ ұзақ және тозуға төзімді. Олар эрозиялық әсерге және абразивті жыныстардың тозуына төзімді. Матрицалық қашауларды қатты фазасы бар ерітіндімен бұрғылау, жуып-шаю сұйықтығының жоғары шығыны мен қысымы бар бұрғылау, сондай-ақ орташа және жоғары қаттылығы бар жыныстарда рейстің ұзындығы үлкен Ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайдаланған дұрыс,

Анықтау үшін ең жақсы жынысты бұзатын құралды таңдау мұнай компаниялары мен бұрғылау мердігерлеріне ұңғымалар құрылысын жоспарлаған кезде тап болатын проблемалардың бірі болып табылады. PDC қашауларының жұмыс істеу принципі токарь станогында сияқты тау жынысының қабатын кесуден тұрады, олар өз кезегінде тау жынысын ұсақтайтын-жартасты әрекетпен бұзады (сур.2-3).



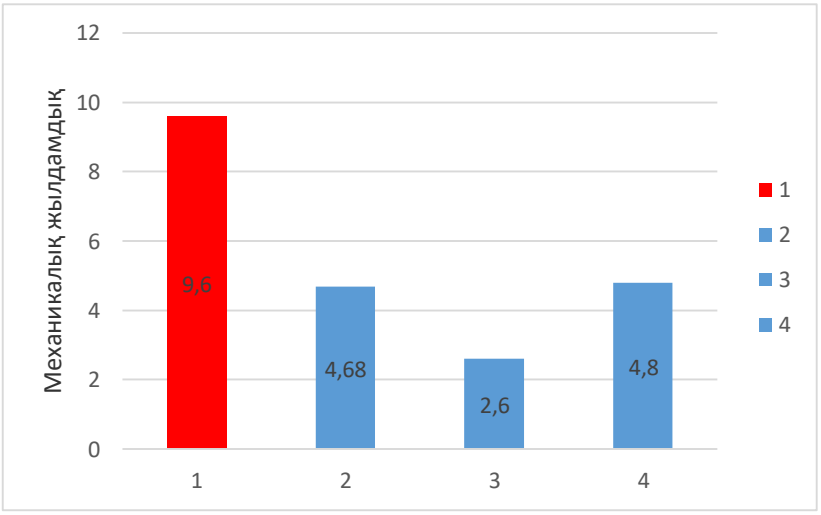
Сурет 2 - Тау жынысын талқандау механизмі

Қашауға шекті жүктемелер едәуір дәрежеде қашаудың конструкциясымен (негізгі кескіштердің саны мен өлшемдері) анықталады және бір кескішке 0,5 т-ға жетіп, қашау үшін 3-тен 25 т-ға дейін құрауы мүмкін. Кескіштің өлшемін (диаметрін) азайтумен ең жоғары жүктеме де азаяды. Айналудың жиілігі бұрғылау жыныстарының типі мен Қолданылатын забой қозғалтқышымен анықталады, ол 600-650 об шамаларына жетеді./ мин. әдетте, әрбір шығарылатын қашаудың техникалық сипаттамаларында жүктемелердің жұмыс диапазоны, қашауға ең жоғары жүктеме және айналу жиілігінің диапазоны көрсетіледі.

Жоғарыда айтылғандардан стратапакс пластиналарымен қашау-бұл жоғары тиімді құрал. Роторлы бұрғылау және бұрандалы забойды қозғалтқыштармен бұрғылау кезінде шарошечты қашаулармен салыстырғанда осы типті қашаудың бұрамалы бұрамалы қозғалтқыштарымен бұрғылау кезінде шарошечты қашаулармен салыстырғанда орташа механикалық үңгілеу жылдамдығын шарошечалы қашаулармен салыстырғанда 2 есе, қашау кезінде үңгілеу – салыстырмалы айналу сәті кезінде 2-4 есе ұлғайтылады.

Нәтижені тексеру үшін қашаудың салыстырмалы сынақтары жүргізілді

PDC-БИТ 292,9В716УСМ, бит 295,3Z47KRS және MXL-30H үш шарошкалы қашау , GX-44G қатты бұрғыланатын қабаттары бар жыныстардың қаттылығы бойынша жұмсақ және орташа аралықтарда көлбеу-бағытталған іздеу ұңғымаларын бұрғылау кезінде. Зерттеулер PDC долотының тиімді жұмысын көрсетті (сурет. 6-7). Графиктерден көрініп тұрғандай, бұрғылаудың бөлінген аралықтарындағы PDC қашауы жылдамдық бойынша да, үңгілеу бойынша да шарошечалық қашаулардан асып түседі.



1-PDC қашауы, 2-MXL-30H Шарошкалы, 3-Бит 295,3Z47KPC, 4-GX-44G

Сурет 3 - Техникалық бағанамен бұрғылау кезіндегі механикалық жылдамдық қолданылатын қашау түрлері үшін

Әдебиеттер:

1. Нескоромных В.В., Борисов К.И., Пушмин П.С. Аналитическое исследование пород резцами PDC // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2013. № 2. С. 78–85.

2. Че В.В., Заливин В.Г. Эффективность применения долот PDC на нефтяных месторождениях Западной и Восточной Сибири: сб. тр. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. Вып. 12. 180 с.

А.Ж. Шынкенов

Технологические параметры применения долот pdc для бурения скважин

Аннотация. Выбор лучшего деминерализатора для конкретных обстоятельств является одной из задач, стоящих перед нефтяными компаниями и буровыми подрядчиками при планировании строительства скважины. Рациональный выбор способен обеспечить значительную экономию при бурении нефтяных и газовых скважин, поэтому оптимизация процессов бурения способствует внедрению новых типов и конструкций буровых установок.

Ключевые слова: отверстия, процессы бурения, механические скорости

A.Zh. Shynkenov

Technological parameters of the use of pit dot for the borehole

Annotation. Selection of the best demineralizer for a particular circumstance is one of the challenges facing oil companies and drilling contractors in planning the construction of the well. The rational choice is able to provide considerable savings in the drilling of oil and gas wells, so optimizing drilling processes encourages the introduction of new types and structures of drilling rigs.

Keywords: Holes, drilling processes, mechanical speeds,

UDC 622.2

A. Aldiyarov[1], B.E. Bekbauov[2]
[1]*Al-Farabi Kazakh National University,*
[2]*Satbayev University*

HISTORY MATCHING OF RESERVOIR SIMULATION BY OPTIMIZATION METHODS

Annotation. *History-matching is estimation of reservoir parameters (permeability, porosity) from history of pressure from well. In this article history-matching problem formulated as optimal control problem. The feature of the approach is the reservoir parameters are considered as continuous function at zones. The optimal control approach is implemented for a single-phase flow in a hypothetical reservoir. In this work we consider constant zone permeability and apply gradient method for solution.*

Keywords: *History-matching; Newton-Raphson method; Optimal control problem.*

Introduction

Automatic history matching is defining an objective function that is the sum of the squares of the differences between observed and calculated data. In order to fit the historical data, objective function must be minimized.

To improve the quality of history matching results using automatic history matching, several approaches have been proposed. Gradient-based algorithms have been used to select sampling points sequentially for further numerical simulations. For studies using the method of gradients for history matching see Anterion et al. (1989). For the adjoint method see W. G. Chen et al. (1974) and genetic method for history matching was introduced by Holland et al. (1975).

This work introduces gradient method that updates unknown variable iteratively, that minimizes objective function. Purpose of the work is to investigate the method of history matching and carry out a simple model, which will be extended in the future.

Methods and materials

In this approach we divide reservoir into N-zones and assume that the reservoir properties are uniform for each of the zones. Permeability is chosen as an unknown variable in this study . And history matching problem is determining of unknown variables $k_1, k_2, \ldots k_N$ for each zone N in such way that absolute difference between the measured and calculated data is minimized.

A typically measure of deviation:

$$J = \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{n_j} (p^{ob}(x_j, t) - p^{calc}(x_j, t))^2 \quad (1)$$

J - objective function; x_j - location of j[th]-well; $p^{ob}(x_j, t)$-- observed pressure at j[th] –well; $p^{calc}(x_j, t)$ - calculated pressure at j[th] – well; M - number of wells; n - n measurements at different times of j[th] - well;

To minimize Eq. 1 with regard to k, most methods rely on gradient type optimization. Procedure requires calculation of gradient of J with respect to k ($\frac{\partial J}{\partial k}$). To solve this problem we seek function $k(x_j)$ that minimizes the objective function J and keeping it in the range of possible values of the permeability. This approach uses the form of gradient optimization method, in which initial guess of $k^0(x)$ is improved iteratively.

We will confine our attention to history matching for a single-phase flow in porous media. In this work, history-matching problem has been solved using Newton-Raphson method.

Consider hypothetical one-dimensional reservoir with uniform thickness and length L that contains one injection well and 10 producing wells as shown in figure 1. We divide the domain into

10 equal zones, each of which has uniform permeability. Observing wells located at the center of each zone.

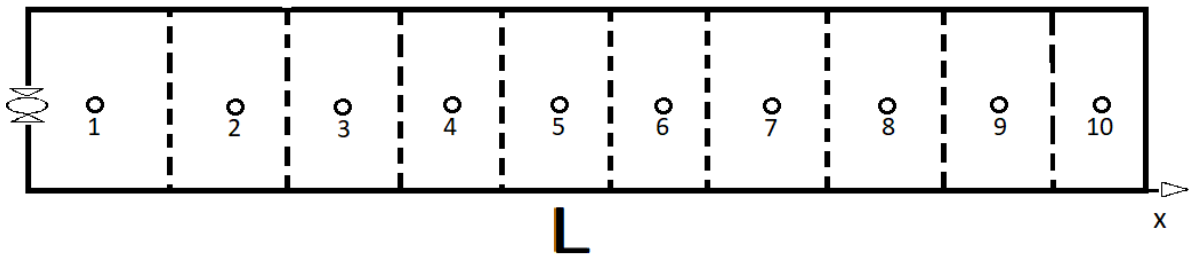


Figure 1. Schematic of hypothetical one-dimensional reservoir with uniform thickness and length L (O-is the in observing wells, ⋈-injection well).

The pressure equation for a slightly compressible single-phase one-dimensional flow through permeable media is:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{k(x)}{\phi \mu c}\frac{\partial p}{\partial x}\right). \quad (2)$$

ϕ-porosity of reservoir; μ-kinematic viscosity of fluid; c-compressibility coefficient;
Further we drop "calc" from p. Consider "μϕc=1", cause of hypothetical reservoir and value is constant. So our equation is:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}(k(x)\frac{\partial p}{\partial x}. \quad (3)$$

and boundary conditions:

$$p(0,t) = 500. \quad (4)$$

$$\frac{\partial p(L,t)}{\partial x} = 0. \quad (5)$$

$$p(x,0) = 0. \quad (6)$$

We have 10 observed wells. So we know data of pressure ($p^{ob}(x_j)$) from 10 wells ($p^{ob}(x_j)$-pressure data from j^{th}-well.

Since k(x) could not find analytically there is uses iterative method. It is most effective method. Let's consider optimal value of k(x) is k'(x_j), that's minimizes objective function. To find k'(x) chooses initial guess of the control variable $k_0(x_j)$. Solution of the optimal control problem is finds iteratively. In this paper uses Newton-Raphson method to minimize k'(x).

$$k^{n+1} = k^n - \frac{J}{\frac{\partial J}{\partial k}}. \quad (7)$$

To determine k'(x), which minimizes objective function J. The algorithm is presented.

1. Make initial guess $k_0(x)$ and solve equations (3) using boundary conditions (4)-(6)
2. Compute k^{n+1} by equation (7).
3. Check convergence of J by: $\frac{J^n - J^{n+1}}{J^n} < \varepsilon$.

4. If this inequality is performs, stop and take value of k^{n+1}. If it is not return to step 1 to 3 by k^{n+1}.

Results

Locations of observing wells and injection well is described section before. L=10. Consider the "true" permeability distribution of hypothetical reservoir is:

$$k(x) = 0.02 + \frac{0.7}{L}x. \tag{8}$$

$$L=10.$$

Calculate the values of *p(x)*. By using $k(x_j)$ solve equation (3) with boundary conditions (4) through (6). The values of pressure that on locations of observed wells presume as p^{ob} *(x)* observed value of pressure.

Solution of this problem do algorithm that given section before.

1. Take value of $k_0(x_j)$=0.02 and solve equation (3) with boundaries (4)-(6).

To solve equation for slightly compressible, single-phase flow, we use Crank-Nicolson scheme (9).

$$-r\left(\frac{k_i + k_{i-1}}{2}\right)P_{i-1}^{n+1} + \left(1 + r\left(\frac{k_{i+1} + 2k_i + k_{i-1}}{2}\right)\right)P_i^{n+1} - r\left(\frac{k_{i+1} + k_i}{2}\right)P_{i+1}^{n+1}$$
$$= r\left(\frac{k_i + k_{i-1}}{2}\right)P_{i-1}^{n} + \left(1 - r\left(\frac{k_{i+1} + 2k_i + k_{i-1}}{2}\right)\right)P_i^{n} + r\left(\frac{k_{i+1} + k_i}{2}\right)P_{i+1}^{n}, \tag{9}$$

$$r = \frac{dt}{2dx^2}. \tag{10}$$

(9)-Crank-Nicolson scheme for equation (3).

Now we have first $p_0(x)$ values and it is direct solution for $k_0(x_j)$.

2. Compute k^{n+1} by equation (12):

$$\frac{\partial J}{\partial k} = -2\left(p^{obs}(x_j) - p(x_j)\right)\frac{\partial p}{\partial k_j}, \tag{11}$$

$$k_j^{n+1} = k_j^n + \frac{p^{obs}(x_j) - p(x_j)}{2\frac{\partial p}{\partial k_j}}. \tag{12}$$

$\frac{\partial p}{\partial k_j}$ - sensitivity coefficients;

3. Calculate J^{n+1} then check it convergence condition (13) .

$$\frac{J^n - J^{n+1}}{J^n} < \varepsilon. \tag{13}$$

ε - small value;

4. if it isn't converges, take the value of $k^n = k^{n+1}$ solve again equation (9) with boundaries. While convergence criterion is met take the values of unknown permeability is k^{n+1}.

5.

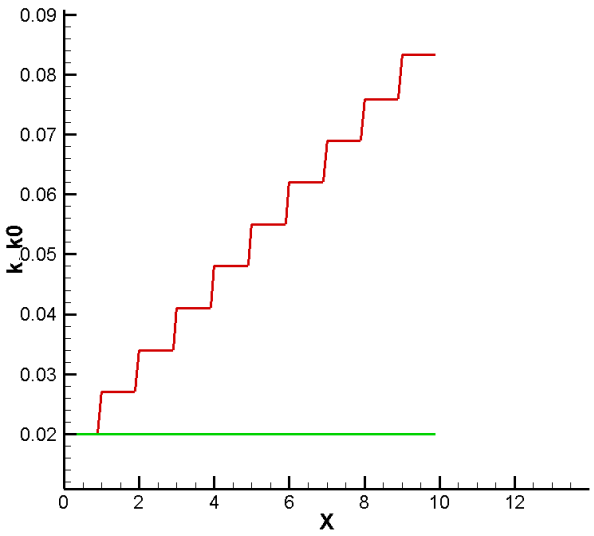


Figure 3. Permeability distribution. Green for $k_0(x_j)$ initial guess
Red for final "true" permeability

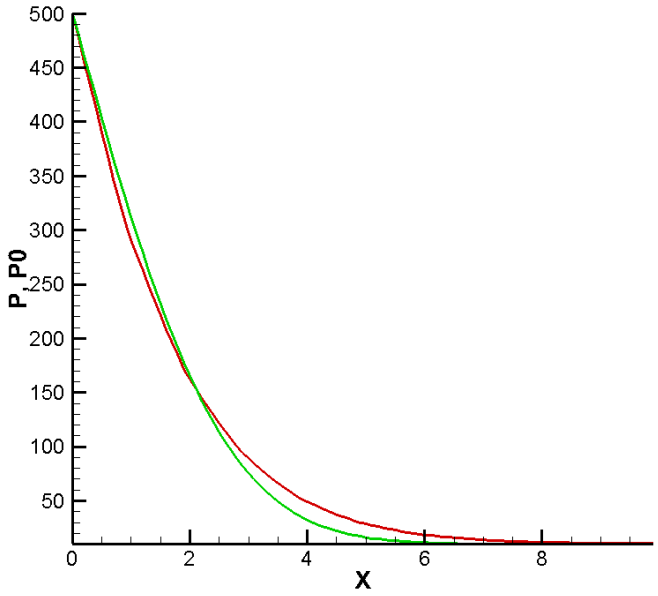


Figure 2. Pressure distribution for initial guess (green) and final result of pressure for k'(x)

Conclusion

In this work, history-matching by gradient method was introduced. Introduced approach uses for to fit observed data and simulated with minimal deflections. The aim of the work was to study and investigate automatic history matching by New-Raphson method. An advantage of the method is that is not difficult to solve. On other hand, it is not the fastest method and it takes a more iterations than some other methods.

By obtaining result and proving stability of the method, the future complex solution of approach will be considered.

References:

1. M. L. Wasserman, G. R. Gavalas, J. H. Seinfield and W. H. Chen (1974). A new algorithm for automatic history matching. // Society of Petroleum Engineers Journal, December 1974, 14(6),P.593-608.

2. A. Dehghan Monfared , A. Helalizadeh and H. Parvizi (2012) Automatic History Matching Using the Integration of Response Surface Modeling with a Genetic Algorithm, Petroleum Science and Technology, 30:4, P.360-374,

3. Z. Chen (2007). Reservoir simulation. Mathematical techniques in oil recovery. 248. P.25-48.

4. Xian-song Zhang, Jian Hou, and Dai-gang Wang (2012). An Automatic History Matching Method of Reservoir. Numerical Simulation Based on Improved Genetic Algorithm.// Procedia Engineering 29 (2012) 3924 – 3928.

Е.А. Алдияров, Б.Е. Бекбауов

Адаптация гидродинамических моделей с использованием метода оптимизации

Аннотация. Адаптация истории гидродинамических моделей это оценка параметров пласта, таких как проницаемость и пористость, от прошедших данных давления скважин. В этой статье задача адаптаций истории формулировано как задача оптимального управления. Особенностью этого подхода является то, что параметры пласта рассмотрены как непрерывным функцией в определенных зонах. Данная задача оптимального управления реализовано для однофазного гипотетического пласта. В этой работе мы рассматриваем проницаемость постоянной в зонах и используем градиентный метод для решения.

Ключевые слова: Адаптация историй моделей, Метод Ньютона – Рафсона, Задача оптимального управления

UDC 532.536

Zh.K. Akasheva[1,2], B.K. Assilbekov[2], A.A. Kudaikulov[3]

[1] Kazakh National Research Technical University after K.I. Satbayev Almaty, Kazakhstan

[2] LLP «KBTU BIGSoft», Almaty, Kazakhstan

[3] Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

zhibek_akasheva@mail.ru

NUMERICAL INVESTIGATION OF FINGERING FORMATION DURING THE FLOW OF TWO IMMISCIBLE FLUIDS IN A CHANNEL WITH DIFFERENT GRIDS

Annotation. *The purpose of this paper is to investigate wedge-shaped fingering formation between two immiscible fluids during the flow in a channel with different grid sizes. Since demand for reliable theories of two-phase flow in porous media is buoyant, the investigation of fingering instability is important for practical applications. The main results of the research are as follows: (i) accurate calculations for contact angles from θ=5˚ till θ=50˚ and from θ=75˚ till θ=90˚; (ii) finer grid size is required for contact angles from θ=55˚ till θ=70˚.*

All numerical calculations are performed using OpenFOAM program.

Keywords: *contact angle, fingering, flow of two immiscible fluids, relative permeabilities, surface tension, grid size, numerical calculations.*

Introduction. Pore-scale modeling has huge practical applications. Understanding of how fluids move at pore scale gives good prediction of two-phase flow properties in porous media. The phenomenon of fingering formation in the interface between two immiscible fluids can be observed in the pressure-driven flow of two immiscible fluids in a channel. Fingering formation of can result in reducing oil production by water or gas displacement in porous medium [1].

In [2] “volume-of-fluid” numerical solutions of the time-dependent Navier-Stokes equations for flows with dynamic contact lines are presented. Afkhami et al. demonstrate the dependence of the results on mesh refinement, when a non-slip or Navier-slip condition is imposed along the solid boundary, and a fixed contact angles is imposed at the contact line. There are two major difficulties that arise when modeling moving contact lines: the specification of dynamic contact angle and the modification of the no-slip boundary condition to remove the singularity at the contact line. Dynamic contact line phenomena involve two immiscible viscous fluids in contact with a solid

surface; as one of the fluids displaces the other, the contact line moves along the solid surface. When a contact line moves across a solid surface, there are three forces (assuming gravity is negligible) acting on the fluid: inertial, viscous and surface tension. The resulting interaction between hydrodynamic and surface tension forces then yields a curvature of the fluid/fluid interface that varies sharply near the contact line. This can cause the contact angle to differ significantly from the interface angle measured even at short distances away from the contact line. The magnitude of this effect depends on fluid properties, the capillary number C_a and contact line region length scale [2]. Capillary number is calculated using following equation:

$$C_a = \frac{\mu\langle u\rangle}{\sigma} \ll 1 \qquad (1)$$

where u is the Darcy's velocity, μ is the viscosity of the fluid, σ is the surface tension.

Contact angle hysteresis is a function of the speed of movement of the contact line between the two fluids and the surface. This is controlled by the contribution of viscous forces to the fluid movement and is important when we consider very rapid displacements [3].

The method of volume averaging has been extended to immiscible flow of two fluids in a rigid porous medium in [4]. Porous structures are unknown or are difficult to characterize, along with large scale heterogeneities and sparse experimental data. The analysis of closure problem for two-phase flow yields a pair of momentum equations that contain additional terms over and above the obvious extension of Darcy's law, along with a scheme for computing the coefficients that appear in these equations when flow is steady [4].

All numerical calculations are performed using OpenFOAM program.

Formulation of the problem. Two-phase flow in a uniform porous medium is usually assumed to follow the conventional extension of Darcy's law [5]:

$$(\overline{\mathbf{u}_i}) = \left(\frac{k * k_i}{\mu_i}\right) * \mathbf{F}_i \qquad (2)$$

where $\boldsymbol{u}_i$ is the Darcy velocity of phase i, k is the absolute permeability, k_i is the 'conventional" relative permeability of phase i, μ_i is the viscosity of phase i and $\boldsymbol{F}_i$ is the driving force of phase i (w (wetting) or nw (non-wetting)).

Since the process of displacement is non-stationary, we solve the Navier-Stokes equations for incompressible, two immiscible, viscous fluids flow in 2D channel from [1] and [6].

The average velocity of fluid i is calculated from following equation:

$$\langle u_i\rangle = \int \frac{u_i dV}{V} \qquad (3)$$

where V is the total volume.

Fig.1a demonstrates accuracy λ, which depends on Δx. Fig.1b demonstrates grid and Δx.

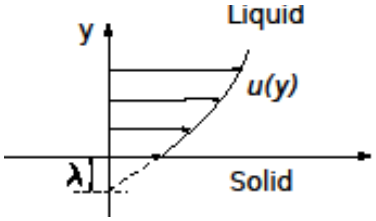


Figure 1a - Accuracy λ.

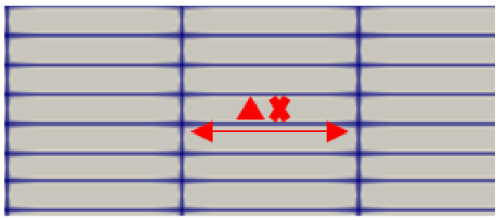


Figure 1b - Grid and Δx.

We study a wedge-shaped finger formation over the full width of the channel and compare direct (fluid displaces gas) and reverse (gas displaces fluid) displacement.

Results and discussion. The numerical investigation of the wedge-shaped fingering formation between two immiscible fluids during the flow in the channel is performed in this paper for different grid sizes.

In these numerical experiments, we choose the surface tension is 0.097 kg/s^2, the density of displacing fluid (fluid 1) is 1000 kg/m^3 and displaced fluid - gas (fluid 2) is 10 kg/m^3.

For contact angles θ=45˚ and θ=70˚ there are almost identical results for Δx=1/128 and for Δx=1/256. Therefore, in order to save time for the calculation and computer resources, further calculations for all contact angles from θ=5˚ till θ=90˚ are carried out with Δx=1/128.

Fig.2 demonstrates calculation results for contact angles θ=45˚ and θ=70˚ for Δx=1/128 and for Δx=1/256 for direct displacement, respectively.

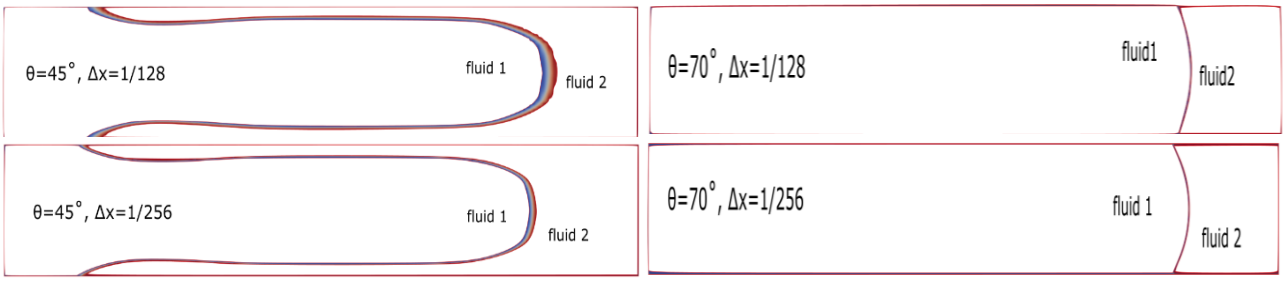


Figure 2 - Results for contact angles θ=45˚ and θ=70˚ for Δx=1/128 and Δx=1/256 for direct displacement, respectively.

From the results of numerical investigation for Δx=1/128 there is a fingering formation for contact angles from θ=5˚ till θ=55˚ and there is a piston-like displacement for contact angles from θ=60˚ till θ=90˚ (contact angle depends on slip length λ, see fig.1) for direct displacement.

As it is shown in fig.3 there is fingering for contact angles θ=20˚ and θ=50˚ for Δx=1/128 for direct displacement, respectively and there is a piston-like displacement for contact angles θ=65˚ and θ=90˚ for Δx=1/128 for direct displacement, respectively.

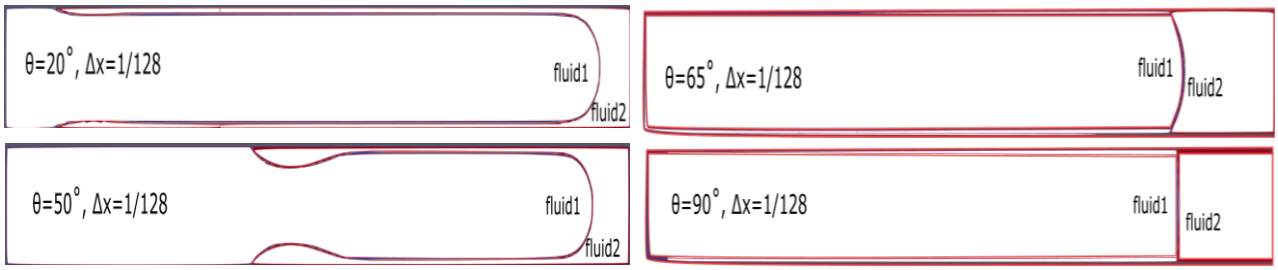


Figure 3 - Results for contact angles θ=20˚, θ=50˚, θ=65˚ and θ=90˚ for Δx=1/128 for direct displacement, respectively

Fig.4 demonstrates calculation results for contact angle θ=55˚ for Δx=1/64 and Δx=1/128 and for contact angle θ=60˚ for Δx=1/128 and Δx=1/256 for direct displacement, respectively.

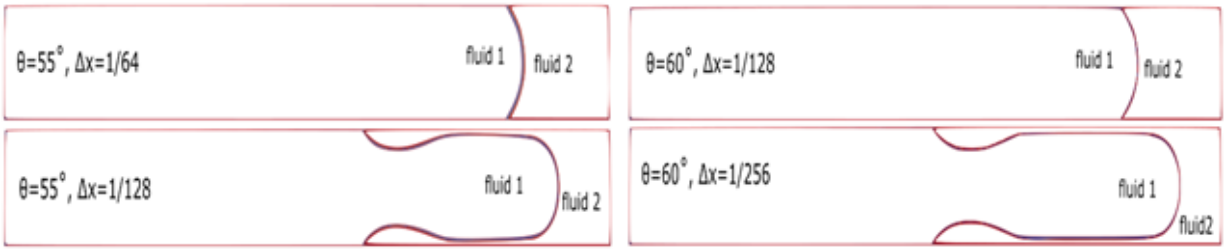


Figure 4 - Results for contact angle θ=55˚ for Δx=1/64 and Δx=1/128 and for contact angle θ=60˚ for Δx=1/128 and Δx=1/256 for direct displacement, respectively

As shown in fig.4, the fingering does not appear for Δx=1/64 and appears for Δx=1/128 for contact angle θ=55˚, also the fingering does not appear for Δx=1/128 and appears for Δx=1/256 for contact angle θ=60˚.

Fig.5 demonstrates calculation results for contact angle θ=40˚ for Δx=1/128 and for contact angle θ=80˚ for Δx=1/128 for direct and reverse displacement, respectively.

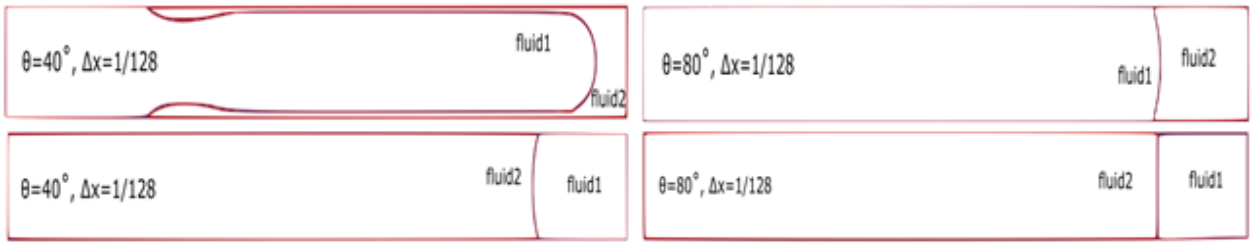


Figure 5 - Results for contact angle θ=40˚ for Δx=1/128 and for contact angle θ=80˚ for Δx=1/128 for direct and reverse displacement, respectively

From the results of numerical investigation for Δx=1/128 there is a piston-like displacement for contact angles from θ=5˚ till θ=90˚ for reverse displacement.

From calculation results, we can conclude that the accuracy is higher for finer grid size (lower Δx), because the contact angle depends on the slip length - λ and at the same time the accuracy of slip length depends on the grid size - Δx (see fig.1a and fig.1b).

Conclusion. In this paper the wedge-shaped fingering formation between two immiscible fluids during the flow in a channel with different grid sizes is numerically investigated for direct and reverse displacement. Based on simulations we have the following conclusions:

- For Δx=1/128 there is a fingering formation for contact angles from θ=5˚ till θ=55˚ and there is a piston-like displacement for contact angles from θ=60˚ till θ=90˚for direct displacement;
- For contact angles from θ=5˚ till θ=50˚ and from θ=75˚ till θ=90˚ we have accurate calculations no matter of the grid size;
- For contact angles form θ=55˚ till θ=70˚ we cannot accurately calculate the behavior of interface between two immiscible fluids, therefore finer grid size is required.

This work has been supported financially as part of the sub-project APP-JRG-17/0448F “Development and implementation of an integrated software product for a comprehensive solution of production stimulation problems on hydrocarbon fields”, which is funded under the project “Stimulation of Productive Innovations”, which is gratefully acknowledged by the authors.

References:

1. A.A.Kudaikulov, C.Josserand, A.Kaltayev. Numerical investigation of fingering pattern formation during the flow of two immiscible fluids in a channel // News of the NAS of the RK, Physico-mathematical series, Volume 3, Number 307. –Almaty, 2016. –P. 86 – 90.

2. S.Afkhami, S.Zaleski, M.Bussmann. A mesh-dependent model for applying dynamic contact angles to VOF simulations // Journal of Computational Physics 228. –2009. –P.5370–5389.

3. Martin J.Blunt. Multiphase flow in permeable media. A pore-scale perspective. Cambridge University Press. –2017.– 482 P.

4. S.Whitaker. Flow in porous media II: The governing equations for immiscible, two-phase flow // Transport in Porous Media 1. – 1986. –P. 105-125.

5. K.Langas, P.Papatzacos. Numerical Investigations of the steady state relative permeability of a simplified porous medium // Transport in porous Media 45. – 2001. –P. 241-266.

6. A.A.Kudaikulov, C.Josserand, A.Kaltayev. Numerical investigation of the Saffman-Taylor instability// Vestnik KazNRTU №5 (117). –Almaty, 2016. –P. 225-229.

Ж.К. Акашева, Б.К. Асилбеков, А.А. Кудайкулов

Қаналдағы екі араласпайтын сұйықтардың ағыста суландыру тілдерінің пайда болу әр түрлі тор өлшемі процесін сандық зерттеу

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты тор өлшемі әр түрлі каналдағы ағыс кезінде екі араласпайтын сұйық арасында сына тәрізді суландыру тілдерінің қалыптасуын сандық зерттеу болып табылады. Кеуекті орталардағы қос фазалық ағын үшін сенімді теориялардың қажеттілігі үнемі артып келе жатқандықтан, практикалық қолдануда суландыру тілдерінің қалыптасу тұрақсыздығын зерттеудің маңызы зор. Зерттеудің негізгі нәтижелері: (i) θ=5°-тан θ=50°-қа дейінгі және θ=75°-тан θ=90°-қа дейінгі шектік сулану бұрыштары үшін дәл есептеулер алынды; (ii) θ=55°-тан θ=70°-қа дейінгі суланудың түйіспелік бұрышы үшін кішірек тор өлшемі қажет екендігі анықталды. Барлық сандық есептер OpenFOAM бағдарламасын пайдалану арқылы жасалды.

Түйін сөздер: шектік сулану бұрышы, суландыру тілдерінің қалыптасуы, екі араласпайтын сұйықтың ағысы, салыстырмалы фазалық өткізгіштік, беттік кернеу, тор өлшемі, сандық есептеулер.

Ж.К. Акашева, Б.К. Асилбеков, А.А. Кудайкулов

Численное исследование процесса образования языков обводнения при течении двух несмешивающихся жидкостей в канале с разными размерами сетки

Аннотация. Целью данной работы является численное исследование процесса образования языков обводнения клинообразного типа между двумя несмешивающимися жидкостями во время течения в канале с различными размерами сетки. Поскольку потребность в надежных теориях двухфазного течения в пористых средах постоянно возрастает, исследование нестабильности образования языков обводнения важно для практического применения. Основные результаты исследования: (i) получены точные расчеты для краевых углов смачивания от θ=5˚ до θ=50˚ и от θ=75˚ до θ=90˚; (ii) выявлено, что для контактных углов смачивания от θ=55˚ до θ=70˚ требуется более мелкий размер сетки. Все численные расчеты выполняются с использованием программы OpenFOAM.

Ключевые слова: краевой угол смачивания, образование языков обводнения, течение двух несмешивающихся жидкостей, относительная фазовая проницаемость, поверхностное натяжение, размер сетки, численные расчеты.

UDC 622.2

PG Zh.K. Dairov

Kazakh National Technical Research University named after K.I. Satpayeva, Almaty, Kazakhstan
dairov.zhasulan@gmail.com

IMPACTS OF WELL LOG DATA ON FIELD ECONOMICS - A SENSITIVITY STUDY

Annotation. *The article examines the impacts of data after well log analysis and interpretation on the field economics. This data is input parameters to STOIIP calculation, which associated with economics. Several scenarios and cases were considered regarding with variation of well log data, STOIIP and oil prices. The sensitivity analysis helps to understand the importance of obtaining possibly accurate data affecting on making decision of field development based on the field economics through comparison and estimation of uncertainties.*

Keywords. *Well logging, Field Economics, Sensitivity Study, STOIIP estimation*

Introduction

The variation of the cost of field depends directly on stock tank oil initially in place (STOIIP) calculation. It consists of six main parameters (Gross rock volume, net pay thickness, gross rock thickness, porosity, water saturation, formation volume factor) need to be determined. Gross rock volume (GRV) and gross rock thickness are obtained by seismic and geological data, correspondingly. PVT data and fluid samples help to determine formation volume factor. Other three factors of STOIIP can be acquired by well logging analysis and interpretation. According to author of Reservoir Engineering book (Dake, 1998), the equation of stock tank oil initially in place (STOIIP) demonstrates below:

$$STOIIP = \frac{GRV * \frac{N}{G} * \varphi * (1 - Sw)}{Bo}$$

GRV	Gross rock volume
N	Net pay thickness
G	Gross rock thickness
φ	Porosity
Sw	Water saturation
Bo	Formation volume factor

Forties field was chosen as the case to evaluate the impacts of well logging data on field cost which is situated in the North Sea 110 mileseast-northeast of Aberdeen, Scotland. (Albert, 1975) As the field is heterogeneous, there are uncertainties regarding to defining of parameters and data interpretation. Therefore, three scenarios are considered such as low, mid and base cases of STOIIP.

The software Techlog (Schlumberger) was used to process, analyze and perform petrophysical data. Caliper, gamma ray, resistivity, sonic, density and neutron data were obtained from wireline log for five exploration wells. The wells are placed through the whole field. As a result, four compartmentalization scenarios are stood out which are separated by faults. It is essential to understand that some assumptions were made to simplify the reservoir model and perform GRV.

Volumetric calculation

As per well logging interpretation, the data of interest zones above free water level and oil-down-to was essential to determine net-to-gross and porosity. As a result, the application of these data differentiate from each-other depending on the compartment and zones as demonstrated on *Table 1*. Each case can be different regarding to essence of fault, free water level, oil-down-to, layers (Zechstein/Devonian), porosity and net-to-gross data.

The data from the *Table 1* helps to build static model and calculate Oil Initially in Place (OIIP) providing with eight cases. The distribution method is applied and offers three main scenarios where 258 MMbbl is considered as the base case. However, in order to convert oil volume to surface condition, the formation volume factor is essential. As formation volume factor is not currently a part of research, the data is acquired by values given by the Geological Society report (Gluyas, 2003).

According to the Tornado chart (*Figure 1*) provides some understanding the effects of the parameters to STOIIP uncertainty. The largest upside impact can be observed to apply to compartmentalization, where depending on the fault properties, an addition in STOIIP of 62.9 MMSTB can be obtained in case of all faults to be leaking and the free water level to be the same for all reservoir parts. If all faults are sealing, the effect of compartmentalization results in 25.2 MMSTB less than the base scenario. Hence, compartmentalization leads to a range of STOIIP uncertainty of 88.1 MMSTB.

Table 1 - Scenarios and corresponding input data to STOIIP calculation

Case	Fault?1 sealing?	Fault?2 sealing?	ODT/FWL? compartment?1	ODT/FWL? compartment?2	ODT/FWL? compartment?3	Layer	Porosity? compartment?1? [%]	Porosity? compartment?2? [%]	Porosity? compartment?3? [%]	NTG? compartment?1	NTG? compartment?2	NTG? compartment?3
A1	Yes	Yes	FWL?1	ODT?4	ODT?2	Zech	13.5	11.9	7.6	0.48	0.899	0.589
						Dev	16.1	14.7	14.4	0.668	0.645	0.53
A2			FWL?2	ODT?4	ODT?2	Zech	13.5	11.9	7.6	0.48	0.899	0.589
						Dev	15.9	14.7	14.4	0.715	0.645	0.53
B1	Yes	No	FWL?1	ODT?4	ODT?4	Zech	13.5	11.9	7.6	0.48	0.899	0.589
						Dev	16.1	14.7	13.3	0.668	0.645	0.291
B2			FWL?2	ODT?4	ODT?4	Zech	13.5	11.9	7.6	0.48	0.899	0.589
						Dev	15.9	14.7	13.3	0.715	0.645	0.291
C1	No	Yes	FWL?1	FWL?1	ODT?2	Zech	13.5	11.9	7.6	0.48	0.899	0.589
						Dev	16.1	14.4	14.4	0.668	0.676	0.53
C2			FWL?2	FWL?2	ODT?2	Zech	13.5	11.9	7.6	0.48	0.899	0.589
						Dev	15.9	14.4	14.4	0.715	0.647	0.53
D1	No	No	FWL?1	FWL?1	FWL?1	Zech	13.5	11.9	7.6	0.48	0.899	0.589
						Dev	16.1	14.4	12.9	0.668	0.676	0.212
D2			FWL?2	FWL?2	FWL?2	Zech	13.5	11.9	7.6	0.48	0.899	0.589
						Dev	15.9	14.4	12.9	0.715	0.647	0.182

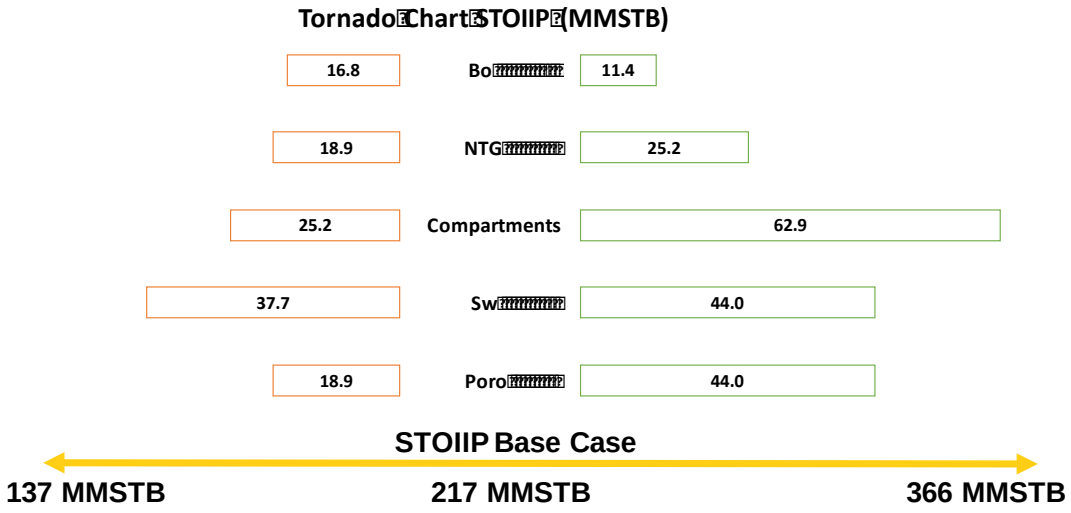


Figure 1 – Tornado chart

Field Economics

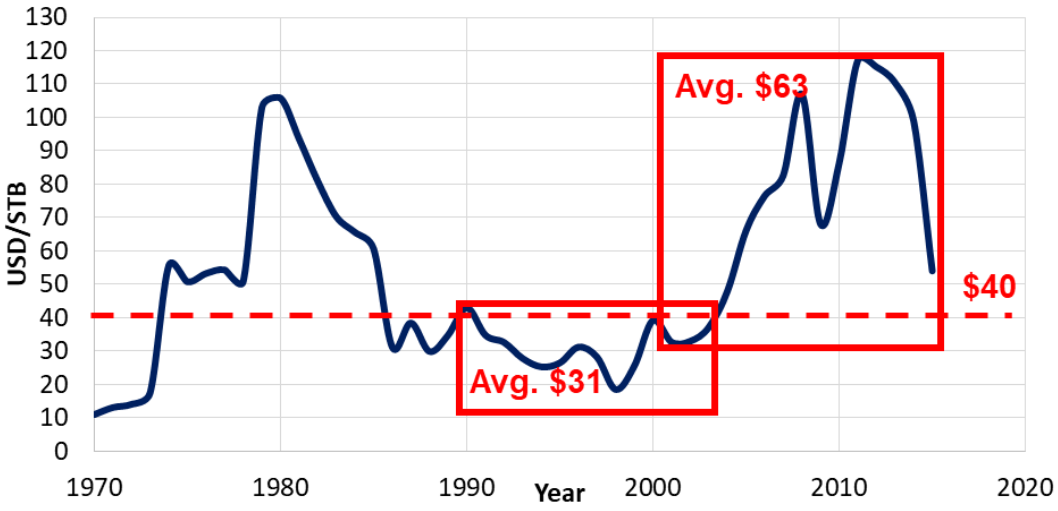


Figure 2 – Crude Brent Price 1970 - 2019

Water saturation contributes to uncertainty with a range of 81.7 MMSTB. In contrast to compartmentalization, the water saturation inherits a larger downside risk, resulting to potentially 37.7 MMSTB less hydrocarbons in place in the high water saturation scenario and 44 MMSTB upside potential in the low water saturation scenario. Due to data scattering of water saturation versus height to determine the saturation height functions, the uncertainty is considerable, leading to a large range in STOIIP.

The allocation and distribution of effective porosity is based on the geological model, however, the average low and high porosity scenarios are applied to determine the impact on the STOIIP. The average low and high porosity scenario for each formation is determined by plotting the effective porosities from petrophysical interpretation versus their cumulative probability in the different scenarios. Thereafter, values which represent reasonable low and high scenarios, instead of using unreasonable extreme values, are taken chosen to determine the variation in STOIIP. To serve this purpose, the above ranges are defined, based on an approximate 10% cumulative probability cut-off from the lowest and highest values.

The net to gross ratio mainly depends on the shale content of the gross rock volume interval, based on the free water level and oil-down-to. The variation from net-to-gross totals to a range of STOIIP uncertainty of 44.1 MMSTB, which is considerably smaller than the uncertainties of compartmentalization or water saturation.

The smallest impact of uncertainty regarding STOIIP derives from the oil formation volume factor. The range of Bo is between 1.13 bbl/STB and 1.29 bbl/STB affecting STOIIP with variation of 28.2 MMSTB, where 1.19 bbl/STB is considered as a base scenario.

Analysing of history of crude oil price (BP Statistical Review, 2018), $40 is the average crude oil price and taken as a base price shown as in *Figure 2*. Last three decades are divided by two periods since 1990 to apply high and low scenario, respectively. Namely, $31 and $63 are obtained for further evaluation of possible project cost.

Figure 3 shows Net Profit Value (NPV) of the project for a 30-year case with 10% of interest rate. Totally, nine cases are evaluated differing STOIIP and oil price. For instance, maximum NPV can reach around $92 bln when the high STOIIP scenario is 366 MMSTB and oil price is set at 63 $/STB. Up to $36.5 bln is obtained the difference between low and high scenarios at 40 $/STB which demonstrates how log data effects on STOIIP and finally on project cost in spite of the calculation and analysis are robust and does not embrace variation of interest rate, expenditures and etc.

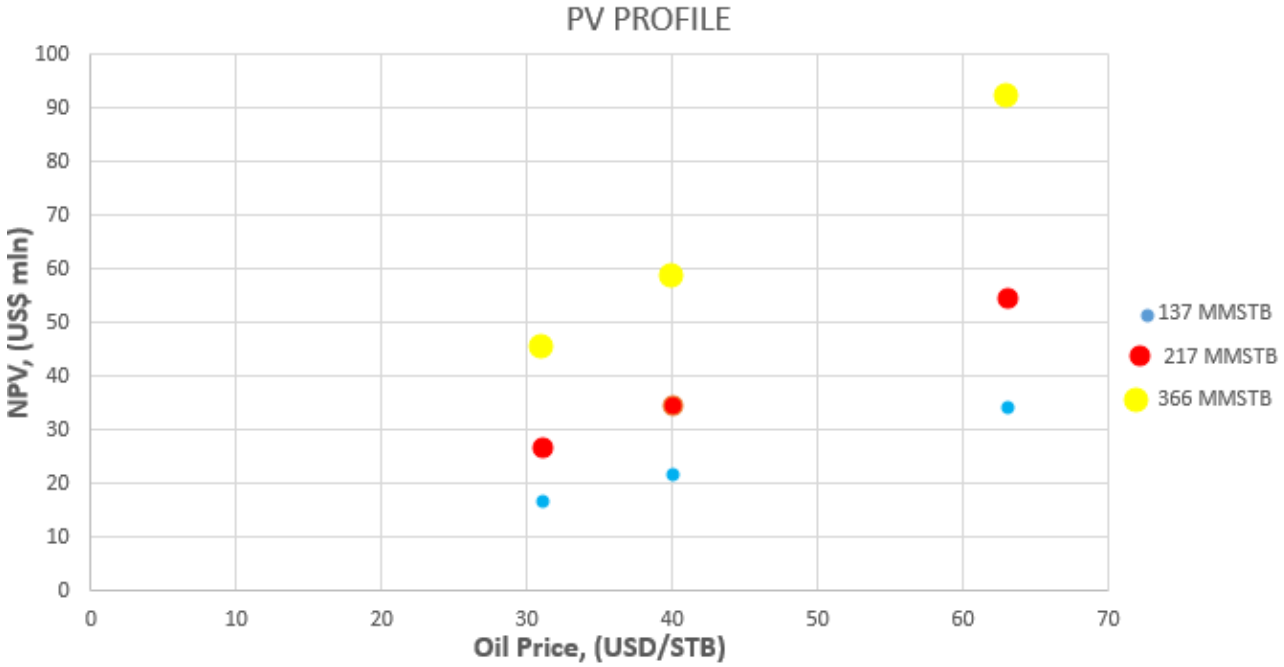


Figure 3 – NPV versus Crude oil Price

References:

1. Dake, L., Fundamentals of reservoir engineering. Amsterdam: Elsevier, 1998.
2. Albert M. Koehler and Stanley J. Hruska, Development of the North Sea Forties Field
3. Platform Concept, 1975,
4. Gluyas, J. G. & Hichens, H. M. (eds), United Kingdom Oil and Gas Fields,
5. Commemorative Millennium Volume. Geological Society, London, Memoir, 2003.
6. BP, Statistical Review of World Energy report, 2018

Ж.К. Дайров

Каротаж деректерінің кенорын экономикасына әсері - сезімталдықты талдау

Аңдатпа. Мақалада кен орнының экономикасына каротажды талдау және интерпретациялаудан кейінгі деректердің әсері зерттеледі. Бұл деректер қорларды есептеу кезінде кіріс параметрлері болып табылады және экономикамен байланысты болады. Каротаж деректері, мұнай қоры мен мұнай баға мәліметтерінің вариацияларымен байланысты бірнеше сценарийлер мен жағдайлар қарастырылды. Сезімталдықты талдау салыстыру және белгісіздікті бағалау жолымен кен орнының экономикасы негізінде кен орнын игеру кезінде шешім қабылдауға әсер ететін ықтимал нақты деректерді алудың маңыздылығын түсінуге көмектеседі.

Түйін сөздер. Каротаж, кенорын экономикасы, сезімталдықты талдау, мұнай қорын есептеу

Ж.К. Дайров

Влияние данных каротажа скважин на экономику месторождения - исследование чувствительности

Аннотация. В статье исследуется влияние данных после анализа и интерпретации каротажа скважин на экономику месторождения. Эти данные являются входными параметрами при подсчете запасов, которые связаны с экономикой. Было рассмотрено несколько сценариев и случаев, связанных с вариацами данных каротажа скважин, запасов и цен на нефть. Анализ чувствительности помогает понять важность получения возможно точных данных, влияющих на принятие решения при разработке месторождения на основе экономики месторождения, путем сравнения и оценки неопределенностей.

Ключевые слова. Каротаж, экономика месторождения, исследование чувствительности, подсчет запасов.

UDC 622.276

Y.A. Kovalyova, Z.B. Imansakipova, B.E. Bekbauov
Satbayev University, Kazakhstan, Almaty
kovalyovayelena@gmail.com

VARIOUS FORMULATIONS BASED ON PRIMARY VARIABLES FOR A MODEL OF TWO-PHASE FLUID FLOW IN POROUS MEDIA

Annotation. *In this paper, we develop mathematical and numerical models for the two-phase flow in porous media. We consider two-phase flow where the fluids are immiscible and there is no mass transfer between the phases. One phase (e.g., water) wets the porous medium more than the other (e.g., oil) and is called the wetting phase. The other phase is termed the nonwetting phase. The model consists of a set of coupled differential equations describing the conservation of mass in both phases. Basic differential equations as mass conservation and two-phase Darcy law in the porous medium region are used for mathematical model. Several alternative formulations for the two-phase flow differential equations are derived in this the article. Also orthogonal coordinate systems, including the Cartesian, cylindrical and spherical coordinate systems, were compared with finite volume method. Furthermore finite volume method has been chosen for solving this problem.*

Keywords*: numerical methods, multiphase fluid flow, capillary pressure, saturation, Darcy's law.*

Introduction

Nowadays several numerical methods are used for the solution of multiphase flow problems, focusing on the case of two incompressible phases with no mass transfer among phases. Flow of two phase fluids in the underground leads to a highly nonlinear flow, in general extensive

computational resources are needed for solving this difficult problem. In spite of the essential progress since the late 1950s [3], modeling the connected processes of multiphase fluid flow in a porous media remains a conceptual and mathematical issue. Complexity is related to the nature of the nonlinear flow and not accurately defined constitutive relations for multiphase flow. Therefore different numerical models and computational algorithms were developed and improved for solving multiphase fluid flow. Last decades modeling multiphase flow through porous media became an essential part of underground natural resource recovery process due to its importance.

In this article development of a numerical model for multiphase flow of immiscible and incompressible fluids is presented. The mathematical formulations described in the article are used in the majority of existing simulators for a two-phase flow in porous media. In general, the numerical methods, which are used for modeling multiphase underground flow, consist of mass conservation equations, capillary pressure equation, Darcy's Law for multiphase flow.

The objectives of this paper are to analyze numerical formulations for two-phase flow models and present a comparative analysis for selecting a numerical approach for modeling of fluid flow in a complex domain.

1 Basic Differential Equations

1.1 Mass Conservation

It is necessary to introduce several new quantities related to multiphase flow, such as saturation, capillary pressure, and relative permeability. The saturation of a fluid phase is the fraction of the pore space occupied by this phase. The relations of two fluids such as water and oil, which fill the voids, can be indicated as

$$S_w + S_o = 1 \tag{1}$$

where S_w - the saturations of the wetting phase and S_o - the saturations of the nonwetting phase. Furthermore, due to the curvature and surface tension of the interface between the two phases, the pressure in the wetting fluid is less than that in the nonwetting fluid.

As it is known, capillary pressure is difference between two immiscible fluids. Capillary pressure can be given as

$$p_c = p_o - p_w \tag{2}$$

where p_w and p_o are the respective pressures of the wetting and nonwetting phases. Empirically, the capillary pressure is a function of saturationS_w. Mass accumulation in a differential volume per unit time is

$$\frac{\partial(\phi\rho_\alpha S_\alpha)}{\partial t} = \Delta x_1 \Delta x_2 \Delta x_3$$

where ϕ is the porosity of the porous medium, each phase has its own densityρ_α, and x_i is the length of the cube in the x_i-direction, i = 1, 2, 3. Taking into account this and the assumption that there is no mass transfer between phases in the immiscible flow, mass is conserved within each phase,

$$\frac{\partial(\phi\rho_\alpha S_\alpha)}{\partial t} = \vec{\nabla}\cdot(\rho_\alpha \vec{u}_\alpha) + q_\alpha, \qquad \alpha = w, o \tag{3}$$

where each phase also has its own Darcy's velocity u_α and mass flow rate q_α.

1.2 Darcy's Law

Darcy's law for a single-phase flow can be extended to multiphase flow. It relates the total volumetric flow rate of each fluid phase through a porous medium to its pressure gradient and the properties of the fluid and the medium,

$$q_w = -\frac{k_w A}{\mu_w}\frac{\partial p_w}{\partial x_i}, \qquad q_o = -\frac{k_o A}{\mu_o}\frac{\partial p_o}{\partial x_i}. \tag{4}$$

where μ_w – water viscosity, μ_o - oil viscosity, k_w – water effective permeability, k_o – oil effective permeability, A - cross-sectional area. For example, in the x_i-direction (cf. Fig. 1), Darcy's velocities for the two phases are $u_w = {q_w}/{A}$ and $u_o = {q_o}/{A}$. As a result, we have

$$u_w = -\frac{k_w}{\mu_w}\frac{\partial p_w}{\partial x_i}, \qquad u_o = -\frac{k_o A}{\mu_o}\frac{\partial p_o}{\partial x_i}. \tag{5}$$

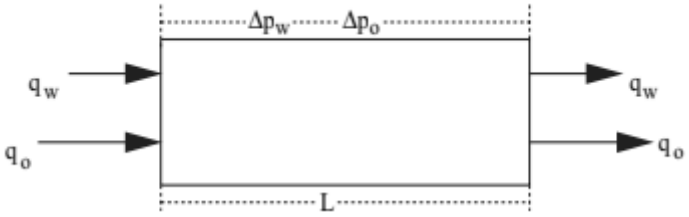


Figure 1 - Volumetric flow rates [1].

Multiplying (5) to the corresponding cross-sectional surfaces yields

$$q_w = \frac{k_w A \Delta p_w}{\mu_w L}, \qquad q_w = \frac{k_o A \Delta p_o}{\mu_o L}$$

For a three-dimensional two-phase flow with gravitational force, the generalized differential form of Darcy's law is

$$\vec{u}_\alpha = -\frac{1}{\mu_\alpha}\bar{\bar{k}}_\alpha(\vec{\nabla}p_\alpha - \rho_\alpha g\vec{\nabla}z), \quad \alpha = w, o, \tag{6}$$

where g - the magnitude of the gravitational acceleration and z - the depth.

Since the two fluid phases interfere with each other during simultaneous flow, the effective permeabilities are not greater than the absolute permeability $\bar{\bar{k}}$ of the porous medium. The *relative permeability* $k_{r\alpha}$ phenomena are widely used in reservoir simulation:

$$\bar{\bar{k}}_\alpha = k_{r\alpha}\bar{\bar{k}}, \qquad \alpha = w, o. \tag{7}$$

The relative permeability of a phase, $k_{r\alpha}$, indicates the tendency of phase α to wet the porous medium.

1.3 Alternative Differential Equations

Several alternative formulations for the two-phase flow differential equations will be derived in this part of the article.

Formulation in phase pressures

Capillary pressure p_c has a unique inverse function:

$S_W = p_c^{-1}(p_o - p_w)$

We use p_w and p_o as the main unknowns. Then it follows from (1) – (3) and (6) that

$$\vec{\nabla}\cdot\left(\frac{\rho_w}{\mu_w}\bar{\bar{k}}_w(\vec{\nabla}p_w - \rho_w g\vec{\nabla}z)\right) = \frac{\partial(\phi\rho_w p_c^{-1})}{\partial t} - q_w$$

$$\vec{\nabla}\cdot\left(\frac{\rho_o}{\mu_o}\bar{\bar{k}}_o(\vec{\nabla}p_o - \rho_o g\vec{\nabla}z)\right) = \frac{\partial(\phi\rho_o(1 - p_c^{-1}))}{\partial t} - q_o \tag{8}$$

This system was used in a simultaneous solution (SS) scheme in oil and gas reservoirs [2]. The equations, which are applied in this system, are strongly non-linear and interconnected.

Formulation in phase pressure and saturation

In this formulation p_o and S_w are given as the main variables. Applying (1), (2), and (6), equation (3) can be rewritten as

$$\vec{\nabla}\cdot\left(\frac{\rho_w}{\mu_w}\bar{\bar{k}}_w\left(\vec{\nabla}p_o-\frac{dp_c}{dS_w}-\rho_w g\vec{\nabla}z\right)\right)=\frac{\partial(\phi\rho_w S_w)}{\partial t}-q_w$$

$$\vec{\nabla}\cdot\left(\frac{\rho_o}{\mu_o}\bar{\bar{k}}_o\left(\vec{\nabla}p_o-\rho_o g\vec{\nabla}z\right)\right)=\frac{\partial(\phi\rho_o(1-S_w))}{\partial t}-q_o. \tag{9}$$

Firstly, the time differentiation is performed in (9), then the first and second equations should be divided by ρ_w and ρ_o, respectively, and at the end resulting equations are summarized, we obtain

$$\frac{1}{\rho_w}\vec{\nabla}\cdot\left(\frac{\rho_w}{\mu_w}\bar{\bar{k}}_w\left(\vec{\nabla}p_o-\frac{dp_c}{dS_w}-\rho_w g\vec{\nabla}z\right)\right)+\frac{1}{\rho_o}\vec{\nabla}\cdot\left(\frac{\rho_o}{\mu_o}\bar{\bar{k}}_o\left(\vec{\nabla}p_o-\rho_o g\vec{\nabla}z\right)\right)$$
$$=\frac{S_W}{\rho_w}\frac{\partial(\phi\rho_w S_w)}{\partial t}+\frac{(1-S_w)}{\rho_o}\frac{\partial(\phi\rho_o)}{\partial t}-\frac{q_w}{\rho_w}-\frac{q_o}{\rho_o} \tag{10}$$

We should know that if the saturation S_w in (10) is explicitly evaluated, this equation could be used for solving for p_o. To begin with computing this pressure, we can use the second equation in (9) to estimate S_w. The scheme named implicit pressure – explicit saturation (IMPES) has been widely used for two-phase flow in oil and gas reservoirs.

Simplifications for incompressible fluids

We work on three alternative formulations under the presumption that the two fluids are incompressible, which is physically rational for water and oil.

Phase formulation. Introduce the phase mobilities

$$\lambda_\alpha=\frac{k_{r\alpha}}{\mu_\alpha},\quad \alpha=w,o,$$

and the total mobility $\lambda=\lambda_w+\lambda_o$.

Also, define the fractional flow functions

$$f_w=\frac{\lambda_w}{\lambda},\qquad f_o=\frac{\lambda_o}{\lambda},\qquad f_w+f_o=1$$

The oil pressure and water saturation are used as the primary variables

$$p=p_o,\quad S=S_w \tag{11}$$

Sum of the velocity of water and the velocity of water yields the total velocity

$$\vec{u}=\vec{u}_w+\vec{u}_o \tag{12}$$

Note, that the fluids are incompressible, we apply (1) and (12) to (3) to see that

$$\vec{\nabla}\cdot\vec{u}=\tilde{q}(p,S)\cong\tilde{q}_w(p,S)+\tilde{q}_o(p,S), \tag{13}$$

and (2) and (12) to (6) to get $\vec{u}=-\bar{\bar{k}}\left(\lambda(\mathrm{S})\vec{\nabla}p-(\lambda_w\rho_w+\lambda_o\rho_o)g\vec{\nabla}\mathrm{z}\right)$, (14)

where $\tilde{q}_w={}^{q_w}/_{\rho_w}$ and $\tilde{q}_o={}^{q_o}/_{\rho_o}$. Substituting (14) into (13) yields the pressure equation

$$\vec{\nabla}\cdot\left(\bar{\bar{k}}\lambda\vec{\nabla}p\right)=\tilde{q}-\vec{\nabla}\cdot\left(\bar{\bar{k}}(\lambda_w\nabla p_c+(\lambda_w\rho_w+\lambda_o\rho_o)g\nabla z)\right), \quad (15)$$

The phase velocities $\vec{u}_w$ and $\vec{u}_o$ are related to the total velocity $\vec{u}$ by

$$\vec{u}_w=f_w\vec{u}+\bar{\bar{k}}\lambda_o f_w\vec{\nabla}p_c+\bar{\bar{k}}\lambda_o f_w(\rho_w-\rho_o)g\vec{\nabla}z,$$
$$\vec{u}_o=f_o\vec{u}+\bar{\bar{k}}\lambda_w f_o\vec{\nabla}p_c+\bar{\bar{k}}\lambda_w f_o(\rho_o-\rho_w)g\vec{\nabla}z.$$

Similarly, we apply (2), (12), and (14) to (3) and (6) with $\alpha=w$ to obtain the saturation equation

$$\frac{\partial(\phi S)}{\partial t}=\vec{\nabla}\cdot\left\{\bar{\bar{k}}f_w(S)\lambda_o(S)\left(\frac{dp_c}{dS}\nabla S-(\rho_o-\rho_w)g\nabla z\right)+f_w(S)\vec{u}\right\}=\tilde{q}_w(p,S), \quad (16)$$

where, for notational convenience, we assume that $\phi=\phi(x)$.

Weighted formulation. A pressure that is smoother than the phase pressure is introduced:

$$p=S_w p_w+S_o p_o. \quad (17)$$

Even if a phase disappears (for instance, $S_w=0$ or $S_o=0$), there is still a nonzero smooth variable p. Applying the same algebraic manipulations as in deriving the phase formulation, we obtain

$$\vec{u}=-\bar{\bar{k}}\{\lambda(S)\nabla p+S(\lambda(S)-\lambda_w(S))\nabla p_c+\lambda(S)p_c\nabla S-(\lambda_w\rho_w+\lambda_o\rho_o)g\vec{\nabla}z\} \quad (18)$$

Equations (13) and (16) remain the same.

Global formulation. Note that p_c appears in both (14) and (18). To remove it, we define a global pressure [4]:

$$p=p_o-\int^{s}\left(f_w\frac{dp_c}{dS}\right)(\xi)d\xi. \quad (19)$$

Using this pressure, the total velocity becomes

$$\vec{u}=-\bar{\bar{k}}\left(\lambda(S)\vec{\nabla}p-(\lambda_w\rho_w+\lambda_o\rho_o)g\vec{\nabla}z\right) \quad (20)$$

It follows from (2) and (19) that

$$\lambda\vec{\nabla}p=\lambda_w\vec{\nabla}p_w+\lambda_o\vec{\nabla}p_o$$

which implies that the global pressure is the pressure that would produce flow of a fluid (with mobility λ) equal to the sum of the flows of fluids w and o. Again, equations (13) and (16) remain the same.

The coupling between the pressure and saturation equations in the global formulation is less than that in the phase and weighted formulations, and the nonlinearity is weakened as well. This formulation is most suitable for a mathematical analysis for two-phase flow.

Conclusion

Mathematical model for two-phase flow of immiscible fluids in porous media has been developed in the scope of this work. Alternative differential equations for the mathematical model of two-phase flow in porous media were derived. We have analyzed numerical methods for solution of the developed mathematical model of two-phase flow in porous media. Comparison of orthogonal coordinate system, including Cartesian, cylindrical and spherical coordinate systems,

with unstructured grid finite volume method was carried out. Comparing advantages and disadvantages of the methods, finite volume method has been chosen for numerical implementation of the developed mathematical model due to its flexibility for complex domains.

References:

1. Chen, Z. Reservoir Simulation: Mathematical Techniques in Oil Recovery. CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics (Том 77), SIAM, 2007, P. 219.

2. Peaceman, D.W. and Rachford, H.H The Numerical Solutions of Parabolic and Elliptic Differential Equations. Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics, Vol. 3, No. 1, Mar., 1955, 28-41

3. Douglas J, Peaceman D. W., and Rachford H. H., A method for calculating multi-dimensional immiscible displacement,Trans. SPE AIME 216,1959, P 297–306.

4. Antontsev S.N., On the solvability of boundary value problems for degenerate two-phase porous flow equations, Dinamika Splosnoı Sredy, Vyp. 10, 1972, P 28–53, in Russian.

Ковалёва Е.А., Имансакипова З.Б, Бекбауов Б.Е.

Различные формулировки модели двухфазового потока жидкости в пористых средах

Аннотация. В данной работе разработаны математические и численные модели для двухфазного течения в пористых средах. Мы рассматриваем двухфазное течение, в котором жидкости не смешиваются, и между фазами нет массопереноса. Одна фаза (например, вода) смачивает пористую среду больше, чем другая (например, нефть), и называется смачивающей фазой. Другая фаза называется не смачивающей. Модель состоит из набора связанных дифференциальных уравнений, описывающих закон сохранения массы для обеих фаз. В качестве математической модели использованы основные дифференциальные уравнения, такие как закон сохранения массы и закон Дарси для двухфазного течения в пористой среде. Несколько альтернативных формулировок дифференциальных уравнений потока для двухфазного течения представлены в данной статье. Также были сопоставлены ортогональные системы координат, в том числе декартовы, цилиндрические и сферические системы координат, с методом конечных объемов. Для решения этой проблемы был выбран метод конечных объемов.

Ключевые слова: численные методы, течение многофазной жидкости, капиллярное давление, насыщенность, закон Дарси.

UDC 622

G.K. Onalbekova

Supervisor: B.E. Bekbauov Prof., Ph.D.

Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

onalbekovagulzira@gmail.com

NUMERICAL SIMULATION OF ASP FLOODING USING A CHEMICAL COMPOSITIONAL RESERVOIR SIMULATOR BASED ON IMPROVED MATHEMATICAL FORMULATION OF THE ENERGY EQUATION

Annotation. *In this work, we propose a mathematical formulation to model the change in pore volume due to adsorption that satisfies the conservation law for energy more precisely than the existing model formulations, and allows applying a sequential solution approach. The development process can be divided into the following three stages: (1) development of a new mathematical formulation of the energy conservation equation; (2) implementation of the newly developed mathematical formulation in a chemical compositional reservoir simulator; (3) comparison of the obtained results with those of the existing chemical compositional simulator.*

Keywords: *EOR, Chemical compositional model formulation, Chemical flooding, Polymer flooding, ASP flooding.*

Introduction

Chemical flooding is one of the major enhanced oil recovery (EOR) techniques. It is often required to perform a numerical simulation study to understand the fundamental recovery mechanisms for a given EOR method in a specific reservoir.

There exist several mathematical models for the description of the chemical flooding processes. During our study, we discovered that the energy conservation equation in the currently used chemical compositional models does not consider any change in the effective pore size caused by adsorption, which leads to inconsistency between the overall compositional balance equations and the energy conservation equation [1]. In order to evaluate the efficiency of chemical EOR methods such as ASP flooding, it is important to estimate the adsorption effect on the energy conservation precisely [2].

Energy Conservation Equation

Think the volume V_b at some point of the porous region of the medium. Suppose that the representative elementary volume consists of $n_p + 1$ (n_p fluid phases and a solid phase consisting of grains of rock or soil). In our model formalism, α denotes the phases. Each phase α has its own mass density ρ_α, measured as mass of α per unit volume of phase α, and its own average velocity $\vec{u}_\alpha$. We write the energy conservation equation in terms of the modified porosity $\hat{\phi}$, as opposed to the existing chemical compositional model formulation [1]. The modified porosity $\hat{\phi}$ is defined as the fraction of the bulk permeable medium occupied by pore space remaining after adsorption [1].

If the $n_p + 1$ represents the number of phases including the solid phase, then in terms of the above defined mechanical variables the energy conservation balance for each phase α is [1]

$$\frac{\partial\left(\hat{\phi}_\alpha \rho_\alpha C_{p\alpha} T_\alpha\right)}{\partial t} + \nabla \cdot \left(\hat{\phi}_\alpha \rho_\alpha C_{p\alpha} \vec{u}_\alpha T_\alpha\right) = \nabla \cdot \left(\hat{\phi}_\alpha \lambda_{T\alpha} \nabla T_\alpha\right) + q_{c\alpha} - q_{L\alpha}. \qquad \alpha = 1, \dots, n_p + 1 \quad (1)$$

Equation (1) can be separated into two equations as:

$$\frac{\partial\left(\hat{\phi} \rho_\alpha S_\alpha C_{p\alpha} T_\alpha\right)}{\partial t} + \nabla \cdot \left(\hat{\phi} \rho_\alpha S_\alpha C_{p\alpha} \vec{u}_\alpha T_\alpha\right) = \nabla \cdot \left(\hat{\phi} S_\alpha k_{T\alpha} \nabla T_\alpha\right) + q_{c\alpha} - q_{L\alpha}. \quad \alpha = 1, \dots, n_p \quad (2)$$

for the fluids, and if we fix a coordinate system in which $\vec{u}_{is} = 0$, and note that $q_{is} = 0$, then the constituent mass balance for the solid phase reduces to

$$\frac{\partial\left(\left(1 - \hat{\phi}\right) \rho_s C_{ps} T_s\right)}{\partial t} = \nabla \cdot \left(\left(1 - \hat{\phi}\right) k_{T_s} \nabla T_s\right) + q_{cs} - q_{Ls}. \quad (3)$$

We can assume $C_{p\alpha} \approx C_{V\alpha}$ for slightly incompressible flows [3]. If we accept that all phase temperatures are identical (the local thermal equilibrium), then we can simplify this system by summing up over all fluid phases [4]

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[\hat{\phi} \sum_{\alpha=1}^{n_p} \rho_\alpha S_\alpha C_{V\alpha}\right] T + \nabla \cdot \left(\hat{\phi} \sum_{\alpha=1}^{n_p} \rho_\alpha S_\alpha C_{p\alpha} \vec{u}_\alpha T\right) = \nabla \cdot \left(\hat{\phi} \sum_{\alpha=1}^{n_p} S_\alpha k_{T\alpha} \nabla T\right) + q_c - q_L \quad (4)$$

and for the solid phase

$$\frac{\partial}{\partial t}[(1-\hat{\phi})\rho_s C_{Vs}]T = \nabla\cdot\left((1-\hat{\phi})k_{Ts}\nabla T\right) + q_{cs} - q_{Ls}. \quad (5)$$

Summation of (6) and (7) equations yields

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[\hat{\phi}\sum_{\alpha=1}^{n_p}\rho_\alpha S_\alpha C_{V\alpha} + (1-\hat{\phi})\rho_s C_{Vs}\right]T + \nabla\cdot\left(\hat{\phi}\sum_{\alpha=1}^{n_p}\rho_\alpha S_\alpha C_{p\alpha}\vec{u}_\alpha T\right) = \nabla\cdot(k_T\nabla T) + q_c - q_L \quad (6)$$

where T is the temperature; $C_{V\alpha}$ and $C_{p\alpha}$ are the heat capacities of phase α at constant volume and pressure, respectively; C_{Vs} is the heat capacity of the solid phase at constant volume; k_T is the thermal conductivity; q_c is the heat source term; and q_L is the heat loss to overburden and underburden formations or soil. The termal conductivity can be written as:

$$k_T = \hat{\phi}\sum_{\alpha=1}^{n_p} S_\alpha k_{T\alpha} + (1-\hat{\phi})k_{Ts} \quad (7)$$

The energy balance equation is derived by assuming that energy is a function of temperature only and energy flux in the aquifer or reservoir occurs by advection and heat conduction only. The key difference between the currently used and new chemical compositional model formulations is that the energy conservation equation is written in terms of the original porosity ϕ in the currently used formulation, whereas the energy conservation equation is written in terms of the modified porosity $\hat{\phi}$ in the new formulation.

Results and Discussion

The model presented in this research work has been applied to simulate chemical ASP EOR processes. The following three phases are considered in numerical simulation. The phases are water, oil and microemulsion. ASP interactions are modeled using the following reactions: in situ-generated surfactant, precipitation and dissolution of minerals, cation exchange with clay and micelle, chemical adsorption.

As illustrated in Fig. 1, the ASP flooding pilot has 1 injection well and 1 production well. The ASP process was conducted in a 4-slug sequence: preflush polymer flood, alkaline/surfactant slug, alkaline/surfactant/polymer slug, and a polymer drive. Total simulation time is 4 days. Reservoir properties include heterogeneous permeability and initial water saturation fields. The reservoir is at a depth of 111 ft., and the porosity is assumed to be constant throughout the reservoir and equal to 0.3. Grid dimensions are 80x1x1. The crude oil viscosity is 24.3 cp, the initial brine salinity is 0.059 meq/ml and the initial brine divalent cation concentration is 0.0027 meq/ml. Fig. 2 shows that even though the porosity change caused by adsorption are relatively small, their effect on the process is significant. We use S3GRAF software, developed and licensed by Sciencesoft Ltd., for post-processing the output data.

A comparison with UTCHEM was also made. The coincidence of the numerical results of the old and new formulations for the agreed variables is shown in Fig. 2 for the entered pore volume in the range 0-4.0 PV. Comparative studies show that the results obtained from the implementation of the new proposed IMPEC formula are in good agreement with the results of the UTCHEM simulator. As part of this research, thanks to its application to the above-mentioned numerical experiment and comparison with the results of the UTCHEM model, the newly developed formula has been proven to be reliable, practical and accurate. The mathematical model and numerical simulations developed in this paper can also be used to study the transport of pollutants and the remediation of contaminated surface-active substances in aquifers. The following three phases are considered in numerical simulation. The phases are water, oil and microemulsion. ASP interactions

are modeled using the following reactions: in situ-generated surfactant, precipitation and dissolution of minerals, cation exchange with clay and micelle, chemical adsorption.

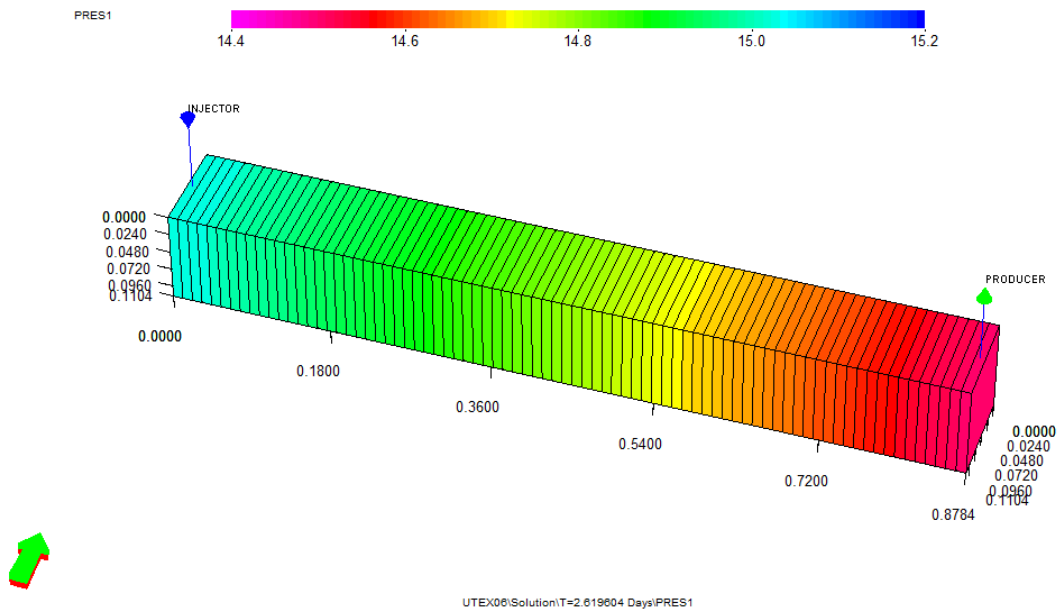


Figure 1 - Computational domain and well pattern illustration

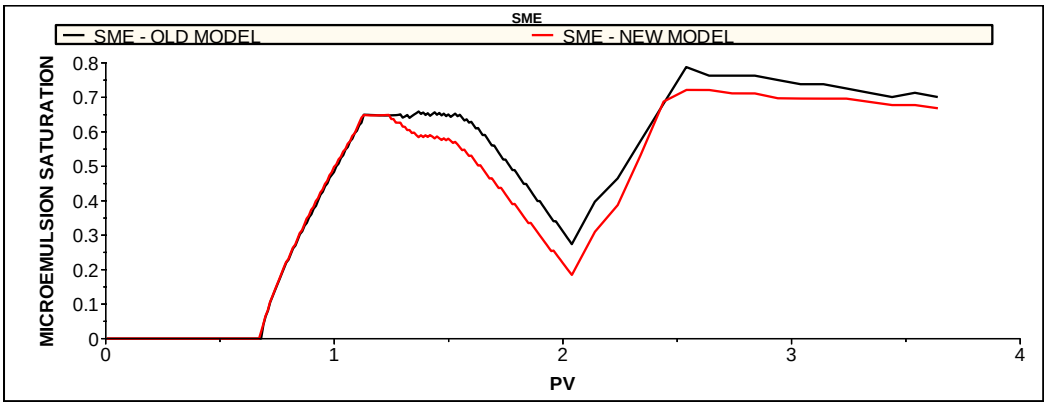


Figure 2 - Microemulsion saturation vs. injected pore volume (the results show there is a significant difference between the results of the new and old model formulations)

We can see from the above analysis, new and currently used formulations are almost the same for the case of the neglected volume fraction of components adsorbed on a solid surface (i.e., when installing $\sum_{i=1}^{n_{cv}} \hat{c}_i = 0$). In this work, due to its application to the above-mentioned numerical experiment and comparisons with existing numerical results of the chemical compositional model for the case when the adsorption effect on the transport of a component is insignificant, the recently developed formulation proved to be practical and reliable.

Conclusion

The proposed model allows accurately predicting the adsorption of the chemical component. The mathematical formulation of the energy conservation equation proposed in this work does not require a complete change in the currently used algorithm and allows solving this equation implicitly. Comparative studies show that the results obtained from the newly proposed formulation are in good agreement with those of UTCHEM simulator for the case when adsorption effect is neglected. The new model formulation provides a better understanding of the pore volume response to temperature changes.

References:

1. Bekbauov, B., Berdyshev, A., Baishemirov, Zh., and Baù, D. Numerical Validation of Chemical Compositional Model for Wettability Alteration Processes // Open Engineering, Volume 7, Issue 1, Pages 416–427, ISSN (Online) 2391-5439, DOI: https://doi.org/10.1515/eng-2017-0049.

2. Pope, G. A. and Nelson, R. C. 1978. "A Chemical Flooding Compositional Simulator," Soc. Pet. Eng. J., 18, 339-354.

3. Chen, Z., Ma, Y., and Chen, G., 2007. A sequential numerical chemical compositional simulator. Transport in Porous Media 68, 389-411.

4. Bekbauov, B. E., Kaltayev, A., Wojtanowicz, A.K., Panfilov, M., Numerical modeling of the effects of disproportionate permeability reduction water-shutoff treatments on water coning. Journal of Energy Resources Technoloogy, 2012.

UDC 532.546.6

M.K. Syzdykov[1], M.N. Makhatova[2]
[1]Satbayev University, Kazakhstan, Almaty
[2]Colorado School of Mines, USA, Golden
m.syzdykov@satbayev.university

WATERFLOODING PERFORMANCE IN HETEROGENEOUS FRACTURED RESERVOIR USING TRACER TEST

Abstract. *Naturally fractured reservoirs contain huge amounts of oil initially in-place, and a use of water injection as a secondary oil recovery process or as a pressure maintenance is a good choice to increase oil production. Nevertheless, the oil recovery by waterflooding in these reservoirs is not as easy as in conventional reservoirs.*

This paper describes a two-dimensional water-oil flow model being used to simulate waterflooding in naturally fractured reservoirs. The simulator accounts for relative fluid mobilities, gravity force and capillary pressure that control the oil production. This paper presents the waterflooding performance heterogeneous, i.e. variable effective fracture permeability, reservoir cases, which performance is monitored by tracer modeling. An inverted five spot model is used to address the viability of the water-oil displacement.

Key words*: naturally fractured reservoir, waterflooding, simulation, tracer, heterogeneity.*

Introduction

Waterflooding is the mostly used secondary oil recovery process in conventional reservoirs. Since Buckley and Leverett established this theory, i.e. the displacement of oil by water, it showed high recovery efficiency in comparison with other recovery methods. Waterflooding in fractured reservoirs have the different mechanism of oil displacement in comparison with conventional viscous displacement [1].

In order to simulate fractured reservoirs, dual-porosity model has been derived to consider for both fracture and matrix spaces, so the injected water goes into the fracture system first. Flow is controlled by the transfer rate governed by two additional forces, such as gravity and capillary forces, are used instead of only a viscous force as in the traditional single porosity model [2]. Wettability is another important property of the fractures since it allows an imbibition process to occur.

Reservoir management of fractured reservoirs should be performed appropriately in order to make good decisions on time and improve oil recovery. This can be done by monitoring reservoir, especially, well-to-well performance, using tracers. Tracers basically show in what direction the injected water propagates, thus permeability values between wells can be obtained.

Methodology

The flow equations for fracture and matrix are solved by a finite-difference method. A typical numerical cell contains fracture domain with several matrix blocks. For dual porosity model, there are two governing flow equations: (1) the continuity equation for the fracture and (2) the mass balance equation for the matrix [1, 4]. Since the two phases are present, each phase must be accounted for.

The equation for water in the fracture:

$$\nabla \cdot \left(k_{f,eff}\lambda_{wf}\right)\left[\nabla P_{of} - \gamma_w \nabla D - \nabla P_{cwof}\right] - \tau_w + \widehat{q_{wf}} = \phi_f \left[S_{wf}\left(c_{wf} + c_\phi\right)\frac{\partial P_{of}}{\partial t} + \frac{\partial S_{wf}}{\partial t}\right] \quad (1)$$

The equation for oil in the fracture:

$$\nabla \cdot \left(k_{f,eff}\lambda_{of}\right)\left[\nabla P_{of} - \gamma_o \nabla D\right] - \tau_o + \widehat{q_{of}} = \phi_f \left[S_{of}\left(c_{of} + c_\phi\right)\frac{\partial P_{of}}{\partial t} + \frac{\partial S_{of}}{\partial t}\right] \quad (2)$$

On the one hand, the driving force in fractured reservoirs is not the viscous displacement rather a combination of capillary and gravity forces [3]. Thus, we must replace the transfer rate equations with driving forces constituents.

$$\tau_{w+o} = 0.006328\sigma k_m \frac{\lambda_{wf/m}\lambda_{om/f}}{\lambda_t}\left[\left(P_{cwom} - P_{cwof}\right) + \frac{\sigma_z}{\sigma}\left(\gamma_w - \gamma_o\right)\left(h_{wf} - h_{wm}\right)\right] \quad (3)$$

After 200 days of waterflooding, to track the water propagation, the use of tracers has been decided. Thus, governing equations for the tracer concentrations in the reservoir must be developed [4]. In addition, the tracer partition coefficient was assumed to be zero, i.e. $\beta_S = 0$, which states that the tracer does not dissolve in the oil phase. The tracer adsorption to the fracture walls was also assumed to be negligible.

$$\nabla \cdot \left(k_{f,eff}\lambda_{wf}\right)\left[C_{ws,f}\nabla P_{of} - C_{ws,f}\nabla P_{cwof}\right] - C_{ws,f}\tau_w + C_{ws,f}\widehat{q_{wf}} = \phi_f \frac{\partial}{\partial t} C_{ws,f} S_{wf} \quad (4)$$

To solve the matrix concentration, the water transfer rate equation was used

$$\tau_w C_{ws,m} = \phi_m \frac{\partial}{\partial t} C_{ws,m} S_{wm} \quad (5)$$

Results and Discussion

The general input data have been presented in Table 1. The programming software, MATLAB

Table 1 – INPUT DATA FOR WATERFLOODING

Δx, ft	100	P_i, psi	5000
Δy, ft	100	q_w, rbbl/day	5000
Δz, ft	30	μ_w, cp	0.6
L_x, ft	2	μ_o, cp	5
L_y, ft	2	ϕ_f, fraction	0.002

L_z, ft	2	ϕ_m, fraction	0.1
ρ_o, lb/cu.ft.	48	c_{tf}, psi^{-1}	3*10^{-6}
ρ_w, lb/cu.ft	63	c_{tm}, psi^{-1}	1*10^{-6}

Fig. 1 demonstrates the water propagation in the reservoir. Since the highest effective fracture permeabilities are in the south-west part of the reservoir, the water saturation values are high in this region. For instance, the water saturation after 500 days in the (1,1) production well reached 0.43. It means that the well (1,1) must be shut in before 500 days. Another point is that the water propagation has not arrived at the other three wells (top two wells and bottom right well), so this fact constitutes that the sweep efficiency for these parts of the reservoir is low.

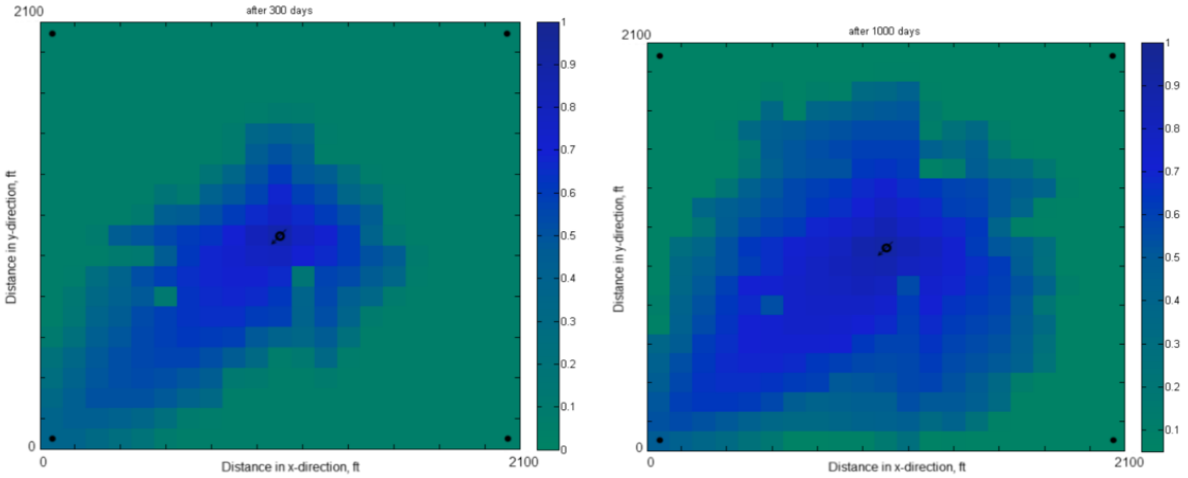
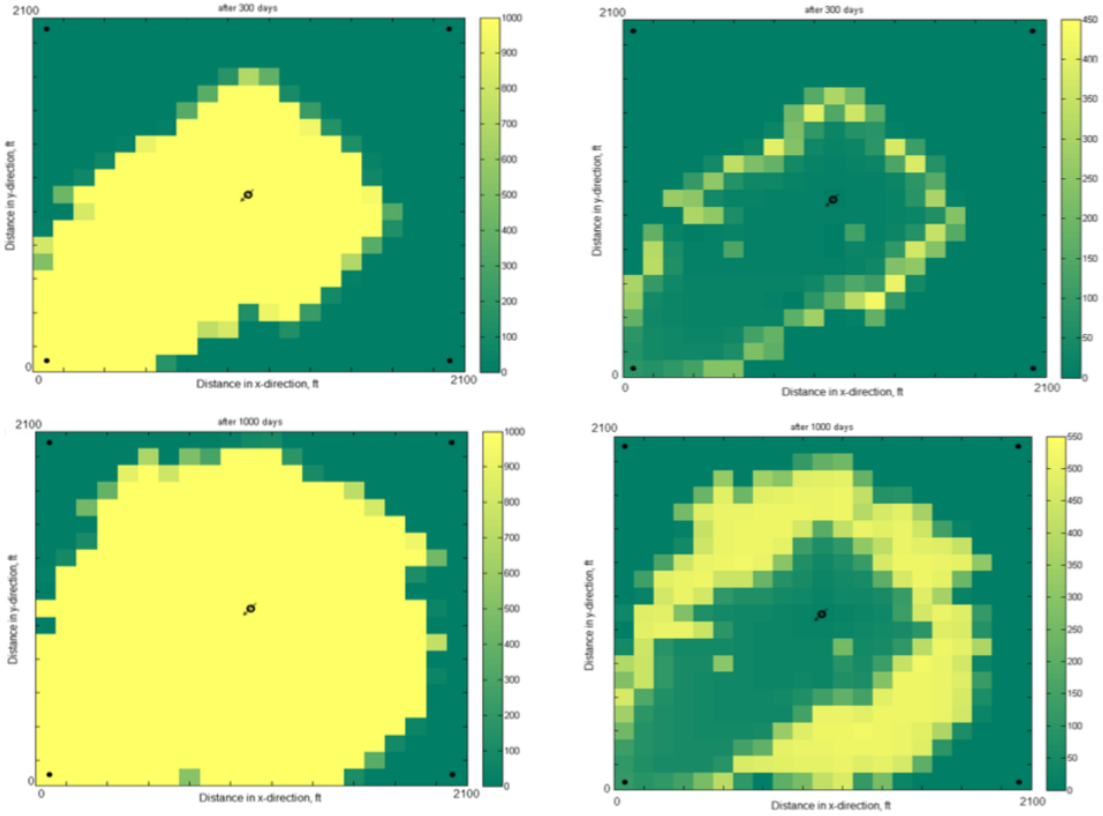


Figure 1 - Fracture saturation map for 300 and 1000 days

For the matrix, the saturation has not exceeded 0.55, which is the maximum value in the injection well. The south-west part saturation varies in the range of 0.5-0.55, whereas the matrix water saturation in other regions has not increased above the initial water saturation in the matrix (0.25).

The tracer concentrations in the fracture did not present much information about the reservoir, yet they just imitated the water propagation pattern (Fig. 2). The tracer concentration in the matrix repeated the behavior of the homogeneous case when the concentration increases and moves away from the injection node but the previously reached nodes obtain the lower concentration values.



(a) (b)

Figure 2 - Concentration map for 300 and 1000 days for (a) fracture and (b) matrix
Total cumulative oil and water production is given Figures 3-4.

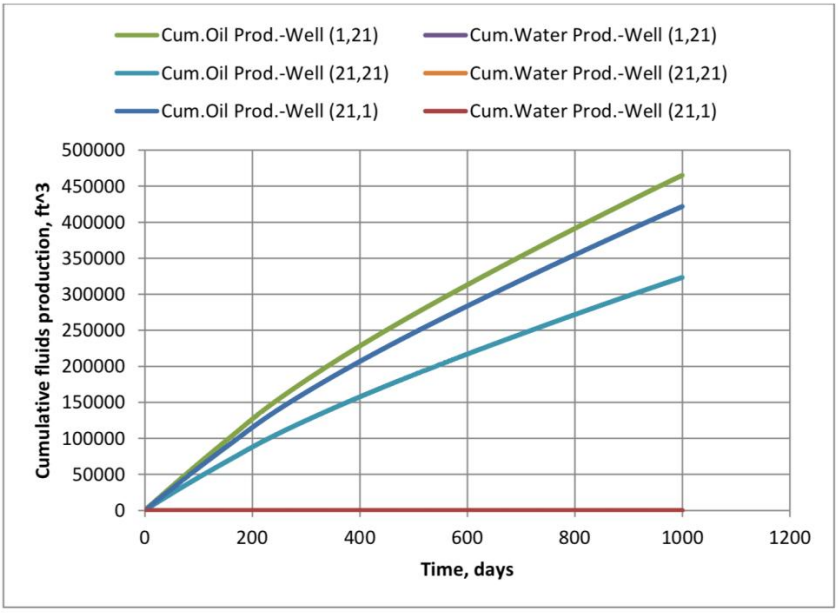


Figure 3 - Cumulative oil and water production for all nodes except (1,1) well

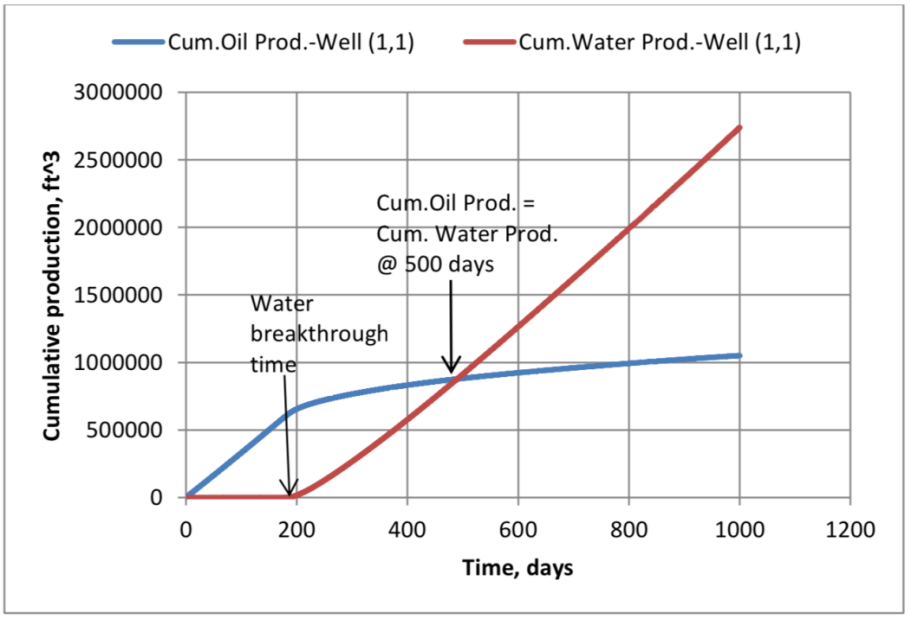


Figure 4 - Cumulative oil and water production for (1,1) well

Conclusion

1. A two-dimensional numerical simulator for simulating two-phase flow of water and oil is developed for naturally fractured reservoirs.

2. The simulator accounts for fluid mobilities, gravity force, capillary force in heterogeneous reservoir with different permeability values.

3. Tracer modeling has been applied to monitor the performance of water-oil displacement.

References

1. **Kazemi, H., Merrill Jr., L.S., Porterfield, K.L., & Zeman, P.R.** (1976). Numerical Simulation of Water-Oil Flow in Naturally Fractured Reservoirs. Society of Petroleum Engineers Journal, 16(6), 317-326.

2. **Kazemi, H.**, & MacMillan, D.J. (1982). A Numerical Simulation Comparison of Five-Spot vs. Line Drive in Micellar/Polymer Flooding. Society of Petroleum Engineers Journal, 22(1), 69-78.

3. **Sonier, F., Souillard, P., & Blaskovich, F.T.** (1988). Numerical Simulation of Naturally Fractured Reservoirs. SPE Reservoir Engineering, 3(4), 1114-1122.

4. **Kiani, Mojtaba, Kazemi, Hossein, Ozkan, Erdal, & Wu, Yu-Shu**. (2011). Pilot Testing Issues of Chemical EOR in Large Fractured Carbonate Reservoirs. Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Denver, Colorado, USA.

UDC 622

K.D. Tleumbetova, B.E. Bekbauov
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: tskuralay@gmail.com

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL FOR ENHANCED COALBED METHANE RECOVERY

Abstract. *There are rich coalbed methane resources in Karaganda region of Kazakhstan. Mathematical modeling and numerical simulation is required to predict the methane extraction process and define efficient regimes for the extraction. In the scope of this work, a review of*

relevant mathematical and numerical models for simulation of the extraction of methane from coal seams is carried out. Mathematical model of the multicomponent multiphase flow through the fractured coal media is developed in this work.

Keywords: *Enhanced coalbed methane; discrete fracture model; diffusion; mathematical model.*

Introduction

In coalbed methane (CBM) reservoir, the gas sorption effect makes the coal seam act as both source and rock, containing a significant amount of pure methane [1]. Primary CBM recovery by pressure depletion is the simplest method of CBM extraction. However, this method has a low efficiency with the recovery factor 20%–60% [2, 3]. Enhanced coalbed methane recovery (ECBM) can increase methane recovery by injecting CO2, N2 and other gases [4, 5].

The mathematical description of CBM is a complex task because of the complexity of the gas absorption, multicomponent-multiphase flow and transport combined with geomechanical effects.

In this paper, we present a mathematical model for a multicomponent multiphase flow in porous media with complex geomechanical characteristic to simulate coalbed methane recovery. At the end of this paper, we make a conclusion associated with the work done and provide plans for the future.

Model Characterization

Coal has a highly heterogeneous porosity, consisting of matrix, cleats and fractures (Figure 1). The dual-continuum approach [6] is often used to characterize such a porosity system. Due to these properties, the coal seam is divided into two separate areas: the matrix and cleats. Most of the pore space, which has a higher sorption capacity, is in the matrix, while permeability is mainly regulated by cleats. A diffusion term is introduced in order to model the mass flow between a matrix and fracture meshes.

The conventional dual-continuum approach is a valid approximation for the matrix-cleat system since cleats tend to be continuous and orthogonally distributed throughout the coal seam [7, 8]. However, this approach may lead to errors when large-scale fractures, apertures and heights are present [9]. In our approach, we include DFM to represent the large-scale fractures, which allows us to avoid the strong assumptions in the conventional dual-continuum approach. As shown in Figure 2, the dual-continuum assumption is still applied for matrix-cleat system, while DFM is used for fluid flow in cleat-fracture system.

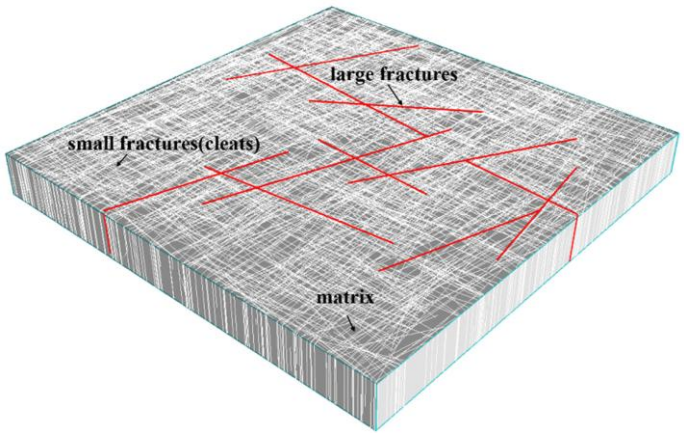


Figure 1 - Schematic of coalbed methane seam with matrix (gray ground color), small fractures (white line) and large fractures (red line) [10].

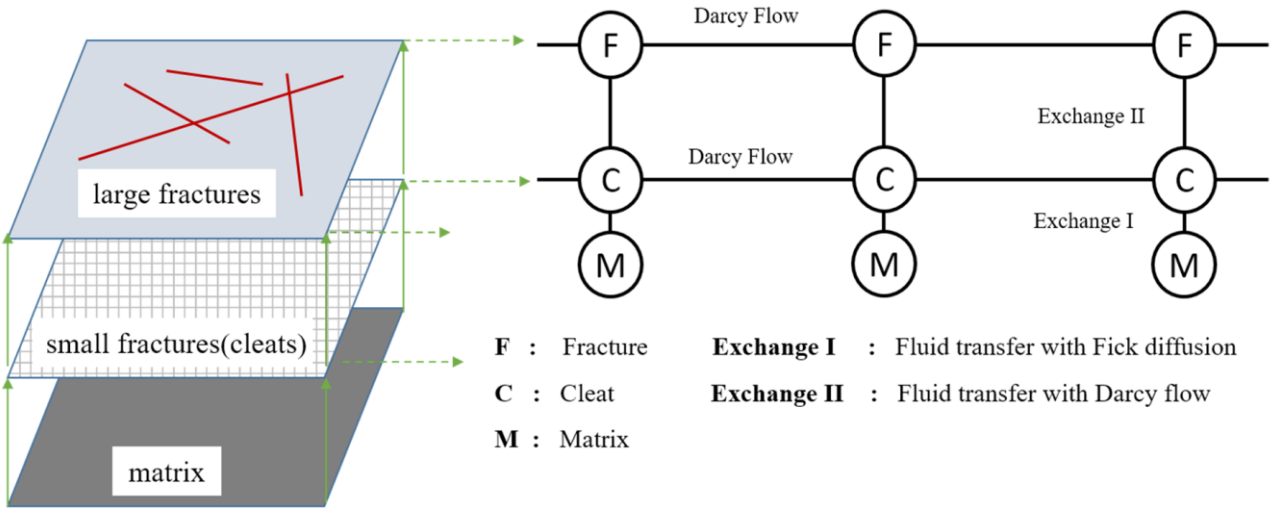


Figure 2 - Schematically shown the new reservoir characterization with DFM (figure is obtained from [10]).

Model Formulation

The naturally fractured system contains both water and gas phases. In this model, we assume that there is no mass exchange between the water and gas phases. Capillary pressure is neglected. Then the mass conservation equation for component i in the gas phase (denoted by the subscript g) [10] is expressed as

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\rho_g \phi S_g x_{ig}\right) + \nabla \cdot \left(\rho_g \vec{u}_g x_{ig}\right) + q_{ig}^{\bar{W}} - r_i = 0, \quad (i \in M_m) \tag{1}$$

and for water phase (indicated by subscript w) is:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\rho_w \phi S_w\right) + \nabla \cdot \left(\rho_w \vec{u}_w\right) + q_w^{\bar{W}} = 0 \tag{2}$$

where ϕ is effective cleat porosity, ρ_g is molar density of gas phase, S_g is gas saturation, $q_{ig}^{\bar{W}}$ is well source term. Darcy velocity $\vec{u}_g$ for phase j is given by

$$\vec{u}_j = -\frac{k\kappa_{rj}}{\mu_j}\nabla\Phi_j = -\frac{k\kappa_{rj}}{\mu_j}\left(\nabla p - \gamma_j \nabla z\right), \quad (j = g, w) \tag{3}$$

where k is absolute permeability, κ_{rj} is relative permeability of phase j, μ_j is phase viscosity, γ_j is interfacial tension and z is the elevation. The gas phase density ρ_g and viscosity μ_g are computed based on the gas composition and properties of each component. The gas phase density and viscosity, ρ_g and μ_g, are computed based on the gas composition and properties of each component. In the compositional model developed here, ρ_g is computed using cubic equation of state (Peng-Robinson, SRK *etc.*) at given pressure and temperature. The Lohrenz-Bray-Clark (LBC) model

[11] will be applied to calculate the gas phase viscosity. Water properties depend on pressure, which can be obtained from PVT test.

The diffusion source ri is governed by the concentration gradient in matrix. It can be described by a first order kinetic model [12] under a pseudo steady state assumption:

$$r_i = -\frac{\partial C_{i,m}}{\partial t} = \frac{1}{\sigma D_i}\left(C_{i,m} - C_{i,f}\right) \tag{4}$$

where D_i - diffusion coefficient, σ - shape factor for dual-continuum approach, $C_{i,m}$ - adsorbed concentration in matrix and $C_{i,f}$ - equilibrium concentration in cleats for component i. The concentration $C_{i,}$ - independent variable which needs to be solved implicitly while $C_{i,f}$ - function of cleat properties. The equilibrium concentration $C_{i,f}$ in cleats for component i is given by:

$$C_{i,f} = \frac{\rho_s V_{L,i} b_i p_i}{1 + \sum_j b_j p_j} \tag{5}$$

where $V_{L,i}$ - Langmuir volume for component i (maximum amount of pure component i that can be adsorbed), b_i - sorption constant, ρ_s - coal density. The Langmuir volume and sorption constant are determined from laboratory measurements. Partial pressure of component i in the gas phase, p_i, is derived using an ideal gas approximation.

Two supporting relationships should also be considered to fully indicate the system, which are the limitation for the phase saturations

$$\sum_j S_j - 1 = 0, \quad (j = g, w) \tag{6}$$

and constraints for the component molar fraction

$$\sum_i x_{ig} - 1 = 0 \tag{7}$$

Combining conservation equations (1), (2) and equation (4) as well as the auxiliary equations (6) and (7), we obtain the general ECBM equations, where p, $x_{i,g}$, S_i and $C_{i,m}$ are the unknowns. Since the equations are nonlinear and closely related, numerical methods are needed to solve the system.

Conclusions and Future Work

In this study, we developed DFM approach to ECBM recovery modeling. A mathematical model of fluid flow in coal seam for methane recovery was developed. Review of relevant literature on the research topic has been undertaken before developing the model formulation presented in this paper.

A number of issues need to be addressed in future work. Numerical methods will be used to slove the model described in this work. Also, the implementation of an unstructured-grid cell-centered finite volume method for the formulation described in this paper is scheduled for the future.

References

1. Gentzis, T. Subsurface sequestration of carbon dioxide — An overview from an Alberta (Canada) perspective. Int. J. Coal Geol. 2000, 43, 287–305.

2. Stevens, S.H.; Spector, D.; Riemer, P. Enhanced Coalbed Methane Recovery Using CO2 Injection: Worldwide Resource and CO2 Sequestration Potential. In International Oil & Gas Conference and Exhibition in China (IOGCEC); Society of Petroleum Engineers: Richardson, TX, USA, 1998.

3. Gale, J.; Freund, P. Coal Bed Methane Enhancement with CO2 Sequestration Worldwide Potential. Environ. Geosci. 2001, 8, 210–217.

4. Puri, R.; Yee, D. Enhanced Coalbed Methane Recovery. In Proceedings of the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, New Orleans, LA, USA, 23–26 September 1990; SPE-20732-MS, pp. 254–368.

5. Puri, R. A micro-pilot approach to coalbed methane reservoir assessment. In Fuel and Energy Abstracts; Elsevier: Amsterdam, The Netherland, 1996; p. 419.

6. Warren, J.; Root, P.J. The behavior of naturally fractured reservoirs. SPE J. 1963, 3, 245–255.

7. Pattison, C.; Fielding, C.; McWatters, R.; Hamilton, L. Nature and origin of fractures in Permian coals from the Bowen Basin, Queensland, Australia. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 1996, 109, 133–150.

8. Nelson, C.R. Effects of geologic variables on cleat porosity trends in coalbed gas reservoirs. In Proceedings of the SPE/CERI Gas Technology Symposium, Calgary, AL, Canada, 3–5 April 2000.

9. Odling, N.; Gillespie, P.; Bourgine, B.; Castaing, C.; Chiles, J.; Christensen, N.; Fillion, E.; Genter, A.; Olsen, C.; Thrane, L. Variations in fracture system geometry and their implications for fluid flow in fractured hydrocarbon reservoirs. Pet. Geosci. 1999, 5, 373–384.

10. Zhang, Y., Gong, B., Li, J. et al. 2015. Discrete Fracture Modeling of 3D Heterogeneous Enhanced Coalbed Methane Recovery with Prismatic Meshing. Energies 8 (6): 6153–6176. https://doi.org/10.3390/en8066153.

11. Lohrenz, J.; Bray, B.G.; Clark, C.R. Calculating viscosities of reservoir fluids from their compositions. J. Pet. Technol. 1964, 16, 1171–1176.

12. King, G.; Ertekin, T. A survey of mathematical models related to methane production from coal seams, Part I–Empirical and equilibrium sorption models. In International Coalbed Methane Symp; University of Alabama: Tuscaloosa, AL, USA, 1989; pp. 125–138.

К.Д. Тлеумбетова, Б.Е. Бекбауов

Построение математической модели для добычи метана угольного пласта

Аннотация. В Карагандинской области Казахстана имеются богатые запасы метана угольных пластов. Математическое и численное моделирования необходимы для прогнозирования процесса извлечения метана и определения эффективных режимов извлечения. В рамках данной работы проводится обзор соответствующих математических и численных моделей для моделирования извлечения метана из угольных пластов. В работе разработана математическая модель многокомпонентного многофазного потока через трещиноватые угольные пласты.

Ключевые слова: угольный метан; модель дискретных трещин; диффузия; математическая модель.

UDC 622

M.R. Zhumabek[1], B.E. Bekbauov[2]

[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

[2]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

marzhan190498@gmail.com

NUMERICAL ANALYSIS OF FLUID FLOW IN POROUS MEDIA WITH COMPLEX GEOMETRIES USING FINITE VOLUME METHOD UNSTRUCTURED GRID

Abstract. *This article presents a small part of the problem of fluid flow in porous media with complex geometries using unstructured grid finite volume method. This research paper addresses*

the key issue of part of analyzed of fluid flow in porous media with complex geometries when finite-volumes are employed for the solution of partial differential equations. Thus, the mathematical model of fluid flow was taken in the form of a triangular domain. The work area was split into an unstructured mesh. In this research paper was obtained an analytical solution of the Poisson equation for a triangular domain. And the calculation of the right side of the Poisson equation was considered analytically to obtain a numerical solution.

Keywords: *the finite volume method, unstructured grid.*

Introduction

Most real physical processes or problems can be modeled by partial differential equations. Along with this, real technical problems require calculations in areas of complex geometries, therefore numerical methods have a particular advantage. The Finite Volume Method is a numerical solution of problems that transforms the partial differential equations representing conservation laws into discrete algebraic equations over finite volumes (or elements or cells) [1]. When solving technical problems on the calculation of installations and physical processes, it is necessary to use complex geometric objects. On the set points, it is possible to carry out triangulation in various ways [3]. There is a problem of optimizing triangulation by some criteria. The main optimization criterion is that, on the one hand, the obtained triangles are close to equilateral. This local criterion relates to one triangle. The second or global criterion is that neighboring triangles do not different too much in area - the criterion of grid uniformity [1].

Integral of conservation law

Differential equations of mathematical physics are usually a consequence of more general integral conservation laws, such as the law of conservation of mass, momentum or energy [3].

$$\frac{\partial u}{\partial t} + div(\vec{f}) = g(u), \qquad div(\vec{f}) = \frac{\partial f_1}{\partial x} + \frac{\partial f_2}{\partial y} \tag{1.1}$$

We integrate equation (1.1) over an arbitrary volume:

$$\int_V \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} dV + \int_V div\left(\vec{f}(u)\right) dV = \int_V g(u)\, dV$$

According to the Divergence theorem, the integral of the divergence of a vector field $\vec{f}(u)$:

$$\int_V div\left(\vec{f}(u)\right) dV = \oint_{\partial V} (\vec{f} * \vec{n}) dS$$

where ∂V is the surface of the volume V,$\vec{n}$ is the unit vector of external normal to the surface ∂V. The integral $\oint_{\partial V}(\vec{f} * \vec{n})dS$ is called the flux of a vector field $\vec{f}$ through the surface ∂V.

As a result, we obtain the integral of conservation law:

$$\int_V \frac{\partial u}{\partial t} dV + \oint_{\partial V} (\vec{f} * \vec{n}) dS = \int_V g(u)\, dV \tag{1.2}$$

The essence of this integral law: the rate of change of a quantity u in a volume V is equal to the sum of the flow of this quantity across the boundary of the volume V and the power of the source within the volume V [2], [3].

Formulation of the problem

We considered process of fluid flow in porous media on a flat triangular region. To simplify the task, the area is taken as a regular triangle. A certain energy (pressure) is specified in the center

of this region, and the Dirichlet condition (in our case P =0) is imposed at the edges of the region,. A regular triangle is constructed on the GiD grid generator and this triangle divided into an grid..

In a steady state, substituting into equation (1.2) the equation of linear law of filtrations, and integrating them in control-volume, and after the application of divergence theorem, equation (1.2) yields [2]:

$$\nabla^2 P(x,y) = G(x,y)$$

In the expanded form:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = G(x,y) \tag{1.3}$$

The part of task is to show the fluid flow process with a distributed on an unstructured grid using an analytical and numerical method and make a comparative analysis.

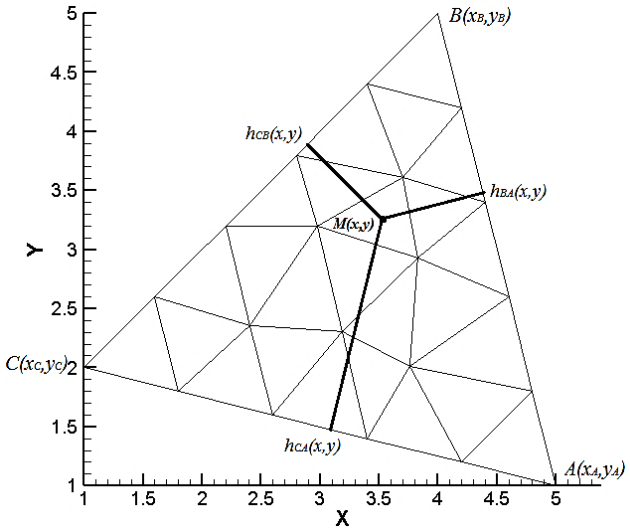


Figure 1 - Regular triangle with known vertex coordinates

In Figure 1 shows that all three coordinates $A(x_A, y_A), B(x_B, y_B), C(x_C, y_C)$ of the sides of the triangle are known. You can define any internal point in triangular area.

The perpendicular from the inner point to the sides of the triangle will be the normals of the triangle and they are defined as [4]:

$$h_{BA}(x,y) = \frac{(y_A - y_B)\cdot x - (x_A - x_B)\cdot y + x_A \cdot y_B - x_B \cdot y_A}{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$$

$$h_{CB}(x,y) = \frac{(y_B - y_C)\cdot x - (x_B - x_C)\cdot y + x_B \cdot y_C - x_C \cdot y_B}{(x_B - x_C)^2 + (y_B - y_C)^2}$$

$$h_{AC}(x,y) = \frac{(y_C - y_A)\cdot x - (x_C - x_A)\cdot y + x_C \cdot y_A - x_A \cdot y_C}{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2}$$

In order to determine the temperature distribution function in the triangular region, the normals (h_{BA}, h_{CB}, h_{AC}), which are perpendicular to the walls must be multiplied together:

$$P(x,y) = h_{BA}(x,y)\cdot h_{CB}(x,y)\cdot h_{AC}(x,y)$$

In the expanded form:

$$P(x,y) = \frac{(y_A - y_B)\cdot x - (x_A - x_B)\cdot y + x_A\cdot y_B - x_B\cdot y_A}{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2} \cdot \frac{(y_B - y_C)\cdot x - (x_B - x_C)\cdot y + x_B\cdot y_C - x_C\cdot y_B}{(x_B - x_C)^2 + (y_B - y_C)^2} \cdot \frac{(y_C - y_A)\cdot x - (x_C - x_A)\cdot y + x_C\cdot y_A - x_A\cdot y_C}{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2} \quad (1.4)$$

The second order differential equation in the equation (1.3) will be considered separately, as

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = \frac{Q}{W}, \qquad \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = \frac{K}{W}$$

this equations we put in equation (1.3).

In order to compare the analytical and numerical solutions we have to find a right side of the Poisson equation (1.5):

$$G(x,y) = \frac{Q + K}{W} \quad (1.5)$$

where,

$$\begin{aligned} Q = -(&2\cdot(x_C\cdot(y_A - y_B) * (-2y_A y_B + y\cdot(y_A + y_B - 2y_C) + (y_A + y_B)\cdot y_C) - \\ &x_B\cdot(y_A - y_C) * (y_A\cdot(y_B - 2y_C) + y_B y_C + y\cdot(y_A - 2y_B + y_C)) - \\ &-(y_B - y_C)\cdot(-3x\cdot(y_A - y_B)(y_A - y_C) - x_A\cdot(-2y_B y_C + \\ &y_A\cdot(y_B + y_C) + y\cdot(-2y_A + y_B + y_C))))) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K = \ &2\cdot\left(x\cdot x_C^2\cdot(-y_A + y_B)\right) + x_B^2\cdot(3x_C y + x y_A - 2x_C y_A - (x + x_C)\cdot y_C + x_A^2 \\ &\cdot(3x_B y - 3x_C y - x y_B - x_B y_B + 2x_C y_B + (x - 2x_B + x_C)\cdot y_C) + x_B x_C \\ &\cdot\left(x_C(-3y + 2y_A + y_B) + 2x\cdot(-y_B + y_C)\right) + x_A\cdot(2x x_B\cdot(-y_A + y_B) + x_B^2 \\ &\cdot(-3y + y_A + 2y_C) + x_C(3x_C y + 2x y_A - x_C y_A - 2x_A y_C - 2x y_C))) \end{aligned}$$

$$W = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}\cdot\sqrt{(x_A - x_C)^2 + (y_A - y_C)^2}\cdot\sqrt{(x_B - x_C)^2 + (y_B - y_C)^2}$$

Results

Further, equation (1.4) and other necessary data (boundary conditions, parameters of a triangular area, etc.) are driven into high level programming language C++, and using Tecplot 360, the visualization of expression (1.4) is implemented (Figure 2):

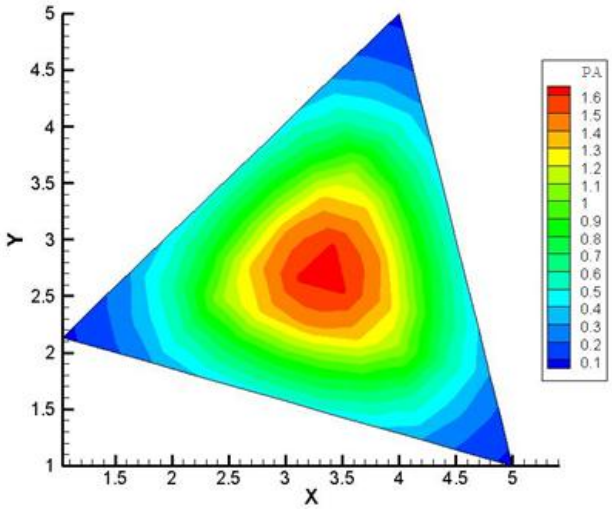
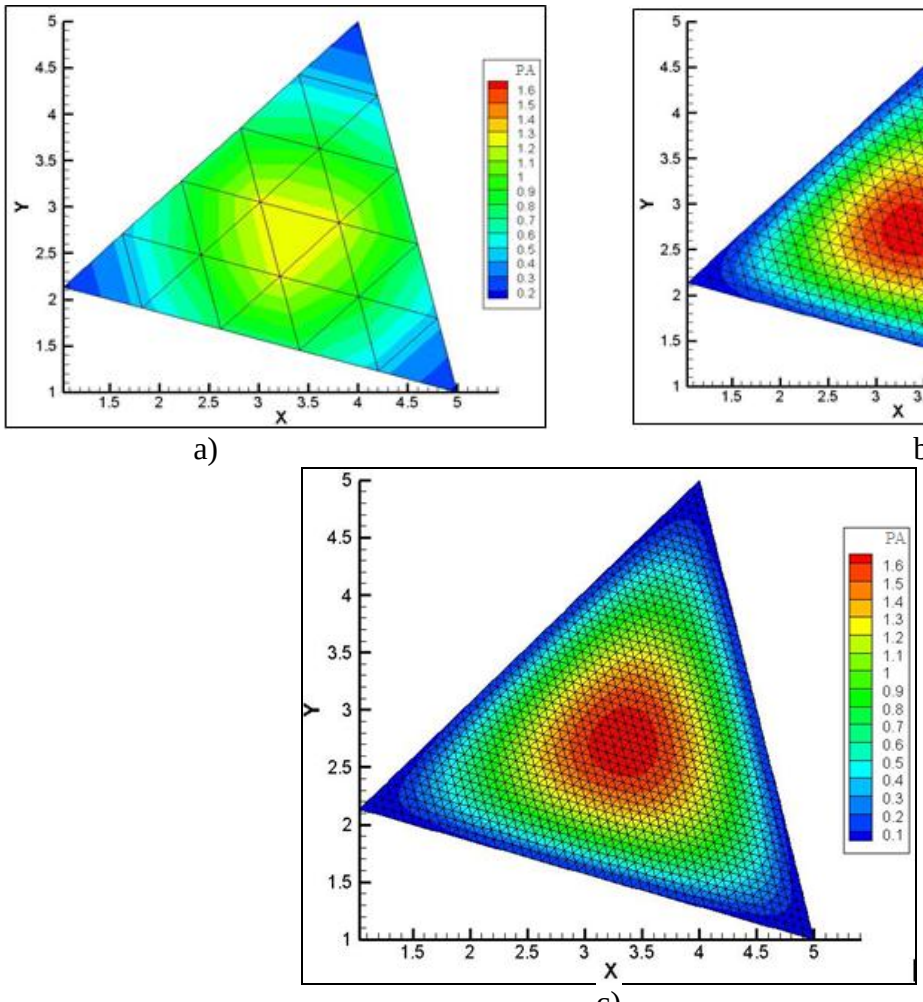


Figure 2 - The result of the analytical solution

The visualization of the analytical solution, when the region is divided into 100 elements, is obtained as in Figure 2.

Figure 3 shows the visualization of the analytical solution, when the number of grids is different:



a) b)

c)

Figure 3 - Visualization of analytical solution on different number of grids
(a - 25 elements, b – 900 elements, c – 2500 elements)

Conclusion

In this research work, was created a physical and mathematical model, then working area was taken as a regular-shaped triangle (Figure 1.2)., which divided into an unstructured grid. The feature of the mesh was that all angles of the triangle are less than 90 degree. In the scope of this research work, was obtained an analytical solution of the Poisson equation for a triangular domain. In this work were shown the visualization of the analytical result (Figure 1.3) on different number of grids (Figure 1.4). And the calculation of the right side of the Poisson equation (1.5) was considered analytically to obtain a numerical solution.

Future work concerns a more in depth analysis of the implementation of the finite volume method on unstructured grids for flow in porous media to ensure a comparison of its results with the results of currently used methods. And it concerns deeper analysis of the model, such as obtaining a numerical solution, visualization and comparison of analytical and numerical results. The model building method will also be changed: instead of using the correct triangular area, complex geometry will be constructed, and will be divided into an unstructured grid.

References

1. F. Moukalled, L. Mangani, M. Darwish. The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics. Germany, Springer, 2016, P. 103-170.

2. J.Cordazzo,C.R. Maliska, A.F.da Silva. Interblock Transmissibly Calculation Analysis for Petroleum Reservoir Simulation. Buenos Aires, 2006., P. 17-21.

3. В.М. Ковеня, Д.В. Чирков. Методы конечных разностей и конечных объёмов для решения задач математической физики. -Новосибирск, 2013. -86 с.

М.Р. Жумабек, Б.Е. Бекбауов

Численное исследование задачи фильтрации в областях о сложной геометрией с использованием метода конечых обьёмов на неструктурированных сетках

Аннотация. В данной статье представлено численное решение течения жидкости в пористых средах со сложной геометрией с использованием метода конечных объемов на неструктурированных сетках. В данной исследовательской работе рассматривается стационарное распределение давления жидкости в пористых средах со сложной геометрией, для получения которого решены уравнения в частных производных с использованием методов конечных объемов. При построении физической модели область исследования была взята в виде треугольной области. Этот расчет становится еще более значимым при использовании неструктурированной сетки. Область исследования была разделена на неструктурированную сетку. В данной исследовательской работе было получено аналитическое решение уравнения Пуассона для треугольной области. В статье показана визуализация аналитических результатов. Вычисление правой части уравнения Пуассона аналитическим путем была использована для получения численного решения.

Ключевые слова: метод конечных объёмов, неструктурированная сетка.

УДК: 550.34.004.9(574)

А.М. Амиргалий
Научные руководители: сеньор-лектор, доктор PhD Г.К.Умирова[1], кандидат геолого-минералогических наук А. Ж. Ахметжанов[2]
[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
[2]Емир-Ойл ТОО
amirgaliassem@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ГАЗОНЕФТЕНОСНОСТИ СРЕДНЕ-ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КОКПАНСОРСКОЙ ВПАДИНЫ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D И ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ

Аннотация. *В статье рассматриваются результаты сейсморазведочных работ МОГТ-3Д, проведенных в Кокпансорской впадине, входящей в состав Шу-Сарысуйской депрессии. Показано, что процедуры, направленные на повышение разрешенности (деконволюция и полосовая фильтрация) и прослеживаемости (коррекция статических и кинематических поправок, суммирование) отражающих элементов, уточнение структурного изображения (временная миграция до суммирования) дали возможность эффективно решить поставленные геологические задачи по изучению и уточнению геологического строения и перспектив газонефтеносности средне-верхнепалеозойских отложений этой впадины.*

Ключевые слова: *Шу-Сарысуский осадочный бассейн, Кокпансорская впадина, сейсморазведка МОГТ-3Д, отражающий горизонт, структура, разломная зона, ловушка, газ.*

Шу-Сарысуский осадочный бассейн обособляется в Южном Казахстане и был вовлечен в процесс опоискования месторождений УВ в начале 70-х г. г. XX века. Открытые здесь газовые месторождения (Придорожное, Амангельды, Айракты, Анабай, Ушарал-Кемпиртобе, Орталык и др.) содержат сравнительно небольшие запасы природного газа в антиклинальных ловушках нижней перми, нижнего карбона, подсолевого верхнего девона и нижнепалеозойского фундамента (трещиноватого).

Собственно Кокпансорский прогиб, начиная с 60-х годов XX века, изучался планомерными геолого-геофизическими съемками, в результате которых были построены геологические, гидрологические карты 1:200 000 масштаба.

Гравиметрическими работами здесь выявлены участки с положительными аномалиями Δg_a, которые были проинтерпретированы как антиклинальные структуры, часть из которых подтверждены сейсморазведкой.

По результатам аэромагнитной съемки в 1963 г. была составлена карта аномалий силы ΔT_a.

В 1961-1963 г.г. в Кокпансорском прогибе проводились региональные работы сейсмическими методами МОВ и КМПВ, сейсмопрофилированием МОГТ, по результатам которых была составлена структурная схема по подошве осадочных образований по востоку этой впадины в масштабе 1:500 000.

В 1966 – 1985 г. г. здесь были пробурены – 32 скважины.

В период с 2008 – 2016 г. г. в пределах Кокпансорской впадины были выполнены сейсмические работы 2Д в объеме 3380 пог. км и сейсморазведочные работы 3Д – 417 кв. км.

В период с 2008 – 2017 г. г. было пробурено 13 скважин и 1 скважина находится в бурении.

В это же время по результатам сейсморазведочных работ МОГТ – 3D, проведенных в Кокпансорской впадине, уточнено геологическое строение этой впадины, установлена ее структурная архитектоника и выделены зоны газонакопления для планирования дальнейшего поисково-разведочного бурения.

В геологическом строении этой впадины принимают участие сложнодислоцированные и метаморфизованные образования допалеозоя и нижнего палеозоя, а также полого залегающие отложения среднего-верхнего палеозоя и мезозой-кайнозоя, разделенные на три структурных этажа.

Метаморфические, интрузивные и осадочно-вулканогенные образования допалеозоя и нижнего палеозоя разбурены на площадях Западный Оппак, Оппак-Тамгалинская-Жолоткен, Придорожная, Тереховская, Жолоткен-Аса, Сорбулак, Кендырлык и др. на глубинах 2300-3900 м и представлены кварц-серицит-хлоритовыми сланцами, мраморизованными известняками и алевро-песчаниками.

На востоке Кокпансорского прогиба наблюдаются выходы докембрийского нижнепалеозойского фундамента на дневную поверхность.

В этом прогибе глубина до поверхности фундамента составляет 2500-5000 м и более.

В разрезе средне-верхнего палеозоя выделяются две толщи соли: нижняя – фаменская и верхняя – нижнепермская. В Нижнешуйском солянокупольном районе в фаменской толще соли отмечены явления диапиризма. Нижнепермская соль залегает линзообразно и пластообразно.

Кроме того, региональные покрышки образуют сланцы фаменского яруса и аргиллиты нижней части таскудукской свиты турнейского яруса. Локальные покрышки представлены сланцами и ангидритами верхней части визейского-серпуховского ярусов.

Комплексы карбонатных пород и аргиллитов нижнего карбона и обломочных пород верхнего девона рассматриваются в качестве нефтегазоматеринских свит.

На размытой поверхности палеозоя залегает маломощный (200-300 м) мезо-кайнозой, сложенный песчано-глинистыми породами мела, палеогена и неогена. Верхний мезо-кайнозойский структурный этаж бесперспективен в отношении нефтегазоносности.

В тектоническом отношении Кокпансорский прогиб занимает краевую западную часть Шу-Сарысуской депрессии и представляет собой крупную отрицательную структуру I порядка, северо-западного простирания. На юге и юго-востоке Кокпансорского прогиба через моноклиналь переходит в Бугуджильское поднятие и Найманский вал, которые разделяют Кокпансорский и Сузак-Байкадаский прогибы; на западе прогиб переходит в Аксумбинское поднятие и ограничена Иркудукским и Сарысуским разломами.

Под воздействием многократных и интенсивных тектонических движений, в Кокпансорском прогибе получили развитие деформационные структуры и разломные зоны, сформировавшие ловушки структурного, стратиграфического, литологического и комбинированного классов.

Перспективы газонефтеносности этого прогиба напрямую увязываются с средне-верхнепалеозойскими отложениями Шу-Сарысуской депрессии, где работами предыдущих лет установлена газоносность отложений нижней перми, нижнего карбона, подсолевого верхнего девона и нижнепалеозойского фундамента [3].

Важно отметить, что газовые месторождения Шу-Сарысуйской газоносной области можно отнести к месторождениям куполовидных и брахиантиклинальных поднятий, осложненных разрывами, часто встречаются сундучные и резко асимметричные формы.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно утверждать, что имеется серьезное обоснование для прогноза открытия залежей углеводородов, в ловушках неантиклинального типа в Кокпансорской впадине, где ожидается развитие литологически-экранированных и тектонически-экранированных ловушек УВ (рис.1) в предполагаемых зонах надвигов периферийных частей этой впадины (входящей в состав Шу-Сарысуйской

депрессии) и в зонах разломов, широко развитых вдоль Центрально-Бекпакдалинской и Тастинско-Таласской систем поднятий.

Интерпретация сейсмических данных МОГТ-3Д по Кокпансорской впадине выполнена с использованием программного обеспечения «GeoEast» и специальных модулей интерпретации сейсмических данных OpendTect, GeoFrame и LandMark.

Корреляция проведена по пяти отражающим горизонтам: Clsr-top – кровля отложений серпуховского яруса нижнего карбона; Clv3-top – кровля отложений верхнего визе; C2+3-top –

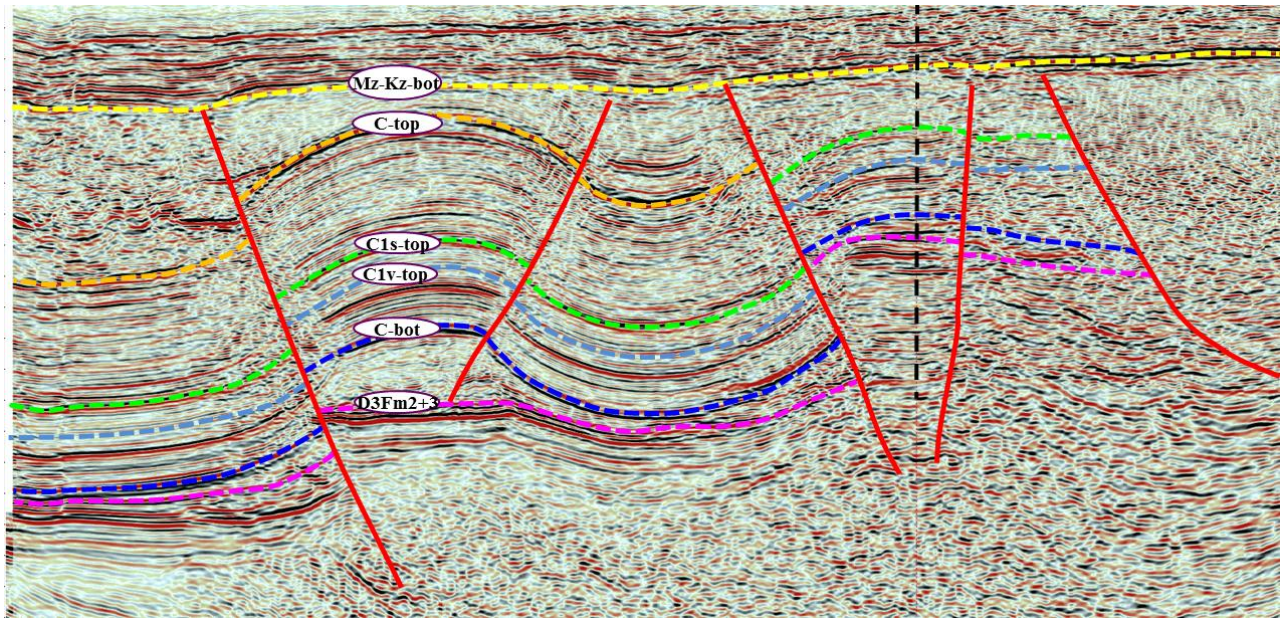


Рисунок 1 – Результат интерпретации сейсмических данных 3D с положением рекомендуемой скважины на сейсмическом профиле юго-западного простирания

кровля отложений среднего-верхнего карбона; D3-top – кровля девонских отложений; MzKz-bot – подошва отложений мезо-кайнозойской системы (Рис. 1).

Кроме того, определенные перспективы открытия скоплений углеводородов связываются также с переотложенными известняками сформировавшихся за счет размыва отложений турнейского и нижневизейского возрастов на склонах поднятий во внутренней части Кокпансорской впадины.

Касаясь методической стороны вопроса, обработка сейсмических материалов МОГТ-3Д свелась к выбору наиболее эффективных процедур преобразования сигнала, в том числе к повышению соотношений сигнал/помеха.

В условиях Кокпансорской впадины процедуры, направленные на повышение разрешенности (деконволюция и полосовая фильтрация) и прослеживаемости (коррекция статических и кинематических поправок), уточнение структурного изображения (временная миграция до суммирования) для обрабатываемой площади были применены эффективно и позволили решить поставленные геологические задачи по изучению и уточнению геологического строения объекта по отражающим горизонтам. Примененная методика сбора сейсмических данных позволила получить материал высокого разрешения.

На основании анализа вновь полученных сейсмических материалов 3D, данных геофизических исследований скважин, а также материалов бурения и испытаний скважин можно говорить, что по результатам структурной интерпретации сейсмических данных 3D и анализа пробуренных скважин:

- основными целевыми горизонтами Кокпансорской впадины являются обломочные породы верхнего девона и карбонатные отложения нижнего карбона, характеризующихся

благоприятными факторами для образования и консервации преимущественно газовых залежей;

- новые вероятные открытия следует связывать преимущественно со сложно-построенными подсолевым ловушками УВ. Решение таких задач на современном уровне возможно при условии проведения целенаправленных сейсмических исследований в модификации МОГТ – 3D при обязательном комплексировании с глубоким бурением.

Литературы:

1. У. Акчулаков. Новые перспективные направления геологоразведочных работ на нефть и газ в Республике Казахстан. /доклад/ г.Атырау, 03 сентября 2009 г.
2. М.С. Маемер, Г.А. Исмаилова. Нефтегазоносность Шу-Сарысуской впадины
3. Кунин Н.Я. Тектоника Среднесырдарьинской и Чу-Сарысуйской депрессий по геофизическим данным / Н.Я. Кунин. - М.: Недра, 1968. - 264 с.
4. Буш В.А. Палеозойско-триасовые нефтегазоносные бассейны молодых плит Евразии / В.А. Буш, Л.Г. Кирюхин. - М.: Недра, 1976. - 203 с.
5. Тектоническое развитие и перспективы нефтегазоносности Чу-Сарысуйской депрессии / А.Б. Ли, В.И. Власов, Х.Х. Парагульгов и др.- Алматы; Наука, 1982. – 160 с.
6. Месторождения нефти и газа Казахстана. Справочник / Э. С. Воцалевский, З.Е. Булекбаев, Б.А. Искужиев и др. – Алматы; Комитет геологии и охраны недр Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Казахстан, 1999. – 326 с.
7. Быкадоров В.А. Солянокупольные структуры Чу-Сарысуйской впадины (Центральный Казахстан) /электронный ресурс/

А.М. Амиргалий

3D сейсмобарлау және терең бұрғылау деректері бойынша Көкпансорлық ойпаттың орта-жоғарғы палеозой шөгінділерінің газ-мұнай төгілуінің перспективалары

Аннотация. Бұл жұмыста Шу-Сарысу депрессиясының құрамына кіретін Көкпансорлық ойпатта жүргізілген МОГТ-3D сейсмикалық барлау жұмыстарының нәтижелері қарастырылады. Жұмыс ауданы жағдайында рұқсат етілуін (деконволюция) және қадағалануын арттыруға (статикалық және кинематикалық түзетулерді түзету) бағытталған рәсімдер, құрылымдық бейнені нақтылау (көші-қон) объектінің геологиялық құрылысын шағылу горизонты бойынша зерттеу және нақтылау арқылы қойылған геологиялық міндеттерді тиімді шешуге мүмкіндік беретіні көрсетілді. Сейсмикалық мәліметтерді өңдеу мен интерпретациялаудың қолданылған әдістемесі жоғары көрсеткішті мәліметтерді алуға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: Шу-Сарысу шөгінді бассейні, Көкпансор ойпаты, МОГТ-3D сейсмобарлау, шағылу горизонты, құрылым, жарылым зонасы, тұтқыш.

A.M. Amirgaliy

Gas and Oil-bearing for Middle-Uppser Paleozoic sediments of Kokpansor depression based on seismic 3D and deep drilling data

Annotation. The following work considers the results of the CDP-3D seismic survey conducted in the Kokpansor depression, which is a part of Shu-Sarysu depression. It is shown that in the conditions of the area of work, the procedures aimed to improve the resolution (deconvolution) and traceability (static correction), clarifying the structural image (migration) made it possible to effectively solve the geological problems posed to study and refine the geological structure of the object along reflecting horizons. The applied method of processing and interpreting of seismic data yielded high-resolution material.

Key words: Shu-Sarysu sediment basin, Kokpansor depression, seismic prospecting CDP-3D, reflector, structure.

УДК 004.738.52

А.Е. Акжигитова, Е. М. Ахметов
Руководитель – Е. М. Ахметов, ассистент профессор, кандидат геол.-мин. наук.
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Республика Казахстан, г. Алматы, Сатпаева, 22 а
Институт геологии и нефтегазового дела имени К. Турысова
aiyazhka@inbox.ru

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Аннотация. *Была опробована с положительным результатом локальная сеть геофизического мониторинга для выявления и изучения процессов микрогеодинамики и деформационных процессов на глубине. По данным мониторинговых наблюдений сейсмического шума и электрического сопротивления подтверждена пространственно-временная связь изменений уровня сейсмического шума и электрического сопротивления в скальных породах, наиболее вероятно, обусловленных деформационными глубинными процессами.*

Ключевые слова: *Мониторинг, геофизические параметры, аномальные изменения, геолого-геофизический мониторинг, электрические сопротивления, сейсмические шумы, деформационные процессы.*

С целью прямого выявления и изучения деформационных процессов в грунтах вблизи зданий и сооружений разработан и испытан с положительным результатом деформограф тросикового типа. В результате оптимизации процедуры сглаживания атмогеохимического поля и применения алгоритма расчёта через возмущения концентраций на фоне естественного потока повышена разрешающая способность по изображениям изоповерхностей проницаемостей при расчётах относительной газопроницаемости по данным поверхностного атмогеохимического опробования. Для эмиссионной томографии адаптирована процедура фокусирующего преобразования волновых полей для получения трёхмерных изображений областей повышенной сейсмоакустической эмиссии, повышена скорость счёта и обеспечена возможность получения трёхмерной цифровой матрицы данных, приемлемых для визуализации программными пакетами.

В результате полевого изучения выявлены аномальные изменения в геоэлектрических характеристиках и газопроницаемости разреза по одному из профилей, предварительно проинтерпретированные как вызванные структурно-вещественными изменениями в разрезе.

В результате апробации усовершенствованных и разработанных алгоритмов расчёта трёхмерных изображений техногенных локальных областей сейсмоакустической эмиссии, зон трещиноватости и повышенной газопроницаемости, связанных с последствиями деструктивного действия ИГС показана их работоспособность.

По геофизическим данным получены сведения, которые необходимы как основа для разработки сетей геолого-геофизического мониторинга безопасности. В частности, изучены два типа физико-геологических разрезов на локальных участках, прилегающих непосредственно к технической зоне изучаемых объектов, сложенных, в одном случае, толщей гравийно-галечниковых отложений, перекрытых суглинками, в другом случае, гранитоидами, перекрытыми песчано-глинистыми породами.

Получены электрические и скоростные сейсмические характеристики этих разрезов до глубины 40 – 50 м, установлено блочное строение, выявлено положение ослабленных (аномальных) структур. По внешнему периметру технических зон обустроены профили и

пункты (с учётом результатов интерпретации геолого-геофизических данных) для проведения экспериментального мониторинга безопасности на двух объектах.

Исследованы возможности регистрации и использования аномальных эффектов, связанных с активизацией слабо проявленных геодинамических процессов - по частотным характеристикам микросейсмического шума, по приращению модуля магнитной индукции, по электрическому сопротивлению, по газопроницаемости, приведены примеры их использования на конкретных объектах.

Ряд закономерностей изменения этих параметров (годовых, сезонных), что необходимо для разделения их фоновых значений и аномальных, связанных с техногенными и природными динамическими воздействиями полностью изучены.

Заключение. Показана целесообразность комплексного использования геофизических и геохимических параметров и перспективность совместной регистрации электрического сопротивления, сейсмических шумов и газопроницаемости для отслеживания структурно-вещественные изменений в геологической среде, связанных с деформационными процессами на площадках размещения сооружений. Для обработки данных мониторинга и объёмного моделирования результатов разработаны и опробованы на практических данных алгоритмы и программы, показавших возможность их применения в задачах мониторинга безопасности.

Литературы:

1 Морозович Я.Р. Геологическая энциклопедия. Газопроницаемость: [Электронный ресурс] – Режим доступа свободный.

2 В.А. Шевнин, И.Н. Модин. / Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности. Москва 1999 год – 511 с.

3 Рыжов А.А Петрофизический подход к данным малоглубинной электроразведки / А.А. Рыжов (ВСЕГИНГЕО), В.А. Шевнин, Д.А. Квон (МГУ, Геологический ф-т) // Инженерная, угольная и рудная геофизика. – 2015. Современное состояние и перспективы развития. Сочи, 28.09-02.10.2015.

4 Сараев, А.К. Опыт изучения приливных вариаций кажущегося сопротивления в аудиочастотном диапазоне / А.К. Сараев и др. // Учёные записки СПбГУ, №349. - 2006.- Вопросы геофизики. Вып. 39.

5 Торгоев, И.А Мониторинг оползневых процессов в Кыргызстане: состояние и перспективы развития / И. А. Торгоев, Ю.Г. Алешин // Институт геомеханики и освоения недр Национальной Академии наук. Технологии гражданской безопасности т.10. С. 68-71, Бишкек 2013.

6 Таймазов, Д. Г. «Некоторые тектонофизические и аппаратурно-методические проблемы повышения эффективности геофизических измерений» ВАК РФ 25.00.10, Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых. Автореферат: [Электронный ресурс] - Режим доступа свободный: http:// www.dissers.info/abstract_141148.html.

А.Е. Акжигитова[1], Е. М. Ахметов[2]

Инженерлік-геологиялық мониторингтау үшін геодинамикалық параметрлер арқылы геологиялық құрылымдардың техногендік өзгерістерін зерттеу

Аңдатпа. Тереңдікте микрогеодинамикалық процестермен деформациялық процестерді зерттеу үшін геофизикалық мониторинг жергілікті желі оң нәтижелі сынамаланған. Мониторингтік бақылаулар сейсмикалық шу мен электрлік кедергі деректері бойынша тереңдікте деформациялық процестермен негізделген қатты тау жыныстарда сейсмикалық шу мен электрлік кедергі арасында кеңістіктегі-уақытша байланыс бақыланған.

Түйін сөздер: Мониторинг, геофизикалық параметрлер, аномаоиялық өзгерістер, геолого-геофизикалық мониторинг, электрлік кедергі, сейсмикалық шу, деформациялық процестер.

A.E. Akzhigitova[1], E. M. Akhmetov[2]

Study of technogenic changes of geological structures in geodynamic parameters for engineering-geological monitoring

Abstract. Was tested with a positive result, the local network of geophysical monitoring to identify and study the processes of microhemodynamic and deformation processes at depth. According to monitoring observations of seismic

noise and electrical resistance, the spatiotemporal relationship of changes in the level of seismic noise and electrical resistance in rocks, most likely due to deformation deep processes, is confirmed.
Keywords: Monitoring, geophysical parameters, abnormal changes of geological-geophysical monitoring, electrical resistance, seismic noise, deformation processes.

УДК 550.837.2

А. Акжигитова, И. Тургазинов, Г. Артуров
Научный руководитель - А.Е. Абетов, генеральный менеджер «Международного центра анализа и разработки месторождений», доктор геол.-минерал. наук, профессор
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева. 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22.
i.turgazinov@satbayev.university

НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОРАДИЛОКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. *Георадиолокационная съемка – это универсальный, инновационный и высоко технологичный геофизический метод, позволяющий решать задачи широкого спектра, в том числе инженерно-геологические, гидрогеологические, транспортные, в промышленном и гражданском строительстве, экологии, археологии, оборонной промышленности и т.д. При выполнении георадиолокационной съемки импульсный генератор с передающей антенной посылает сигнал в исследуемую среду широкополосные электромагнитные импульсы, а приемная антенна и блок управления регистрируют сигналы, отраженные от неоднородностей и объектов, расположенных в грунте и приповерхностном слое.*

По скорости отраженного сигнала и его амплитуде, можно судить о плотности среды и ее границах, по значениям диэлектрической проницаемости - о литологии и характере насыщения.

Ключевые слова: *Георадилокация, верхняя часть разреза, георадиолокационная съемка, георадар.*

Метод георадиолокационной съемки основан на явлении отражения электромагнитной волны от границ неоднородностей в изучаемой среде, на которых скачкообразно изменяются электрические свойства – электропроводность или диэлектрическая проницаемость [1].

Основной величиной, измеряемой при георадарных исследованиях, является время пробега электромагнитной волны от источника до отражающей границы и обратно до приемника (рис.1).. Поскольку скорость распространения электромагнитной волны в разных материалах различна и определяется величиной диэлектрической проницаемости материала, то, определив время пробега электромагнитной волны, и зная скорость её распространения в материале (или его диэлектрическую проницаемость), можно судить о толщине, литологии и степени водонасыщенности объектов исследований [2].

Принцип действия аппаратуры (георадара) радиолокационного зондирования основан на излучении наносекундных импульсов с метровым и дециметровым диапазоном длины электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства.

Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакты между сухими и влагонасыщенными грунтами (уровень грунтовых вод), между породами различного литологического состава, горной породой и материалом искусственного сооружения, мерзлыми и талыми грунтами, коренными и осадочными породами и т.д.

При этом необходимо отметить, что глубинность георадиолокационных исследований зависит от типа пород, слагающих приповерхностную часть разреза и в которых

электромагнитные импульсы затухают в разной степени. Если речь идет о глинистых прослоях, то они могут стать значительным ограничением для последующего проведения исследований с использованием современных георадаров. В условиях разных регионов максимальная достижимая глубинность метода может колебаться, иногда достигая 12-15 и более метров.

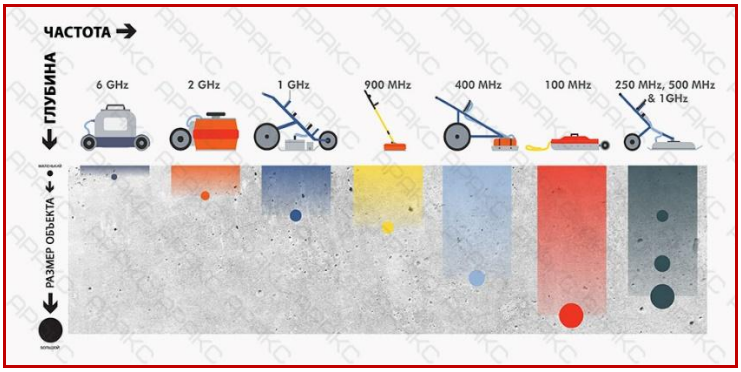


Рисунок 1 - Пример влияния антенного блока на глубину зондирования

В Казахстане данную технологию начали внедрять сравнительно недавно. Опыт её применения ограничивается гидротехническими сооружениями. Плотины Большого Алматинского озера, Капчагайский гидроэлектростанция, водохранилища в Уланском и Кокпектинском районе Восточно-Казахстанской области, накопители сточных вод и предприятия ТЭЦ-2 г. Алматы стали объектами, на которых выполнялись георадиолокационные исследования с целью оценки прочности и эксплуатационной надежности, фильтрационных потерь воды через трещины и пустоты, степени влияния технических вод на подземные воды и т.п. [4] .

В целом, говоря о перспективах и направлениях развития георадиолокационных исследований в Казахстане, представляется целесообразным и логически обоснованным следующее:

1. Выявление и картирование подземных и подводных коммуникаций и сооружений [3]. При этом решаются следующие задачи: а) идентификация подземных коммуникаций, включая бетонные коллекторы и трубы из пластика; б) нахождение мест протечек подземных коммуникаций; в) локализация пустот (рис. 2); г) мониторинг уровня грунтовых вод.

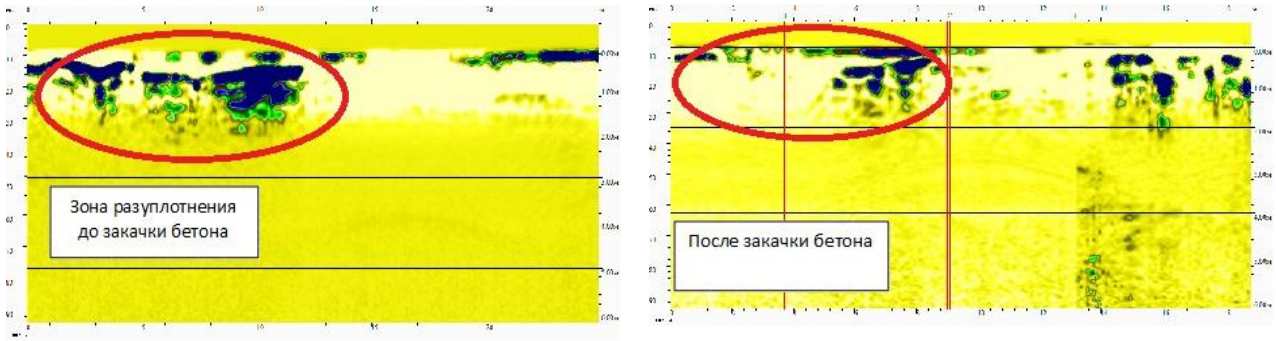


Рисунок 2 - Пример **контроля качества строительно-монтажных работ**

2. Выполнении предпроектных работы [3], в задачи которых входит: а) проведение обследования в рамках инженерно-геологических изысканий под строительство мостов и дорог; б) получения данных о процессах, создающих опасность для промышленных и гражданских объектов (карстообразование, суффозии и т.п.) даже на начальных стадиях для

своевременной оценки рисков и последующего их нивелирования (рис.3); в) определение уровня подземных вод; г) локализация заброшенных шахт, буровых скважин и подземных выработок; д) определение несущей способности грунтов.

3. Поиск и оценка запасов месторождений [3], при которых решаются следующие задачи: а) локализация и оконтуривание месторождений полезных ископаемых; б) идентификация и прослеживание литологических границ и стратиграфических несогласий (рис.4); в) выявление зон фациальных замещений рыхлых отложений; г) обнаружение зон трещиноватости и разрывов и т.п.; д) обнаружение карстовых зон (рисунок - 3).

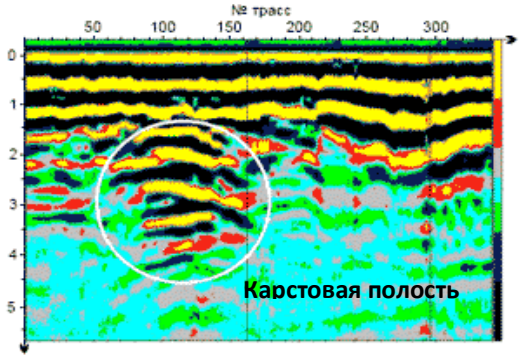


Рисунок 3 - Пример обнаружение карстовой полости в известняке под слоем суглинка

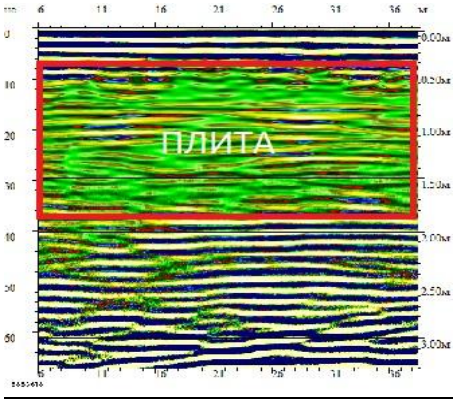


Рисунок 4 - Георадарная съемка позволила восстановить основные параметры фундамента строения: геометрию, мощность, качество фундаментного основания

4. Исследование состояния дорог и фундаментов. Мониторинг качества дорожного полотна, железнодорожных насыпей, взлётно-посадочных полос, включая состояние подстилающего грунта (рис. 4 и 5).

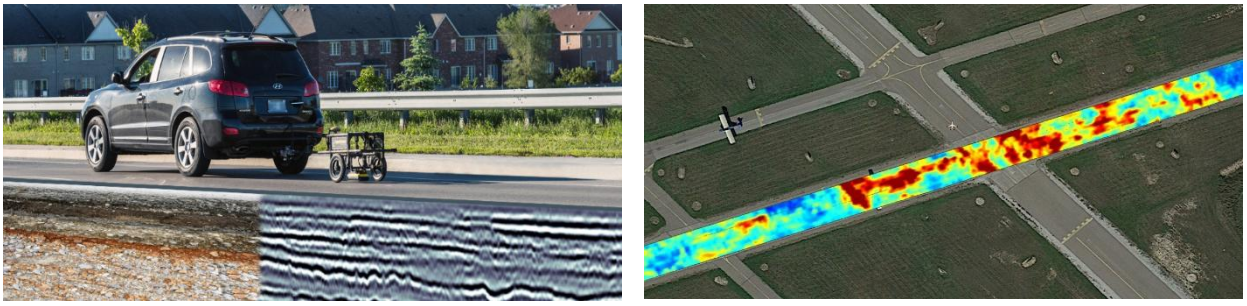
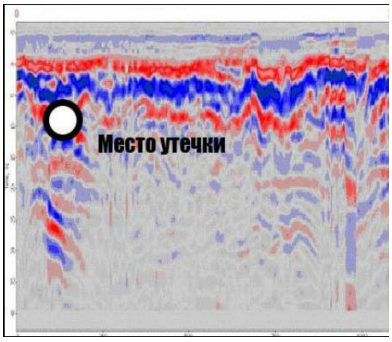


Рисунок 5 - Исследование состояния дорог

5. Обнаружение трещин и мест протечек. Георадары можно применять для обнаружения мест протечек подземных коммуникации и наземных объектов таких как дамбы. Такие исследования очень важны, так как позволяют вовремя обнаружить проблемы и предотвратить дальнейшее ухудшение состояния этих объектов (рис. 6).



а) б)

Рисунок 6 - Исследование а) подземные коммуникации; б) дамб

6. МЧС и Силовые структуры. Данную технология нашла широкое применение в МЧС и силовых структурах. МЧС используют ее для поиска и спасения людей под завалами или лавинами. Силовые структуры могут применять георадары с целью нахождения тайников с оружиями или других улик (рисунок -7).

Рисунок 7- Поиск людей под лавиной

7. Экология [3]. Георадарные съемки используют при: а) картировании нефтяных загрязнений почвы; б) определении мощности донных отложений; в) картирование погребных участков полигонов бытовых и промышленных отходов.

В заключении, на основании вышеизложенного, представляется возможным сделать следующие выводы:

1) Георадиолокационные исследования могут быть применены для целей картирование подземных подводных коммуникаций и сооружений; поиска и оценки запасов месторождений; исследования состояния дорог и фундаментов; обнаружения трещин и мест утечек; для поиска и спасение людей под завалами; картирование нефтяных загрязнении почв.

2) В Казахстане данная технология все еще не пользуется широким развитием и при определенных объективных предпосылках можно будет получить большой эффект от внедрения георадиолокационных исследований при решении инженерно-геологических и иных задач.

Литературы:

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадилокацию, Учебное пособие – М.: Издательство МГУ, 2004 г. с. 7.
2. Рекомендации по проведению георадиолокационного обследования объектов промышленного и гражданского строительства. ООО «Логические системы» г. Раменское 2008 г., с. 4.
3. http://www.georadargrot.com/rus/index
4. Отчет по работе ТОО «КАЗИНЖЭНЕРГО» в 2014-2018 гг.

А. Акжигитова, И. Тургазинов, Г. Артуров

Қазақстандағы георадилокациялық зерттеулердің даму бағыттары мен перспективалары

Аңдатпа. Георадиолокациялық түсіру – бұл әмбебап, инновациялық және технологиялық, геофизикалық әдіс, кең спектрлі міндеттерді шешуге мүмкіндік береді оның ішінде инженерлік-геологиялық, гидрогеологиялық, көліктік, өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс, экология, археология, қорғаныс өнеркәсібі және т. б. Георадиолокациялық түсіру кезінде таратқыш зерттелген ортаға кең жолақты электромагниттік сигнал жібереді, ал қабылдағыш жердің бетінде, үстіңгі қабатында орналасқан әртектілік ортадан және объектілерден шағылысқан сигналдарды тіркейді,. Шағылған сигнал жылдамдығы және оның амплитудасы бойынша қоршаған ортаның тығыздығы мен оның шекаралары туралы айтуға болады, диэлектриялық өтімділік мәндері бойынша - литология және қанығу сипаты туралы айтуға болады.

Түйін сөздер: Георадиолокация, кесіндінің жоғарғы бөлігі, георадиолокациялық түсіру, георадар.

A. Akzhigitova, I. Turgazinov, G. Arturov

Directions and prospects for the development of GPR studies in Kazakhstan

Abstract. GPR survey is a universal, innovative and technological geophysical method that allows solving a wide range of tasks, including geotechnical, hydrogeological, transportation, works in industrial and civil construction, ecology, archeology, defense industry, etc. While performing a GPR survey, the transmitter sends a signal to an inspected medium broadband electromagnetic pulses, and receiver records the signals reflected from inhomogeneities and objects located in the ground and in near-surface layer. By the speed of reflected signal and its amplitude, one can determine density of the medium and its boundaries, values of the dielectric permeability allow to lithology and nature of saturation.

Keywords: GPR, upper part of the section, GPR, georadar.

УДК 530.834

Н.А. Асирбек, Д.Ахаткызы, Н.И.Есполова

Научный руководитель – А.Ш. Шарапатов, ассоц.профессор, канд. геол-мин. наук
Республика Казахстан, г. Алматы, Сатпаева, 22 а
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
Институт геологии и нефтегазового дела имени К. Турысова
ahatkyzy.dana2000@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР МОЙЫНКУМСКОЙ ВПАДИНЫ

Аннотация. *Приведены и проанализированы газосодержащие структуры Моинкумской впадины по сейсмогеологическим данным. Проведен сравнительный анализ параметров продуктивных горизонтов.*

Ключевые слова: *газовое месторождение Амангельды, структура Анабай, структура Жаркум, отражающие горизонты.*

Задача: Выделение особенностей газоносных горизонтов Мойынкумского впадины по сейсмическим и глубиным параметрам на примере структур Анабай, Амангельды, Жаркум.

Решение. Изучаемые газоносные структуры находятся в Миштинской и Фурмановской мульдах в северо-западной части Мойынкумской впадины, которая является структурой

второго порядка Шу-Сарысусской депрессии, имеющая площадь около 30000 км^2. Она осложнена многочисленными геологическими структурами и исследователями рассматривается в рамках крупного блока, ограниченного разломами и флексурами по структурной поверхности каледонского фундамента, который в пределах впадина залегает на глубинах от 2500 м до 4300 м, плавно погружаясь с юга на север.

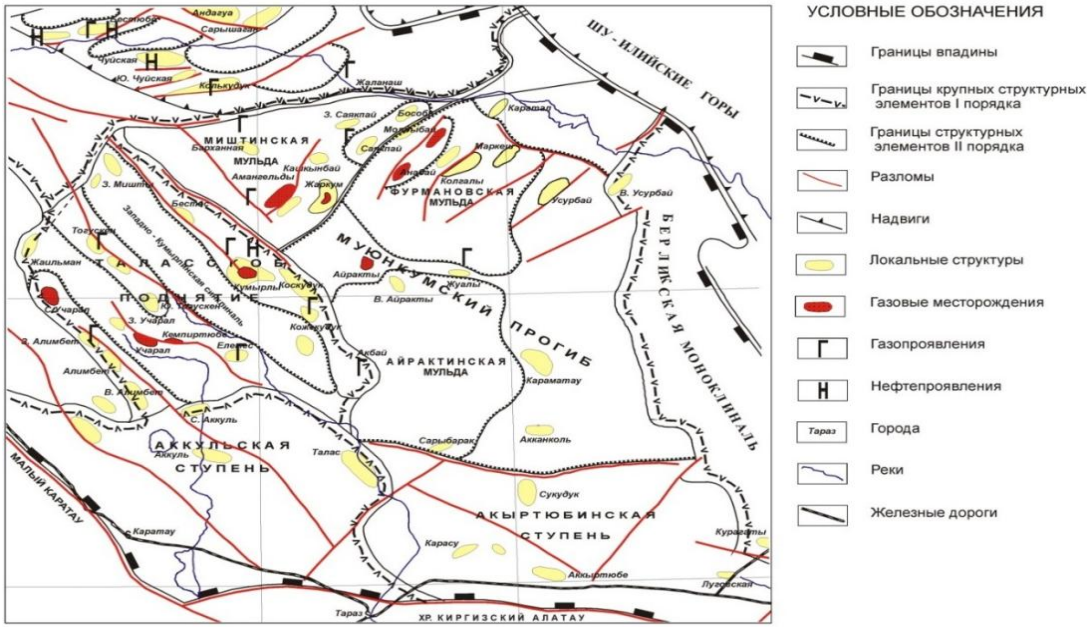


Рисунок 1 – Тектоническая схема юго-восточной части Шу-Сарысусский впадины (по данным Н.Г. Давыдова, 2005 г.)

Мощность средне-верхнедевонских отложений в пределах Мойынкумской впадины колеблется в диапазоне 0-805 м. Вскрытая мощность на структуре Амангельды составила 156 м (скв. № 1), на структуре Жаркум – 198 м (скв. № 1).

К северо-востоку наблюдается региональное увеличение мощности фаменских образований от первых сотен метров (334 м скв. 1, Малдыбай) до 800-1000 м в районе Нижне-Чуской зоны. На структуре Амангельды их толщина составляет 214 м (скв. № 1), на Жаркуме – 238 м (скв. № 1), на структуре Анабай – 217-276 м.

На структуре Амангельды толщина турнейских отложений достигает 321 м. Аргиллиты в нижней части являются экраном снизу для газовой залежи, находящейся в верхней части подъяруса. На Жаркуме турнейская толща порядка 250 м, на структуре Анабай от 283 м (скв. № 5) до 395 м (скв. № 6).

Общая толщина нижневизейских отложений в пределах месторождения Амангельды достигает от 80 до 95 м. На Жаркуме их мощность 82-89 м, на структуре Анабай – 91-109 м.

На площади Анабай к верхней части средневизейских отложений приурочена газовая залежь. На месторождении Амангельды аналогичные пласты содержат пластовые воды.

Общая мощность отложений среднего визе на структуре Анабай уменьшается на юго-запад от 221 до 186 м. На месторождении Амангельды они имеют толщину 145-170 м, на Жаркуме 148-165 м.

Подсолевая толща в основании представлена пачкой аргиллитов, выше которой залегает пачка с переслаиванием песчанников, аргиллитов, алевролитов. Толщина подсолевой перми на структуре Амангельды изменяется от 270 м до 410 м. Мощность нерасчлененной толщи пород среднего-врехнего карбона и подсоленосных отложений перми составляет на площади Жаркум 439 - 610 м, на площади Анабай – 1400 – 1700 м, увеличиваясь от сводов к крыльям структур.

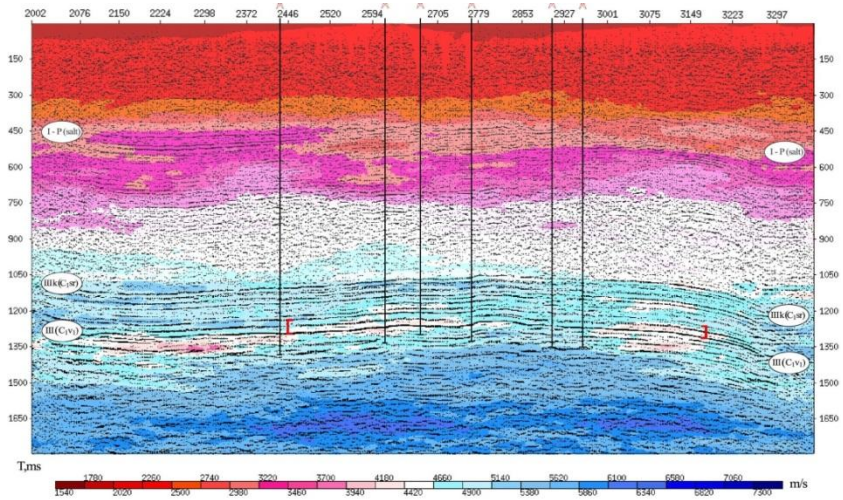


Рисунок 2 – Структура Амангельды. Глубинный динамический разрез по профилю 06.05.101

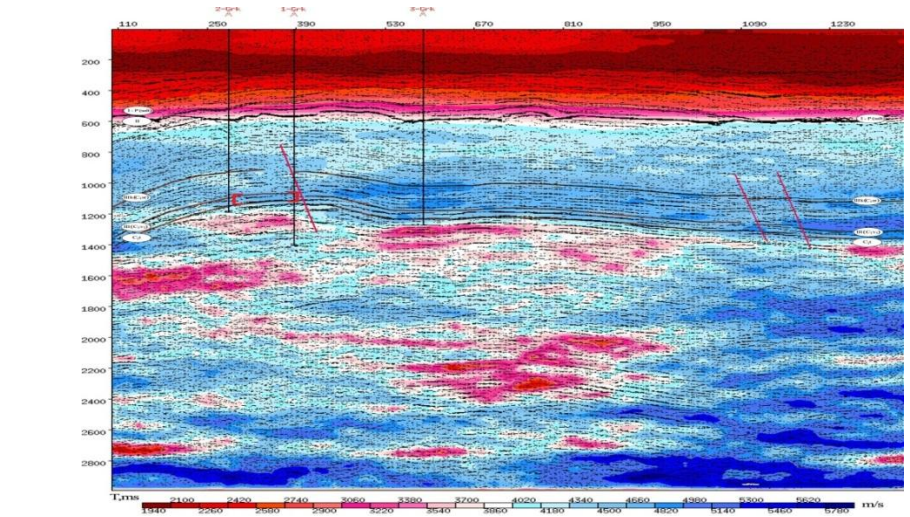


Рисунок 3 – Структура Жаркум. Глубинный динамический разрез по профилю 06.05.201

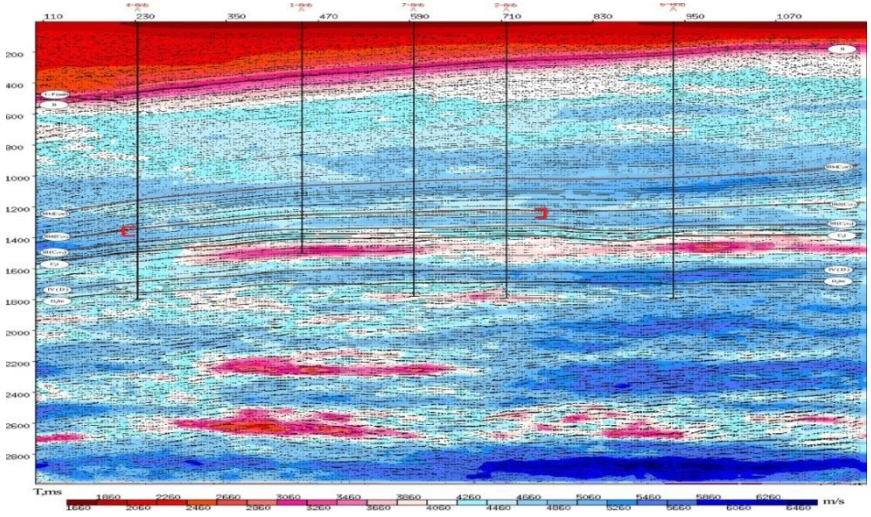
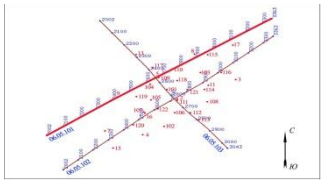
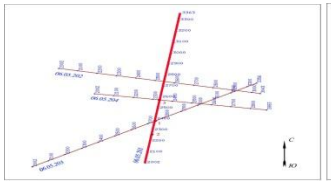


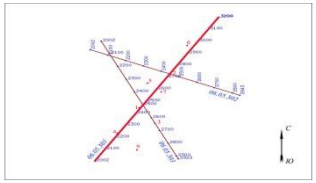
Рисунок 4 – Структура Анабай. Глубинный динамический разрез по профилю 06.05.301



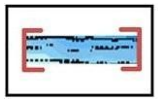
Структура Амангельды



Структура Жаркум



Структура Анабай



продуктивный инервал разреза

Рисунок 5 – Условные обозначения глубинных динамических разрезов

Стратиграфическая приуроченность газоносных коллекторов в Мойынкумской впадине изменяется в диапазонах: подсолевые отложения фамена (Анабай), турнейский ярус, нижневизейский подъярус, подсолевая толща нижней перми и межсолевая терригенная пачка соленосной толщи перми.

На месторождении Амангельды открыты залежи газа в отложениях верхнего турне, нижнего визе, серпуховского яруса и нижней перми (подсолевая толща

На структуре Жаркум по результатам газового каротажа повышенные газопоказания были отмечены в скв. 1 в интервалах 2463 - 2543 м, 1910-1920 м, 1658 – 1710 м, 1610-1614 м, 1570-1580 м. В скв. 2 – в интервалах 2070 - 2075 м, 1964-1991 м, 1905-1925 м, в скв. 3 – 1144-1192 м. В скв. 3 компонентный состав газа проб бурового раствора, отобранных в процессе бурения, не характерен газонасыщенному пласту.

При опробовании пластоиспытателем в скв. 1 из отложений нижнего карбона с интервала 1785-1954 м был получен приток горючего газа дебитом (визуально) 5-7 тыс.м^3/сут. С интервала 1832-2098м в тех же отложениях также получен приток горючего газа с визуальным дебитом 5 тыс.м^3/сут.

На территории исследований зона малых скоростей состоит из двух этажей: покровного и переходного. Покровные отложения характеризуются низкими скоростями распространения продольных волн (250-650 м/с), их мощность варьирует от 1 до 18 м и обусловлена, в основном, рельефом местности. Переходная толща имеет мощность 10-28 м и осредненная скорость продольных волн в этом интервале изменяется от 750 до 1000 м/с.

Для нижележащих (материнских) пород характерны скорости продольных волн порядка 1800-2600 м/с.

В современном плане центральная часть площади Амангельды наиболее оптимально соответствует комплексу литологических и гипсометрических особенностей, обуславливающих высокодебитность газовых залежей нижнего карбона. По схеме AVO-аномалий мы видим, что профиль 06.05.103 является связывающим профилем в данной месторождений Амангельды. Но так как информации по этому профилю нет, мы выбрали профиль 06.05.101 как основным.

По данному разрезу интервальных скоростей профиля 06.05.101 предполагаемый продуктивный (газоносный) интервал находится в нижнекарбонском слою (Визейский и Серпуховские ярусы). Скорость волн в этих слоях меняется с 3700-4020 м/с. Скорость относительно меньше, чем в других глубинах. По глубинно динамическому разрезу (рисунок 2) выявили глубину предполагаемых газоносных горизонтов.

Профиль 06.05.201 является связывающим профилем в данной месторождений Жаркум. Этот профиль является наиболее информативным, так как он просекает другие два профиля. По данному разрезу интервальных скоростей профиля 06.05.201 предполагаемый продуктивный (газоносный) интервал находится в нижнекарбонском слою (турне). Скорость волн в этих слоях меняется с 3220-3860 м/с. Скорость относительно меньше, чем в других глубина. По глубинно динамическому разрезу (рисунок 3) выявили глубину предполагаемых газоносных горизонтов.

По структурной карте мы видим, что профиль 06.05.301 является связывающим профилем в данномм месторождений Анабай. Этот профиль является наиболее информативным, так как он просекает другие два профиля. По данному разрезу интервальных скоростей профиля 06.05.301 предполагаемый продуктивный (газоносный) интервал находится между девонским и нижекарбонскими слоями. Скорость волн в этих слоях меняется с 3060-4060 м/с. Скорость относительно меньше, чем в других глубинах. По глубинно динамическому разрезу (рисунок 4) выявили глубину предполагаемых газоносных горизонтов.

Заключение. Результаты анализа сейсмических и пространственных параметров по глубинным, скоростным разрезам в комплексе с геологическими данными района показали, что изменения глубин и мощностей газоносных горизонтов в направлении юго-запад и северо-восток для структуры Амангельды – 15-30 м и 15 м, соответственно; для структуры

Жаркум – 16-23 м и 7 м; для структуры Анабай – 85-103 м и 18 м. В целом в исследуемом районе азимутальных закономерностей в изменении исследуемых параметров не наблюдаются (таблица 1).

Таблица - 1 – Сводные данные по газовым структурам

Структура		Амангельды	Жаркум	Анабай
Возраст пласта		(C_1v)	(C_1t)	(C_1t)
Глубина, м	юго-западная часть разреза	1231-1311 м	1085-1167 м	1304-1395 м
	северо-восточная часть разреза	1246-1341 м	1062-1151 м	1201-1310 м
Мощность, м	юго-западная часть разреза	80 м	82 м	91 м
	северо-восточная часть разреза	95 м	89 м	109 м
Интервальная скорость, м/с		3700-4020	3220-3860	3060-4060
Методы ГИС	ГК	↓	↓	↓
	НГК	↑	↑	↑
	КС	↑	↑	↑
	ПС	↓	↓	↓

Литературы:

1. Проект на «Сейсморазведочные исследования на месторождении Амангельды и площадях Анабай, Жаркум в Жамбыльской области». Фонды АО «Казахстанкаспийшельф», г. Астана, 2005.

2. Бондарев В. И., Сейсморазведка. – М.: УГГУ Екатеринбург, 2007. – 703 стр.

Н.Ә.Әсірбек, Д.Ахатқызы, Н.И. Есполова.

Мойынқұм ойпатының газды құрылымының сейсмикалық және кеңістіктік параметрлерінің салыстырмалы талдауы.

Аңдатпа. Сейсмологиялық деректер бойынша Мойынқұм ойпатының газды құрылымдары келтірілді және талданды. Өнімді горизонттар параметрлерінің салыстырмалы талдауы келтірілді.

Түйін сөздер: Амангелді газ кенорны,Анабай құрылымы, Жарқұм құрылымы, шағылыстырушы горизонттар, AVO-талдау.

N.A.Assirbek, D.Akhatkyzy, N.I.Yespolova.

Comparative analysis of seismic and spatial parameters of gas – bearing structures of the Moinkum depression.

Abstract. It includes the analysis of gassy structures Moiynkumskiy basin by seismic and geological data. The comparative analysis of parameters of productive horizonz is given.

Key words: gas field Amangeldi, structure Anabay, structure Garkum, reflecting horizons, AVO-analysis.

УДК 530.834

Асирбек Н.А., Канатулы М.

Научный руководитель – А.Ш. Шарапатов, ассоц.профессор, канд. геол-мин. наук

Республика Казахстан, г. Алматы, Сатпаева, 22 а

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,

Институт геологии и нефтегазового дела имени К. Турысова

nazeio@mail.ru

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ И МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИИ НА ЮЖНО-МАНГЫШЛАКСКОМ ОСАДОЧНОМ БАССЕЙНЕ

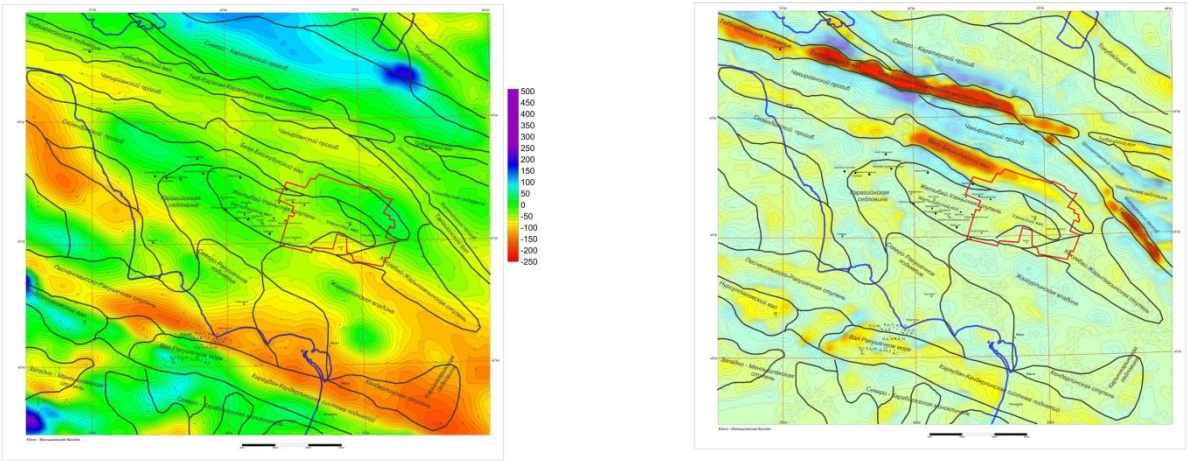
Аннотация. *Рассмотрены обобщенные геолоческие результаты с учетом новых представлении геофизических данных в оптимальных структурных условиях Южного Мангышлака.*

Ключевые слова: *Южный Мангышлак, геофизические поля, аномалии, магнитная воспримчивость, плотность.*

Гравитационное и магнитное поля района исследования обусловлены целым рядом факторов. Морфология гравитационных и магнитных аномалий указывает на то, что источники аномалий расположены на разных структурных этажах, поэтому, одной из основных задач, требующих решения при интерпретации, является задача разделение полей от разных источников по глубине.

Регионально-зональная, низкочастотная составляющая определяется структурно-тектоническими элементами регионального уровня, отвечающие им эффекты в гравитационном и магнитном полях имеют крупные размеры, как правило, незначительные горизонтальные градиенты. Нефтегазоносным структурам мела и юры соответствуют локальные гравитационные максимумы. Поиски и детальное изучение таких структур выполнялось с помощью сейсморазведки, но немалую роль в решении этой задачи сыграла и гравиразведка, контуры структур и гравиметрических аномалий практически совпадают.

В большей степени исследованы меловые, юрские и пермотриасовые образования, что связано с большей изученностью их бурением. Значительно слабее и фрагментарно изучены свойства образований нижнего структурного этажа, пород фундамента. Для этой части разреза плотностные и магнитные характеристики зачастую получают расчетным путем в процессе интерпретации гравитационных и магнитных аномалий (рисунок - 1).



А) Б)

Рисунок 1 - Аномалии Южно Мангышлакского осадочного бассеина: а) аномальное магнитное поле, б) локальные гравитационные аномалии

На основании анализа и обобщения фондовых и опубликованных материалов можно сделать следующие выводы относительно магнитной восприимчивости пород осадочного чехла Южного Мангышлака.

1-таблица. Магнитная восприимчивость пород осадочного чехла Южного Мангышлака:

Возраст	KZ-K-J	K-J-T-P	K-J	T-PZ_3	T-PZ_3
χ, 10^{-5} ед. СИ	0-2	1	16-18	25-30	80-190
тип породы	карбонатные	большинство пород	песчано-глинистые	алевролиты и глинистые	пачки песчано-глинистых пород

Опыт гравиметрических исследований Южного Мангышлака свидетельствует, что подавляющее большинство мезозойских нефтегазоносных структур отображаются локальными максимумами гравитационного поля, которые выделяются частотной фильтрацией или корреляционным методом разделения аномалий. Прогноз морфологии

структур по гравитационному полю позволяет получить полезную дополнительную информацию к данным сейсмических исследований.

Геологическая интерпретация гравитационного и магнитного полей Южного Мангышлака базируется на данных таблицы 2.

2-таблица. Магнитные и плотностные свойства пород для интерпретации гравитационного и магнитного полей:

Возраст	MZ	K_2	J_3	T_1	T-P
Эффективная плотность/плотность, г/см^3	0.12	2.35	2.45 до 2.65	2.62	0.25-0.35
χ, 10^{-5}ед. СИ	10-15	25-30	10-15	10-15	25-30

Антиклинальные структуры терригенных образований верхнего палеозоя способны создавать положительные гравитационные аномалии интенсивностью 1-3 мГал. Малоамплитудные структуры мезозоя создают положительные гравитационные аномалии интенсивностью 0.3-0.5 мГал.

В регионально-зональном плане в структуре гравитационного поля Южного Мангышлака с севера на юг выделяют следующие зоны и области. Линейными положительными аномалиями гравитационного поля отображаются Тюб-Караган-Каратауская мегантиклиналь, Беке-Башкудукский вал.

Прогибы выделяются участками отрицательных гравитационных аномалий. Линейно вытянутые аномальные зоны пониженных значений гравитационного поля картируют Северо-Каратауский прогиб, относящийся к самому южному структурному элементу Северо-Устюртской синеклизы; Шакырганский прогиб, отделяющий Тюб-Караган-Каратаускую мегантиклиналь от Беке-Башкудукского вала. Сегендыкский прогиб и Жазгургинская впадина отмечаются площадными отрицательными гравитационными аномалиями близкими к изометричным по своей геометрической форме. Жетыбай-Узеньская ступень в поле гравитационных аномалий отображается положительной гравитационной ступенью примыкающей своей северной частью к линейной положительной аномалии Беке-Башкудукского вала и южной частью - к гравитационному минимуму, соответствующему Жазгурлинской впадине. Максимальные положительные значения гравитационного поля наблюдаются за пределами южной границы Южно Мангышлакского бассейна и приурочены к Карабогазскому своду.

Локальные аномалии получены путем вычитания из исходных гравиметрических аномалий поля, пересчитанного в верхнее полупространство на высоту 5 км. В результате вычислений, удален низкочастотный фон, подчеркнуто влияние плотностных и структурных особенностей мезозойского комплекса.

Малоамплитудные структуры мезозоя создают положительные гравитационные аномалии интенсивностью 0.3-0.5 мГал.

Наглядное представление об основных элементах плотностной модели строения Южного Мангышлака дает схема положения особых точек Эйлера.

Особые точки поля соответствуют положению границ аномалиеобразующих тел, а также дают оценку их глубины. Скопления эйлеровых точек, их наибольшая плотность и группирование в упорядоченные линии трассируют контуры аномалиеобразующих объектов (рисунок- 2).

Расчеты на теоретических примерах показывают, что даже если эйлеровы точки не образуют плотных скоплений вблизи аномалиеобразующих тел, в окрестности последних плотность распределения решений оказывается наибольшей.

Границы структурно-тектонических элементов проведены по цепочкам, линейным скоплениям эйлеровых точек (рисунок - 3).

Оттрассированные по гравиметрическим данным границы в целом хорошо согласуются с имеющимися представлениями о структурно-тектоническом строении Южного Мангышлака (рисунок - 3).

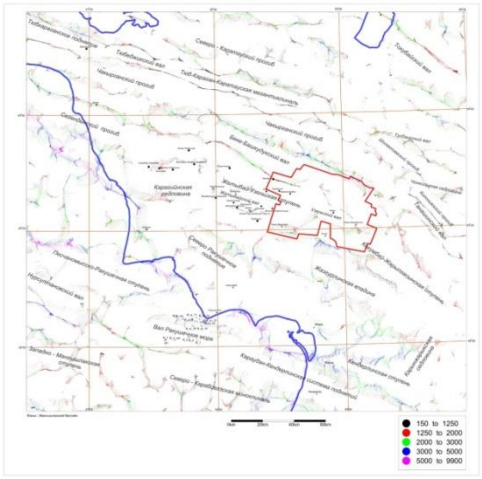


Рисунок 2 - Положение особых точек плотностной модели Южного Мангышлака, точки Эйлера

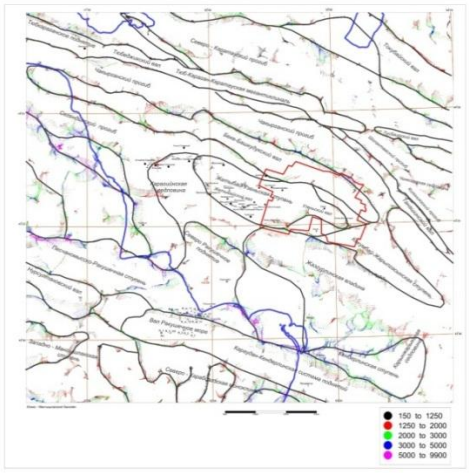


Рисунок 3 - Приведена схема районирования Южного Мангышлака на основе гравиметрических данных

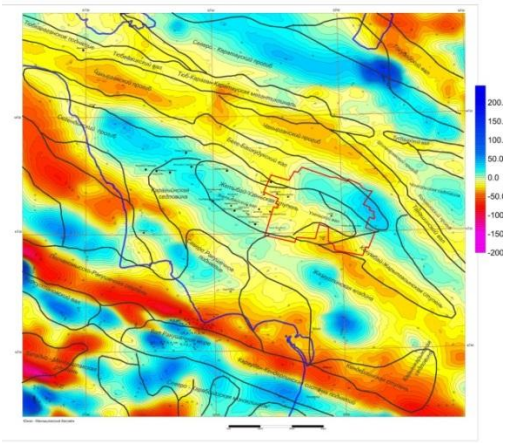


Рисунок 4 - Аномальное магнитное поле, локальная компонента

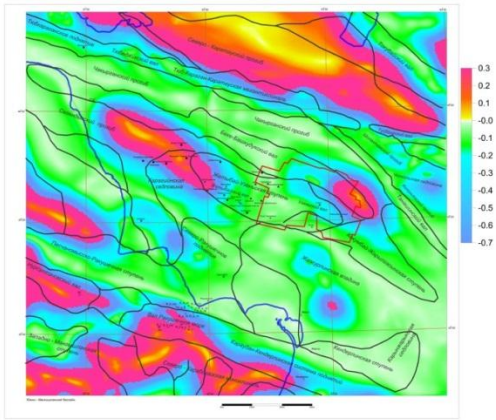


Рисунок 5 - Стандарт аномального магнитного поля Южного Мангышлака

Для разделения магнитного поля на составляющие и подчеркивания особенностей его структуры применялись методы трансформационного преобразования исходного поля.

Региональная, низкочастотная составляющая поля вычислена путем пересчета исходного поля (рисунок - 4) в верхнее полупространство на высоту 10 км, локальная компонента (рисунок-5) получена путем вычитания региональной составляющей из исходного аномального магнитного поля. В результате вычислений удален низкочастотный фон, подчеркнуто влияние локальных магнитных объектов в составе осадочного чехла и фундамента

Магнитные аномалии Южного Мангышлака имеют линейную геометрическую форму, оси аномалий вытянуты в северо-западном направлении на десятки-сотни километров, при ширине 20-70 км. Интенсивность аномалий не высока, обычно не превышает 50 нТл. Тесная связь природы магнитных аномалий Южного Мангышлака с дислокациями, столь широко проявленными в пределах Днепрово-Донецко-СевероУстюртской области, сомнений не вызывает.

В магнитном поле уверенно прослеживаются структурно-тектонические элементы регионального и зонального уровней: северная и южная границы Южно-Мангышлакского

осадочного бассейна, положение Центрально-Мангышлакской антеклизы, Сегендыкский прогиб и Жазгурлинская впадина, осложняющие их седловины и ступени.

Магнитное поле Южного Мангышлака в целом характеризуется пониженным уровнем, на фоне которого аномалиями положительного знака выделяются Северо-Каратауский прогиб (до +150 нТл), Сегендыкский прогиб и Жазгурлинская впадина (до +50 нТл). Центрально-Мангышлакская антеклиза в магнитном поле проявляется единой линейно вытянутой зоной отрицательных аномалий магнитного поля интенсивностью (до-50 нТл). При этом Тюб-Караган-Каратауский мегавал и Беке-Башкудукский вал самостоятельного отображения в магнитном поле не находят, располагаются в зонах повышенных градиентов ограничивающих с севера и юга линейную зону минимальных значений магнитного поля. Осевая линия зоны отрицательных магнитных аномалий пространственно совпадает с осевой линией Шагырганского прогиба. В своей восточной части зона отрицательных магнитных аномалий затухает и распадается на два линеамента, северный линеамент является юго-восточным продолжением Тюб-Каратауской мегантиклинали и пространственно совпадает с осевой линией Тусбаирского вала. Южный линеамент-юг-юго-восточное продолжение Беке-Башкудукского вала в плане совпадает с Танашинским валом.

Жетыбай-Узеньская ступень (ее центрально-восточная часть) отмечается областью относительно пониженных значений магнитного поля (до-20нТл), расположенной на северном продолжении относительно интенсивной отрицательной аномалии, пространственно тяготеющей к Кокумбай-Жарылгасынской ступени.

В южной части площади в магнитном поле выделяется линейная зона интенсивных отрицательных аномалий, простирающаяся в запад-северо-западном направлении на расстояние более 300 км. Южная бортовая часть аномальной зоны пространственно увязывается с линией Аксу-Кендерлинского разлома-трансрегионального сдвига, отделяющего Южно-Мангышлакско-Устюртскую систему прогибов и поднятий от Среднекаспийско-Карабогазской системы поднятий. По оценкам ряда специалистов (Леонов Ю.Г., Волож Ю.А. и др.) амплитуда горизонтального перемещения по Аксу-Кендерлинскому сдвигу составляет около 200 км, а наиболее вероятное время его заложения-ранняя юра. К югу от Аксу-Кендерлинского разлома уже в пределах Карабогазского блока характер магнитного поля принципиально иной по отношению к Южно-Мангышлакскому осадочному бассейну. Осевая линия поднятий Нурсултан- Ракушечное море, Караудан-Кендерли отмечается локальными положительными относительно интенсивными аномалиями магнитного поля. Южнее, мозаичным рисунком разнополярных магнитных аномалий интенсивностью 70-100 нТл и более отображается Карабогазско-Среднекаспийская система поднятий. Ориентировка осей аномалий хаотичная, хотя вдоль линии Аксу-Кендерлинского сдвига преимущественно северо-западная, подчиненная простиранию трансрегионального разлома, далее к югу отмечаются субмеридиональные ориентировки осей, возможно связанные с оперяющими разломами второго порядка. Подобный характер мозаичного поля наблюдается и на акватории Северного Каспия в южной внутренней краевой части Прикаспийской впадины, с тем лишь отличием, что, судя по величине горизонтальных градиентов, глубина верхних кромок аномалиеобразующих объектов на юге Прикаспийской впадины ожидается большей, чем в районе Среднекаспийско-Карабогазской системы поднятий.

В результате геофизических методов и распределение аномалий получены новые данные расположенных магнитных и гравиметрических обьектов, увязанных с этими аномалиями, перспективных локальных структур и обьектов, проведен анализ и ранжирование локальных обьектов, уточнения фонда структур.

Литературы:

1. Отчет ТОО Optimum, Рабинович А.А., 2008 г.

2. Отчет по комплексному изучению осадочных бассейнов Республики Казахстан в хронологическом порядке и попланшетно, Акчулаков У.А. и другие, 2013 г.

Н.Ә. Әсірбек, М. Қанатұлы

Оңтүстік-Маңғышлақ шөгінді бассейіндегі гравиметриялық және магнитометриялық зерттеулердің геологиялық нәтижелері

Аңдатпа. Оңтүстік – Маңғышлақтың оңтайлы құрылымдық жағдайларында геофизикалық деректерді жаңа ұсынуды ескере отырып, жинақталған геологиялық нәтижелерді қарау.

Түйін сөздер: Оңтүстік Маңғышлақ, геофизикалық өрістер, аномалия, магниттік сезімталдық, тығыздық.

N.A. Assirbek, M. Kanatuly

Geological results of gravimetric and magnetometric studies in the South Mangyshlak sedimentary basin

Abstract. Consideration of generalized geological results taking into account the new representation of geophysical data in the optimal structural conditions of the South – Mangyshlak.

Key words: Southern Mangyshlak, geophysical fields, anomaly, magnetic susceptibility, density.

УДК 550.832:550.822.3

К. Базархан, Г.А. Қожай, А. Шарапатов

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева 22

bkurmangali@gmail.com

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВНК, ГНК В ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРО-БУЗАЧИНСКОЙ СТРУКТУРЫ

Аннотация. *В данной работе освещено результаты исследования водонефтяного (ВНК), газонефтяного (ГНК) контактов по данным геофизических исследований скважин. Также проанализированы коэффициенты пористости, нефтенасыщенности по месторождению. Использовались как данные каротажа, так и керна. Обоснование положения контактов газ-нефть-вода производилось в объеме горизонтов, установленных в работе, которые выделены как парациклы, относящиеся к одному периоду в истории осадконакопления и содержащие самостоятельную залежь УВ.*

Ключевые слова: *месторождение, нефть, ГНК, ВНК, геофизические исследование скважин, пористость, нефтенасыщенность.*

Задача. Изучение и обоснование возможностей методов каротажа в выделении ГНК, ВНК и определении петрофизических параметров пластов в газонефтяных месторождениях Устюрта. Объект исследования приурочен к Бузачинскому мегасводу и находится на Северо-Бузачинсоком поднятии; относится к пластово-сводовым, литологически-, тектонически-, стратиграфически- экранированным.

Решение. Комплекс ГИС выполнялся по стволу скважин и включал следующие виды исследований: замер кажущегося электрического сопротивления (КС) кровельным и подошвенным градиент-зондами (A2M0.5N, N0.5M2A), метод естественных потенциалов (ПС), кавернометрию (КВ), термометрию и инклинометрию. Также по стволу скважин выполнен радиоактивный каротаж (ГК, НГК) (рисунок 1).

В интервале продуктивных отложений помимо стандартного комплекса исследований проводился детальный комплекс ГИС в масштабе глубин 1:200. Комплекс детальных исследований включал следующие виды каротажа: боковое каротажное зондирование (БКЗ) шестью градиент-зондами; боковой каротаж (БК); боковой микрокаротаж (БМК); микрозондирование (МКЗ); индукционный каротаж (ИК); микрокавернометрию (МКВ); радиоактивный каротаж, включающий метод естественной радиоактивности (ГК), нейтронный гамма-каротаж (НГК), в ряде скважин выполнялся акустический каротаж (АК).

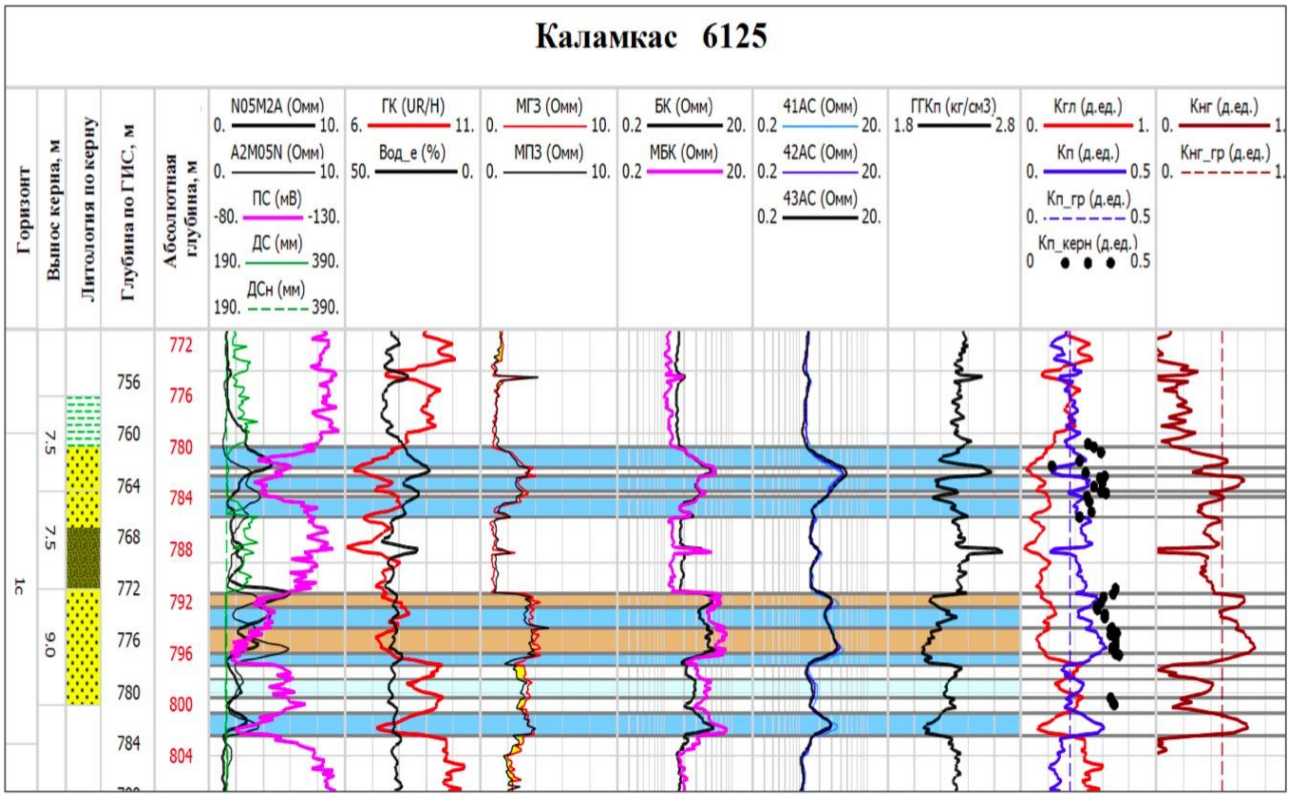


Рисунок 1 – Геолого-геофизическая характеристика разреза

Коллекторы терригенных отложений представлены полимиктовыми песками, песчаниками и алевролитами в различной степени глинистыми. Помимо коллекторов и глинистых пластов в разрезе встречаются пласты, имеющие по радиоактивным методам характеристику свойственную коллекторам и удельные электрические сопротивления, соответствующие вмещающим породам, такие пласты по керну представлены хлидолитами (не отсортированные песчано-алевролито-глинистые породы).

Выделение коллекторов в терригенном разрезе проводилось по общепринятым критериям для терригенного разреза, с использованием кривых радиоактивного каротажа (РК), кавернометрии, БК, ИК, БМК по следующим признакам: пониженные значения естественной гамма-активности; показания нейтронных методов (НК) в коллекторах находятся на уровне и чуть выше значений во вмещающих породах; наличие аномалии на диаграммах БК, ИК относительно вмещающих пород; наличие радиального градиента сопротивления на диаграммах электрических методов с различным радиусом исследования; повышение значений интервального времени относительно глин; уменьшение плотности по данным плотностного каротажа.

Газонасыщенные коллекторы помимо перечисленных выше признаков из-за влияния газа имеют более ярко выраженные: высокие и аномально высокие показания на кривых НК, завышенные значения интервального времени (dT) и снижение плотности пород по плотностному каротажу.

Первоначальное положение ВНК, ГВК и ГНК устанавливается комплексом промыслово-геофизических методов: в необсаженных скважинах – главным образом методами сопротивления, реже методами радиометрии, в обсаженных скважинах – в основном методами радиометрии и отчасти термометрии.

Водонефтяной контакт в необсаженных скважинах определяется следующими способами: 1) по показаниям КС градиент-зондов и потенциал-зондов достаточно большого размера; 2) по кривым КС, микрозондов; 3) по кривым $\sigma_{эф}$ индукционного метода.

Газонефтяной контакт в обсаженных и необсаженных скважинах может быть определен следующими способами: 1) по наличию положительных приращений показаний на кривых

НГМ или ННМ; 2) по величинам времени жизни тепловых нейтронов в газоносной и нефтеносной частях пласта по данным геохимических методов исследования скважин, термометрии скважин.

Эффективные толщины определены путём вычитания из общей толщины коллектора плотных, углистых и глинистых прослоев, которые отмечаются на диаграммах БМК, МКЗ, АК, ГК и ННК (НГК).

Учитывая данные опробования, эксплуатации скважин и материалы ГИС определялось положение ГНК, ВНК по каждой залежи в пределах выделенных тектонических блоков. В дальнейшем, флюидные разделы наносились на структурные карты.

Кривые капиллярного давления, полученные в Corelab и представленные на рисунке 2, отражают закономерные изменения водонасыщенности продуктивных коллекторов на различных гипсометрических уровнях над ВНК – вплоть до чисто нефтяных зон залежей. Возрастание капиллярного давления на 1 кгс/см^2 приходится в терригенных полимиктовых породах на каждые 9-10 м (в высокопроницаемых разностях – меньше). В итоге толщины переходных водонефтяных зон достигают 40-50 м над уровнем ВНК, т. е. нулевого капиллярного давления.

В зоне водонефтяного контакта за счет процессов окисления при контакте с пластовой водой наблюдаются повышенные значения плотности и вязкости пластовой нефти, меньшие значения давления насыщения и газосодержания.

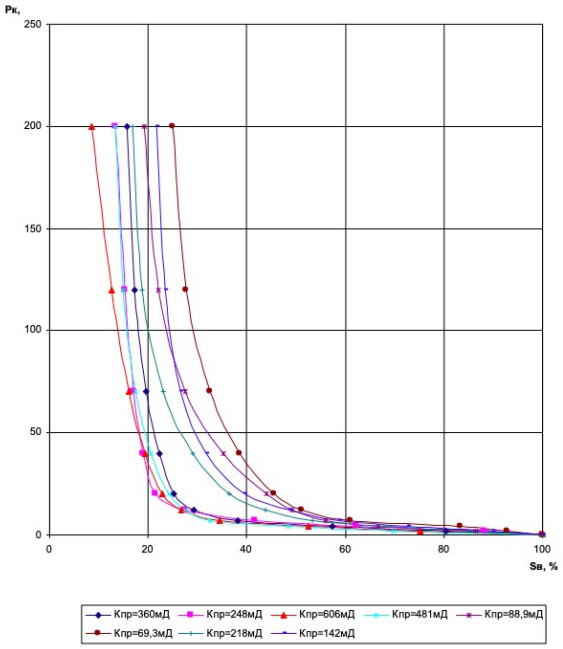


Рисунок 2 – Кривые капиллярного давления в продуктивных коллекторах месторождения

Наименьшие значения плотности нефти, вязкости, молекулярного веса наблюдаются в скважинах, находящихся в сводовой части в газонефтяной зоне. По мере удаления от свода и приближения к ВНК отмечается увеличение плотности и других параметров, уменьшается выход легкокипящих фракций. Наиболее ухудшенными вязкостно-плотностными характеристиками обладают нефти водонефтяных зон периклинальных участков. Таким образом, с увеличением глубины залегания ухудшается вязкостно-плотностная характеристика нефти.

Принятые в работе в 1979 г. положения водонефтяных и газонефтяных контактов не претерпели существенных изменений, хотя изучению этого вопроса уделялось большое внимание в связи с изменением представления о строении залежей. Положение ВНК и ГНК осталось на тех же отметках, только произошло перераспределение пластовых резервуаров внутри продуктивной толщи.

Коэффициент пористости. Емкостные свойства поровых, каверново-трещинных коллекторов определялись двумя методами: по данным ГИС и по результатам анализов керна. По данным промысловой геофизики коэффициент открытой пористости рассчитывался по скважинам, в пределах залежей, в границах горизонтов как средневзвешенное значение по эффективной нефтенасыщенной толщине отдельных пластов-коллекторов. Вблизи исследуемой скважины равен 0,28.

Расхождения между средними значениями открытой пористости, определенными по керну и по ГИС не превышают 8-11 %, а по ряду горизонтов совпадают полностью.

При хорошей сходимости результатов для подсчета запасов была принята величина, определенная по ГИС. Данный метод определения более корректен, так как определения по ГИС имеются практически во всех скважинах и дают осредненное значение, как для всей залежи, так и для любого подсчетного элемента, а анализы керна характеризуют отдельные небольшие интервалы пласта.

Коэффициент нефтенасыщенности и газонасыщенности. По данным ГИС коэффициент нефтенасыщенности рассчитывался по скважинам, в границах горизонтов как средневзвешенное значение по эффективной нефтенасыщенной толщине отдельных пластов-коллекторов. Вблизи исследуемой скважины он равен 0,71.

Вывод. Применяемая методика комплексного использования данных опробования и материалов ГИС позволяют с достаточной достоверностью определить положения ГНК, ВНК по каждой залежи в пределах выделенных тектонических блоков.

Литературы:

1. Пересчет начальных запасов нефти, газа и попутных компонентов юрской продуктивной толщи месторождения Каламкас, Актау, 2007 г.

2. Кошмин В.Г. и др. Анализ разработки месторождения Каламкас, Отчет по договору №661, г. Актау, ОАО КазНИПИмунайгаз, 2004 г.

3. Амирханов А.Б., Клубова Т.Т., Виноградова К.В и др. Глинистые минералы юрских продуктивных горизонтов Ю-С месторождения Каламкас и их влияние на емкостно-фильтрационные свойства коллекторов (на примере северо-западной части месторождения), г. Актау, 2001 г.

К. Базархан, Г.А. Қожай, Ә. Шарапатов

Солтүстік Бозашы құрылымының терригенді шөгінділердегі су-мұнай және газ-мұнай жапсарларының геофизикалық сипаттаматамасы

Аңдатпа. Бұл жұмыс ұнғымаларды геофизикалық зерттеулер мәліметтері бойынша су-мұнай және газ-мұнай жапсарларын анықтау нәтижелеріне арналған. Каротаж және керн көмегімен кенорынның ккеуектілік коэфициентті, мұнайқанықтылығы келтірілген. Газ-мұнай-су жапсарларының орналасуы горизонт көлемінде негізделген. Олар шөгінді түзілудің бір кезеңіне жататын көмірсутектердің дербес резервуарлары - парациклдар ретінде танылды.

Түйін сөздер: кенорын, мұнай, су-мұнай, газ-мұнай жапсарлары, ұнғымаларды геофизикалық зерттеулер, кеуектілік, мұнайқанықтылық.

K. Bazarkhan, G. Kozhay, A. Sharapatov

Geophysical characteristics of OWC and GOC in terrigenous rocks of the North-Buzachi Structure

Abstract. This paper covers the study of water-oil contact (OWC), gas-oil contact (GOC) according to well logging data. Porosity coefficients were also analyzed, and the oil saturation of the field used both logging data and core data. The substantiation of position of the gas-oil-water contacts was made in the volume of the horizons established in the work, which are selected as paracycles, belonging to the same period in the history of sedimentation and containing an independent hydrocarbon deposit.

Keywords: field, oil, OWC, GOC, well logging, porosity, oil saturation.

УДК 550.3:551.2(574)

Д.А. Дуйсенова, А.Д. Телагисов
Научный руководитель: тьютор кафедры геофизики З.Н. Аблесенова
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Республика Казахстан, г. Алматы, Сатпаева, 22 а
Институт геологии и нефтегазового дела имени К. Турысова
d.askhatovna@mail.ru

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. *Изложена методика комплексной интерпретации геофизических данных, которая позволила построить глубинные опорные разрезы Юга Казахстана. Интерпретация физических моделей – плотностной, магнитной, структурно-скоростной, геоэлектрической, позволили выявить неоднородности строения земной коры и верхней мантии, необходимых для регионального прогноза полезных ископаемых.*

Ключевые слова: *Глубинное строение, геофизические методы, качественная интерпретация, количественная интерпретация.*

Изучение глубинного геологического строения, очень важно для прогнозирования месторождений полезных ископаемых и не возможно без построения глубинных разрезов, составленных на основе современных геофизических данных.

Ведущим при построение глубинного геологического разреза является комплексная геолого-геофизическая интерпретация, основанная на опорных сейсмических профилях, пересчитанных в плотностные разрезы и скорректированные с фактически наблюденными грави- и магнито- и электрометрическими данными на основе решения прямых и обратных задач с использованием современных компьютерных технологий [1].

Каждый из применяемых в настоящее время геофизических методов имеет свои достоинства и недостатки, технические и методические ограничения.

Сейсморазведка дает основную информацию о строении земной коры и верхней мантии. По ее данным выделяются в основном горизонтальные границы. Реальное представление о положении структурно-геологических границ в разрезе земной коры дает лишь сейсмический метод отраженных волн. При реконструкции глубинных структур, отображенных на геолого-геофизических разрезах, в пределах земной коры за основу принимаются данные МОВЗ-ГСЗ, увязанные с основными параметрами гравитационного, магнитного и электрического полей в плоскости разреза, а в верхней мантии – материалы магнитотеллурического зондирования (МТЗ).

Гравиметрия более чувствительна к блоковой неоднородности коры, но мало приспособлена для выявления протяженных субгоризонтальных границ раздела. Т.е. важной особенностью гравиразведки является то, что она не может исследовать гладкие горизонтальные и субгоризонтальные границы раздела сред и наиболее эффективна при изучении локальных тел (отдельные массивы, линзы, дайки и т. п.), вертикальных и субвертикальных границ.

Магнитометрия применяется в основном для выделения неглубоких блоков земной коры и верхней части литосферы с субвертикальными границами и ее глубинность ограничена температурой Кюри магнитоактивных минералов, т.е. заведомо не превышает 100 км. Исследования глубинной электропроводности Земли, основанные на использовании естественных источников геоэлектромагнитных вариаций, применялись в работе в модификации магнитотеллурического (МТЗ) и магнитовариационного (МВЗ) зондированиях [2].

Для получения достоверных результатов о глубинном строении необходимо использовать всю имеющуюся геофизическую информацию, применять в комплексе данные обо всех изучаемых в настоящее время геофизических полях, с широким привлечением всех геологических данных.

Юг Казахстана в целом характеризуется высокой степенью геофизической изученности этими методами, поэтому глубинные построения в достаточной мере обеспечены геофизическими материалами [3].

Территория Казахстана полностью охвачена кондиционной гравиметрической съемкой разного масштаба. Построенные гравиметрические карты Казахстана отличаются высоким качеством. Карты наблюденного поля сопровождаются картами трансформаций гравитационного поля: региональной составляющей (20 и 10 км в верхнее полупространство), локальной составляющей (высокочастотная полосовая фильтрация, узкополосный фильтр и фильтр средней ширины), и вертикальной и горизонтальной производной аномалии Буге. Сечение изоаномал проведены через 2, 1 и 0,5 мГл (Рисунок 1) [2].

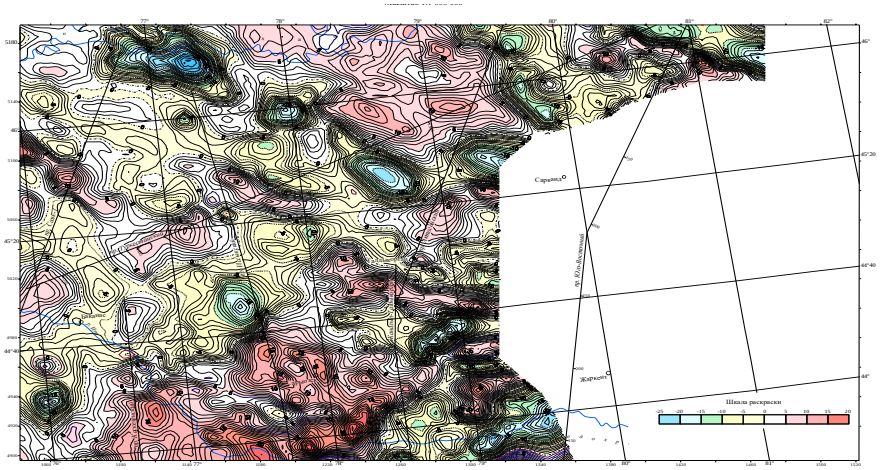


Рисунок 1 - Карта локальных гравитационных аномалий Юго-Востока Казахстана (А.Т.Урдабаев, 1989-1992)

При изучении глубинного строения Южного Прибалхашья использованы карты аномальных магнитных полей масштаба 1:500 000 - 1:200 000, составленные производственными подразделениями по материалам высокоточных аэромагнитных и наземных съемок (Рисунок 2). Измеренное магнитное поле отражает на поверхности Земли различные глубинные источники. Карты наблюденного магнитного поля дали информацию о вещественном составе структур, формировавшихся в различных геодинамических обстановках и использовались для уточнения границ их распространения.

Базовыми для изучения глубинного строения явились материалы сейсмометрии. Юг Казахстана охвачен густой сетью сейсморазведочных профилей, освещающих структуры земной коры и границу верхней мантии. При изучении глубинного строения использованы материалы глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ, МОВЗ-ГСЗ), результаты которых представлены в виде сейсмических разрезов, характеризующиеся достаточно полной и надежной информацией о среде: изолиниями скоростей, отражающими и преломляющими границами, областями развития слоев пониженной и повышенных скоростей, средними значениями параметров затухания, коэффициентов Пуассона и др. (Рисунок 3).

Для изучения геологических объектов и выявления геологической природы геофизических аномалий производилась их качественная и количественная интерпретация. Главной целью интерпретации была увязка глубинных горизонтов, выявленных данными сейсмометрии и аномальных тел, выявленных грави- и магнитометрией со структурами, откартированными на дневной поверхности.

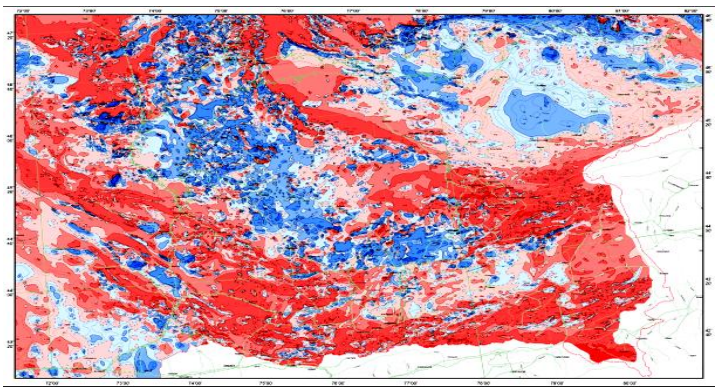


Рисунок 2 - Карта аномального магнитного поля Юго-Востока Казахстана (Ужкенов Б.С., Нусипов Е.Н., Игнатюк О.В. 2001)

В качестве исходных материалов использовались карты гравитационного и магнитных полей, сейсмологические разрезы, геологические карты, данные физических свойств пород, разрезы по скважинам. При выборе расчетных профилей через аномалии по нескольким сечениям строились графики Δg, Vxz, ΔT, ΔZ (Рисунок 4а).

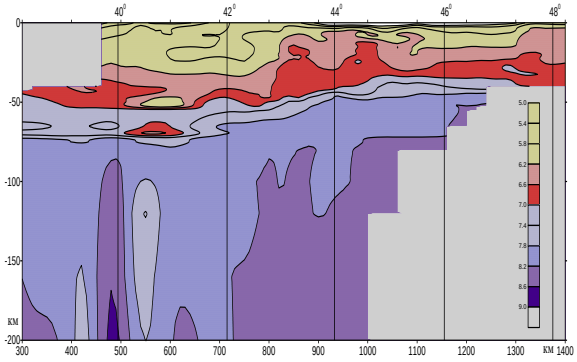
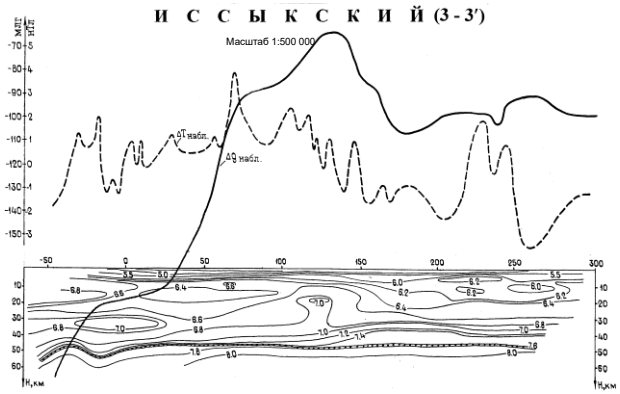


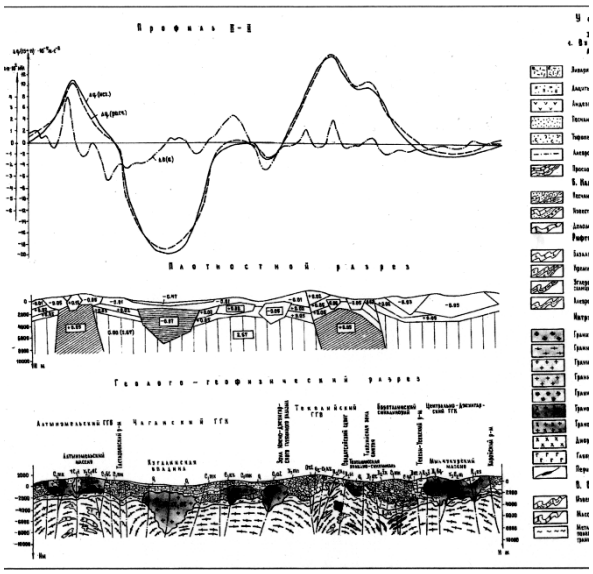
Рисунок 3 – Р-скоростная модель земной коры и верхней мантии по Алматинскому меридиональному пересечению (Шацилов В.И., Горбунов П.Н., Степаненко Н.П. 1993)

Моделирование глубинных разрезов осуществлялось методом подбора на основе данных сейсмических исследований, увязанных с гравиметрическими и магнитометрическими данными (Рисунок 4б). Количественные расчеты выполнены для гравитационных аномалий [4]. Магнитные аномалии интерпретировались при изучении мощности вулканогенных отложений Прибалхашско - Илийского вулканического пояса.

В результате установлено три структурных этажа с разной степенью латеральной неоднородностью. Верхний этаж — земная кора, где данные о плотности и скоростях сейсмических волн позволяют установить основные черты геологического строения. Средний этаж — верхняя мантия. Здесь большую роль в построении модели играют сейсмологические данные. Данные о мантийных скоростях на профилях ГСЗ позволяют зафиксировать скоростные неоднородности мантии в интервале глубин от 100 до 500 км. Нижний этаж – это средняя мантия и глубже. Здесь распределение плотности принимается однородным по латерали. Плотностная модель этажа строится по данным сейсмологии и используется для расчета глобального гравиметрического поля Земли.



а) Исходные геофизические данные



б) Результаты геолого-геофизического моделирования

Рисунок 4 - Количественная интерпретация геофизических полей по профилю II-II

Таким образом, комплексная интерпретация физических моделей – плотностной, магнитной и структурно-скоростной, позволяет выявить неоднородности строения земной коры и верхней мантии по вертикали и латерали. В результате комплексной интерпретации геофизических данных построены опорные глубинные разрезы. На разрезах отражено строение осадочного чехла и верхней мантии: стратиграфические единицы, тектонические комплексы, разломы, интрузивные массивы, различные блоки разновозрастного фундамента и др. Юга Казахстана.

Литературы:

1. Любецкий В.Н., Горбунов П.Н., Щацилов В.И. и др. Методические рекомендации по изучению глубинного строения Казахстана на основе геотраверсов. -Алма-Ата, 1990. - 101 с.

2. Истекова С.А. Принципы моделирования глубинного строения литосферы Южного Прибалхашья //Вестник КБТУ. 2008.- №1.- С.29-37.

3. Истекова С.А. Комплексные геофизические исследования при изучении глубинного строения Южного Казахстана //Вестник КазНТУ. -Алматы, 2007. -№3. –С.67-79.

4. Кравцов Г.Г., Сегалович В.И. Методика подбора геолого-структурных моделей по заданному полю силы тяжести с помощью укрупненных многогранных элементов //Записки ЛГИ. -1976. -Т.69, Вып.2. -С. 38-53.

Д. А. Дүйсенова, А. Д. Телағысов

Оңтүстік Қазақстандағы аймақтық геологиялық міндеттерді шешу кезіндегі геофизикалық зерттеулер

Аңдатпа. Қазақстанның оңтүстігіндегі терең тірек қималарын құруға мүмкіндік беретін геофизикалық деректерді кешенді интерпретациялау әдістемесі баяндалған. Тығыздық, магнитті, құрылымдық-жылдамдық, геоэлектрлік секілді физикалық модельдерді интерпретациялау пайдалы қазбаларды аймақтық болжау үшін қажетті жер қыртысы мен жоғарғы мантия құрылысының біртекті еместігін анықтауға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: Терең құрылым, геофизикалық әдістер, сапалы, сандық интерпретация

D. A. Duisenova, A. D. Telagisov

Geophysical research in solving regional geological problems in southern Kazakhstan

Abstract. The technique of complex interpretation of geophysical data which allowed to construct deep basic sections of the South of Kazakhstan is Stated. Interpretation of physical models-density, magnetic, structural-speed, geoelectric, allowed to reveal heterogeneities of the structure of the earth's crust and the upper mantle, necessary for the regional forecast of minerals.

Keywords: Deep structure, geophysical methods, qualitative, quantitative interpretation.

УДК 550.8.028

Н.С. Зарипов
Научный руководитель – А.В. Новикова, Менеджер по бурению
ТОО «Жигермунайсервис», г. Атырау, Казахстан
n.zaripov@zms.kz

БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСЛУГ ГЕОНАВИГАЦИИ

Аннотация. *Данная презентация будет интересна студентам обучающим нефтегазовые отрасли, инженерам по бурению и геологам работающим непосредственно в бурении. Данная презентация раскрывает фактические данные по сопровождению геонавигации в горизонтальных скважинах месторождения Узень. В презентации собрана уникальная коллекция сверхсекретных приёмов и техник сопровождения геонавигации в горизонтальных скважинах, о которых Вы ещё никогда не слышали.*

Ключевые слова: *Геонавигация, горизонтальная скважина, GoStream.*

За 2018 год в месторождении Узень была пробурена 5 (пять) горизонтальных скважин. Все транспортные секции 5 скважин была пробурена собственным КНБК ТОО «Жигермунйасервис» и были посажены с помощи геонавигации, где было вовлечена российская партнерская компания. На транспортную секцию средняя скорость проходки составило 6 м/ч.

Горизонтальная участок одной скважины была пробурена совместно с компанией Шлюмберже и на двух скважинах ГУ было пробурена совместно с компанией Бейкер Хьюз. А также два ГУ была пробурено собственным КНБК компании ТОО «Жигермунайсервис». На горизонтальном участке с компоновкой ТОО «Жигермунайсервис» средняя скорость составила 7 м/ча, а с КНБК компании Бейкер Хьюз 8 м/ч, с КНБК компании Шлюмберж 2 м/ч. Как вы можете видеть самый низкий показатель показало КНБК компании Шлюмберже. По данным показателям можно увидеть, что КНБК компании ТОО «Жинермунайсервис» не хуже отработала по сравнению западных грандов.

На горизонтальном участочке где было пробурена собственным КНБК компании ТОО «Жигермунайсервис» сопровождалось услугами геонавигации ссылаясь данным резистивиметра и гамма зонда. В процессе бурения скважины, геологическое сопровождение осуществлялось в режиме реального времени. Заблаговременно, была организована отправка данных (ГК и УЭС) от ННБ в формате WITS/WITSML в программное обеспечение “GoStream”, на сервер подрядчика. Это позволило отслеживать каротажные данные непрерывно, не привязываясь к временному интервалу получения каротажных данных по электронной почте. Таким образом, удалось минимизировать риски выхода траектории скважины из целевого коридора. Дополнительно, геонавигационной службой предоставлен удаленный доступ к веб-интерфейсу со скважинными данными. Мониторинг данных через веб-интерфейс в реальном времени позволил отслеживать оперативную обстановку на буровой. На основе опыта работы, можно считать, чтоданных ГК и УЭС с нескольких зондов достаточно для геонавигации горизонтальных скважин. По результату бурения скважины 6411, данная КНБК полностью выполнила своизадачи.

Прибор волнового измерения удельного сопротивления (WPR) – двухчастотный (400 КГц и 2 МГц), двух-зонный каротажный прибор, предназначенный для каротажа во время бурения (LWD) и каротажа после бурения (MAD) во всех типах скважин. Прибор может

применяться для геонавигации, корреляции скважин, отслеживания тенденции изменения пластового давления, определения глубины установки обсадной колонны.

WPR может работать во всех типах бурового раствора, включая растворы на нефти и соленасыщенные растворы, предоставляя значения удельного сопротивления в реальном времени, с возможностью гибкой настройки передаваемых значений. Данные с высоким разрешением сохраняются в памяти прибора и могут быть считаны на поверхности.

План работ на бурение транспортной секции был следующим - корреляцию производить по фактическим данным каротажа опорных скважин. Остановить бурение в подошвенной части пласта 15_А, в кровле коллектора 15_А_а2 с зенитным углом не менее 86 гр.

По окончанию бурения транспортной секции предусмотрен промежуточный комплекс ГИС на трубах. Сопровождение и посадка транспортной секции осуществлялась по данным ГК и ГТИ. в транспортной секции была выдана три рекомендации.

Проводка горизонтальной части скважины в целевом интервале до точки Б (забой) будет производится, опираясь на корреляцию синтетических кривых с фактическими данными ГК и УЭС. Во внимание будут приниматься данные ГТИ по анализу шлама и газопоказаниям. Проектная длина ГС от башмака ОК закладывалась 291,1 м. Фактическая длина секции 152,4 мм составила 302,6 ме. Удлинение ГС составило 11,5 м., в горизонтальной секции была выдана шесть рекомендации по изменению траектории от планового, в связи с изменением структурных построении пластов.

План геологической сопровождении бурения транспортной секции 215,9 мм будет производится опираясь на коррелфцию кривых ГК опорных скважин с фактическими данными ГК поступабющими в реальном времени. Сопровождение бурения транспортной секции скважины 6408 началось с глубины 1150 м по стволу. Посадка секции осуществлялась по данным ГК. План работ предусматривал остановку бурения секции 215.9 мм в подошвенной части пласта 14-А в районе кровли пласта XIV-B с углом 84-86 гр. Бурение транспортной секции завершено при забое 1334 м (АО -1080.0 м), ЗУ составил ~84 гр. Прогноз кровли пласта XIV-A, основанный на структурных построениях, подтвердился при посадке секции 215.9 мм. Кровля ожидалась на АО -1063.6 м, фактически вскрыта на АО -1064 м. Прогнозный и фактический угол залегания структуры оцениваются как субгоризонтальные в точке вскрытия пласта. О глубине вскрытия кровли пласта 14-В будет понятно по результатам бурения горизонтальной секции с полным комплексом каротажа. В транспортной секции была выдана четыре рекомендации.

Основной целью при бурении горизонтальной секции скважины являлось: проводка горизонтального ствола в целевом прикровельном нефтенасыщенном коллекторе пласта 14-В. Для геологического сопровождения скважины использовался следующий набор данных, поступавших в режиме реального времени:

Наддолотный ГК, Сопротивление (4 кривые), Азимутальные измерения картографа границ (сила сигнала до ближайшей контрастной границы) и Имидж ГК (8 секторов), Плотностной каротаж (ГГКп) и Нейтронный каротаж (ННКт).

Прогноз на забой перед бурением горизонтальной секции – 1334.4 м, А.О. -1080.14 м. План бурения предполагал набор зенитного угла с 82.0˚ до 89.3 ˚ к И.Г. 1384.2 м, А.О. 1083.9 м. с последующей стабилизацией до финального забоя. Длина горизонтальной секции по плану составляла 318.0 м. Для контроля глубин выполнена запись 50 м привязочного каротажа в интервале И.Г. 1278-1328 м по датчику ГК с целью перекрытия с данными предыдущего рейса. Методика геонавигации основывалась на корреляции с опорной скважиной по данным методов ГК, УЭС полученных в процессе бурения, анализе имиджа ГК для определения углов залегания пласта, а также на применении картографа границ с использованием многопластовой инверсией, которая позволила заблаговременно принимать меры по минимизации проходки в непродуктивной части пласта 14-В.

Посадка транспортной секции в точку Т1 (точку А) в улучшенных свойствах центральной части пласт 13-G. Проводка горизонтальной секции в центральной части пласта 13-G.

Сопровождение и посадка транспортной секции осуществлялась по данным ГК и ГТИ. Кровля пласта 14-G при посадке секции 215,9 мм была встречена на ~4 м выше. Кровля ожидана АО -971 м, фактически вскрыта на АО -967 м. Прогнозный и фактический угол залегания структуры оцениваются как падение 2-3 град в точке вскрытия пласта. Сопровождение горизонтальной секции осуществлялось по данным ГК, УЭС и ГТИ. Бурение горизонтальной секции остановлено при плановом забое 1564,7 м. Фактическая длина секции 152,4 мм составила 224 м.

Сопровождение бурения транспортной секции с целью обеспечения выхода траектории скважины на фактическую Т1 (точка А) с заданными параметрами кривизны. Проводка горизонтальной секции в прикровельной части пласта 16-А1 будет осуществлена сторонней подрядной организацией. Сопровождение бурения транспортной секции началось с глубины 1260,3 м по стволу. Посадка секции осуществлялась по данным ГК. План работ предусматривал остановку бурения секции 215.9 мм в подошвенной части пласта 16_А1 в его прикровельной части с зенитным углом близким к 90 гр. Бурение транспортной секции завершено при забое 1467.9 м (а.о. -1104.8 м), ЗУ составил ~91 гр. Предварительно кровля пласта 16_А1 ожидалась на а.о. -1104.8 м, фактически вскрыта на АО - 1103.8 м. Прогнозное и фактическое поведение структуры в точке вскрытия пласта оцениваются как субгоризонтальное залегание.

Основной целью при бурении горизонтальной секции скважины 6412 являлось: проводка горизонтальной части ствола скважины в целевом прикровельном нефтенасыщенном коллекторе пласта 16-А1. Для геологического сопровождения скважины использовался следующий набор данных, поступавших в режиме реального времени: Наддолотный ГК, ГК, Сопротивление (4 кривые) и Имидж ГК (8 секторов).

Прогноз на забой перед бурением горизонтальной секции – 1765.8 м, А.О. -1106.0 м. План бурения предполагал выход на 90 гр к 1623.31 м, А.О. 1106 м. с последующей стабилизацией до финального забоя. Длина горизонтальной секции по плану составляла 297.9 м (от точки Т1). Для контроля глубин выполнена запись 50 м привязочного каротажа в интервале 1410- 1460 м по датчику ГК с целью перекрытия с данными предыдущего рейса. Песчаный коллектор пласта 16-А1 вскрыта на глубине 1445.0 м, А.О. -1103.8 м. В горизонтальной секции была выдана три рекомендации по изменению траектории от планового, в связи с изменением структурных построении пластов.

Литературы:

1. Лысенко В.Д., Грайфер В.И. Рациональная разработка нефтяных месторождений. – М.: Недра, 2005.

2. Булатов А.И., Проселков Е.Ю., Проселков Ю.М. Бурение горизонтальных скважин. – Краснодар, Советская Кубань, 2008.

3. Кульчицкий В.В., Григашкин Г.А., Ларионов А.С., Щебетов А.В. Геонавигация скважин. М.: МАКС Пресс 2008. – 312 с. 204 илл.

4. well placement fundamentals - Roger Griffits (Schlumberger)

Н.С. Зарипов

Геонавиграфия қызметтерін пайдалана отырып көлденең ұңғымаларды бұрғылау

Аңдатпа. Бұл презентация мұнай және газ саласын оқытатын студенттерге, бұрғылау жөніндегі инженерлерге және тікелей бұрғылауда жұмыс істейтін геологтарға қызықты болады. Бұл презентация Өзен кен орнының көлденең ұңғымаларындағы геонавигацияны сүйемелдеу бойынша нақты деректерді ашады. Тұсаукесерде

Бұл баяндама мұнай және газ саласының студенттерінің, бұрғылау инженерлерінің және бұрғылау жұмыстарын жургізетін геологтардың қызығушылығын тудырады. Сонымен қатар Өзен кен орнының көлденең ұңғымаларында геонавигацияны сүйемелдеу туралы негізгі деректерді ашады. Баяндамада аса құпия тәсілдердің бірегей таптамасы және сіз ешқашан естімеген көлбеу ұңғымаларда геонавигацияны сүйемелдеудің техникалары жинақталған.

Түйін сөздер: Геонавигация, көлденең ұңғыма, GoStream

N.Zaripov

Drilling of horizontal wells by using geosteering services

Abstract. This presentation will be interesting for students of oil and gas industry, drilling engineers and geologists working directly in drilling. This presentation reveals the actual data on the support of geosteering in the horizontal wells of the Uzen field. The presentation contains a unique collection of top-secret techniques and methods to support geosteering in horizontal wells, which you never heard of and were not familiar.

Keywords: Geosteering, a horizontal well, GoStream

УДК 550.822.2

Е.Е. Ержанов, А.В. Опарин

Научный руководитель - С.А. Истекова, профессор кафедры геофизики ИГиНГД, доктор геолого-минералогических наук

Сәтбаев Университеті, г.Алматы, Сатпаева 22,

er.asy1008@gmail.com

КОМПЛЕКСНЫЕ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ АРЫСКУМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

Аннотация. *Показаны результаты комплексной интерпретации геофизических исследований скважин и лабораторных анализов керна продуктивных горизонтов на месторождениях Бектас и Коныс арыскумского нефтегазоносного района. Уточнено геологическое строение нефтегазоносных залежей, выявлено, что коллекторы продуктивных горизонтов месторождений относятся к типу гранулярных и представлены песчаниками и алевролитами с редкими прослоями гравелитов и песков. Определены фильтрационно-емкостные свойства, необходимые для пересчета запасов нефти и газа по продуктивным горизонтам меловых и юрских отложений.*

Ключевые слова: *месторождения, нефть, петрофизика, геофизические исследования скважин, керн.*

Изучение условий формирования залежей нефти и газа, поиски и рациональная разработка их неразрывно связаны с необходимостью изучения физических свойств горных пород и содержащихся в них жидкостей. Для оценки запасов нефти необходимо знать пористость, нефтенасыщенность, объемные коэффициенты пластовых жидкостей, коэффициент нефтеотдачи. При подсчете запасов в основу определения многих петрофизических величин, получаемых в ходе геофизических исследований разрезов скважин и прямых измерений петрофизических величин по керну в лабораторных условиях, играющие зачастую роль эталонных при интерпретации материалов геофизических исследований скважин (ГИС) [1].

Представленная статья подготовлена авторами по результатам исследований по изучению петрофизических свойств регионального нефтеносного арыскумского продуктивного горизонта на основе лабораторных исследований керна и широкого комплекса геофизических исследований по многочисленным скважинам.

Основная цель исследований; изучение физико-литологических характеристик пород слагающих разрез, выделение и оценка свойств коллекторов, определение фильтрационно-емкостных свойств (ФЭС), необходимые для пересчета запасов нефти и газа по продуктивным горизонтам меловых и юрских отложений .

Комплексные петрофизические и лабораторные исследования керна продуктивных горизонтов проведены по двум месторождениях Бектас и Коныс, расположенные в пределах Арыскумского нефтегазоносного района Южно-Тургайской нефтегазоносной области.

По нефтегеологическому районированию месторождения приурочены к Арыскумской

грабен-синклинали, эта зона приурочена к структурным ловушкам, примыкающим к Каратаускому разлому, представляющие инверсионные антиклинальные складки, нарушенные разломом в присводовой части (рисунок 1). Залежи нефти на месторождениях Бектас и Коныс связаны с отложениями средней-верхней юры и нижнего неокома.

На месторождениях Коныс и Бектас по данным поисково-разведочного, эксплуатационного бурения, детальной попластовой корреляции разрезов скважин по материалам ГИС в нижненеокомских отложениях установлены 5 продуктивных горизонтов. В подошвенной части отдела (даульская свита) выделяется арыскумский горизонт, к которому приурочен газонефтяной горизонт М-II. В отложениях верхней юры (акшабулакская свита) выделены продуктивные залежи Ю-0-1, Ю-0-2-1, Ю-0-2-2, Ю-0-3, Ю-0-4 горизонтов. Коллекторы продуктивных горизонтов представлены песками, песчаниками, алевролитами и гравелитами, переслаивающимися с тонкими пачками глин.

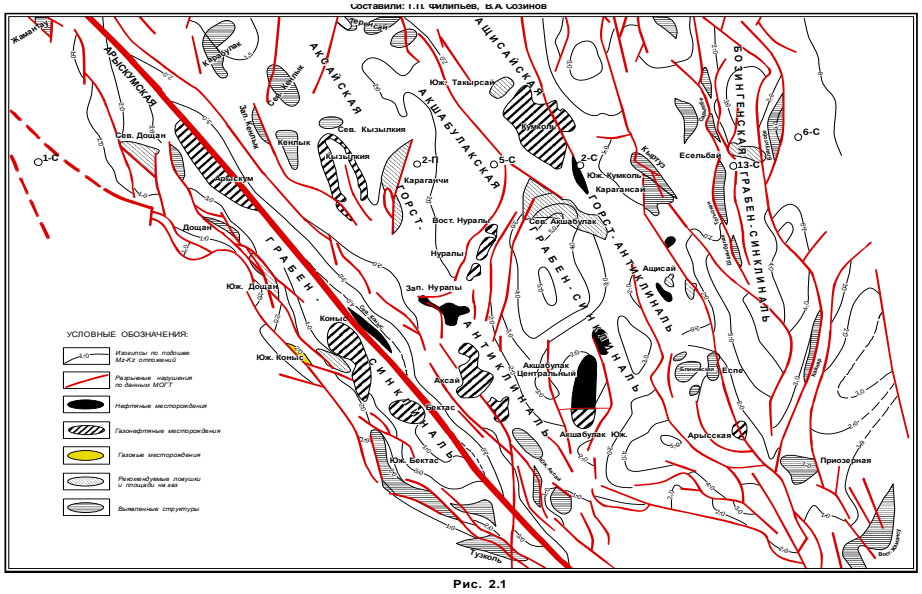


Рисунок 1 - Тектоническая схема Арыскумского прогиба (Г.П. Филипьев, В.А. Созинов)

С целью изучения и уточнения строения геологического разреза, физико-литологической характеристики пород, слагающих разрез, при бурении скважин отбирался и анализировался керновый материал. Специальный комплекс исследований включал определение относительной проницаемости для нефти и воды, пористости и проницаемости под давлением, определение капиллярного давления методом нагнетания ртути, вытеснение нефти водой, анализ зернистости[2].

В разведочных скважинах проведен комплекс ГИС, который включал в себя общие исследования по всему стволу скважины в масштабе глубин 1:500 методами КС, ПС, БК, НГК, ГК, кавернометрии, термометрии, БКЗ, инклинометрию через 25 м, а также детальные исследования в интервалах продуктивных отложений в масштабе глубин 1:200 (рисунок 2), который позволил выделять пласты-коллектора и с достаточной степенью точности определить подсчетные параметры: эффективную толщину, коэффициенты пористости и нефтегазонасыщенности продуктивных горизонтов.

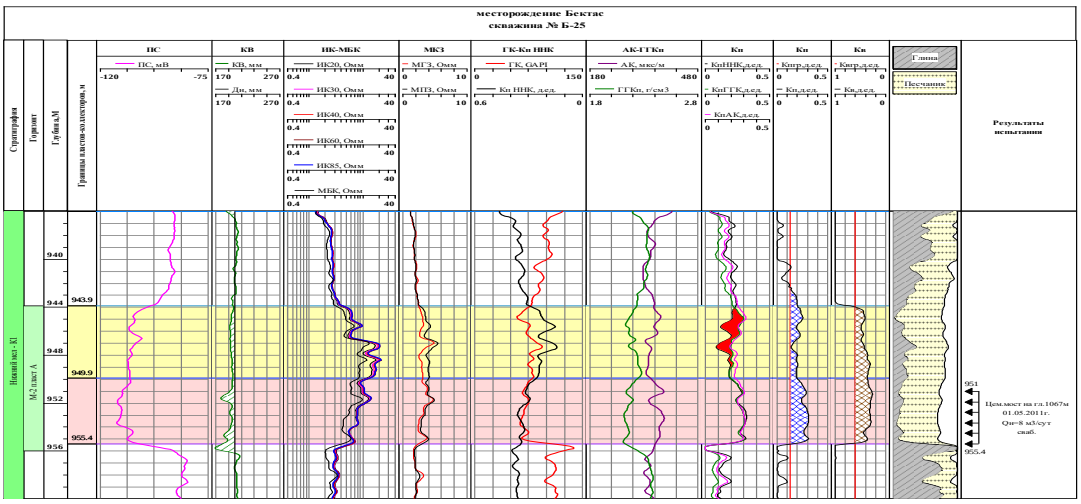


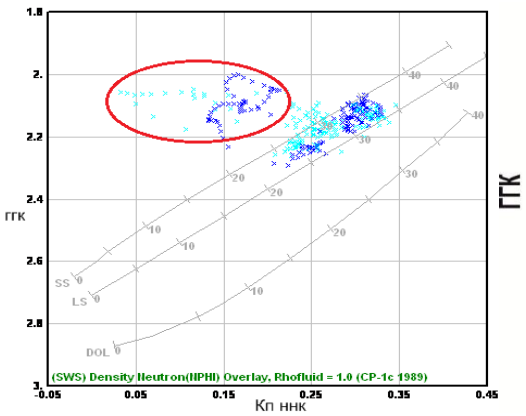
Рисунок 2 – Пример интерпретация ГИС на месторождении Бектас

Данные анализов керна использовались для проверки и подтверждения пористости по данным ГИС. При сопоставлении «Кп керн-Кп ГИС» были взяты интервалы пластов наиболее однородных по литологии. В графике указаны коэффициенты пористости по разным лабораториям. Сходимость коэффициентов пористости по ГИС и керну хорошая, имеет коэффициент корреляции по меловым отложениям 0.91, по юрским отложениям 0.72.

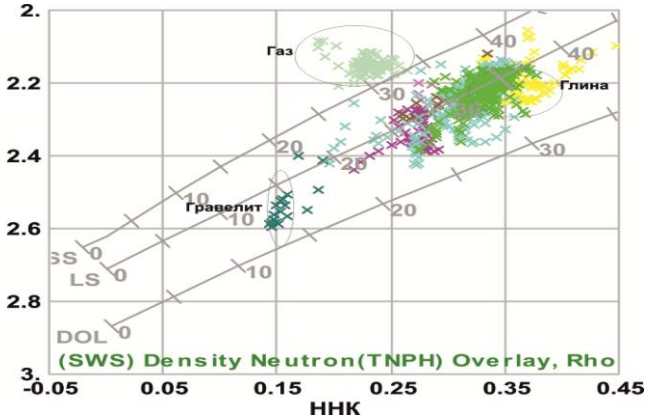
Окончательное выделение коллекторов и оценка их эффективной толщины использован комплекс геолого-геофизических исследований. В основу интерпретации положены критерии, установленные в процессе обобщения геофизических данных и сопоставления их с керном и результатами опробования пластов.

К качественным признакам выделения коллекторов в разрезе относятся: наличие глинистой корки или сохранение номинального диаметра на кавернограмме; положительное приращение потенциал-зонда над градиент-зондом; уменьшение естественной радиоактивности относительно вмещающих пород и увеличение значений вторичной гамма – активности; повышение удельного сопротивление в нефтяной части;

Для обоснования методики количественной интерпретации данных ГИС были выполнены петрофизические исследования керновых образцов продуктивных отложений, включая построение связей типа «керн-керн», «керн-ГИС» и «ГИС-испытание [4] (рисунок 3,4).



Месторождение Бектас



Месторождение Коныс

Рисунок 3 - Определение литологии по данным плотностного и нейтронного каротажей

а) **б)**

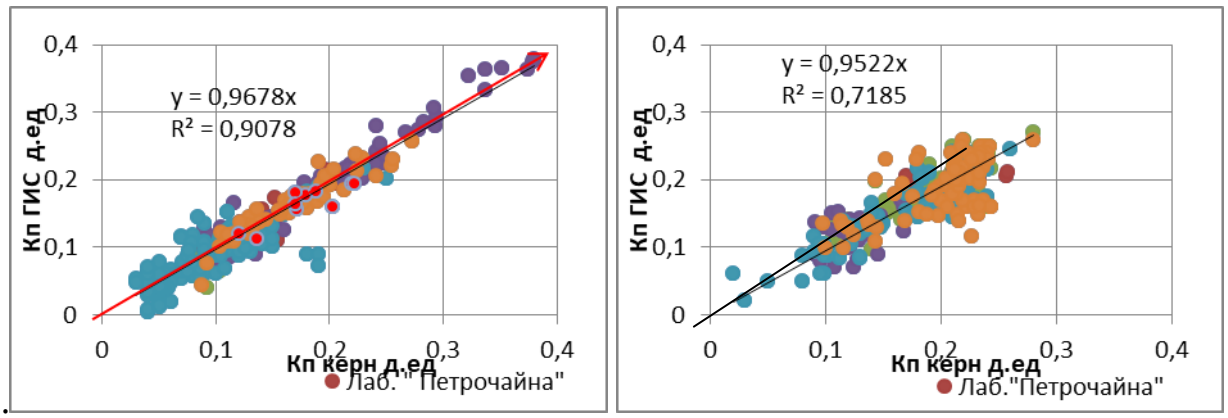


Рисунок 4 - Месторождение Коныс. Сопоставление величин Кп керн - Кп ГИС
а) по меловым отложениям по лабораториям, б) по юрским отложениям по лабораториям

По результатам интерпретации геофизических и анализа керновых данных коллекторы продуктивных горизонтов месторождений Бектас и Коныс относятся к типу гранулярных и представлены песчаниками и алевролитами с редкими прослоями гравелитов и песков. Анализ керна позволил получить дополнительные данные по фильтрационно-емкостным свойствам и физическим характеристикам коллекторов. Установлено что по продуктивному горизонту пористость (открытая) изменяется от 7,3% до 20,4%; проницаемость - от 0,9 до 530,9 мД; плотность - от 2,12 до 2,50 г/см3. Для уточнения граничного значения открытой пористости было проведено сопоставление этого параметра с дебитами нефти, полученными при эксплуатации пород-коллекторов.

Таким образом, комплексная интерпретация геофизических исследований скважин и лабораторных анализов керна продуктивных горизонтов арыскумского нефтегазоносного района, значительно уточнили геологическое строение месторождений Бектас и Коныс. Большой объем геолого-геофизической информации по продуктивным горизонтам арыскумского нефтегазоносного района, внес значительные коррективы в представления о геологическом строении и продуктивности месторождений, качестве коллекторов, подсчетные параметры и подходы к рациональному освоению залежей.

Литературы:

1. Геологоразведочные работы на нефть и газ в Южном Казахстане и их направление на 1989-1990 гг. и до 2000 г. / К.А. Клещев, В.И. Карпов, Ф.Е. Синицын и др. // Геология нефти и газа.- 1986.- № 3. - С. 19-22.

2. ОСТ 39-204-86 Нефть. Метод лабораторного определения остаточной водонасыщенности коллекторов нефти и газа по зависимости насыщенности от капиллярногодавления. – введ. 1986-07-29. – М.: Миннефтепром, 1987. – 8с.

3. Instruction "Requirements for the content and volume of geological and geophysical materials for the calculation of reserves of oil, gas, condensate and associated components submitted for state examination", MEMR RK, 11.05.2007, №53-p.

Е.Е. Ержанов, А.В. Опарин

Арысқум мұнай-газ аймағының өнімділік қабатының үлгі тастың кешенді петрофизикалық және зертханалық зерттеулері

Аңдатпа. Бектас және Қоныс кен орындарындағы арысқум мұнай-газ аймағының өнімділік қабатының кешенді геофизикалық ұнғымаларды зеріттеудің интерпретациалаудың және зерітханалық үлгі тастың

талдаулардың нәтижелері келтірілген. Нәтижесінде мұнай-газ кенінің геологиялық құрылымы нақтыланды. Кен орынның өмнімді қабатының каллекторлары гранулярды түрге жататыны анықталды және гравелиттер мен құмдардың сирек қабаттары бар құмтас және алевролитпен ұсынылған.

Түйін сөздер: кен орын, мұнай, петрофизика, ұңғымаларды геофизикалық зерттеу, керн.

E.E. Erzhanov[1], A.B. Oparin[1]

«Comprehensive petrophysical and laboratory studies of the core of the productive horizons of the aryskum oil and gas region»

Abstract. The results of comprehensive interpretation of geophysical studies of wells and laboratory analysis of the core of productive horizons of Aryskum oil and gas area in the fields of Bektas and Konys are shown. As a result, the geological structure of oil and gas deposits has been clarified. It is revealed that reservoirs of productive horizons of deposits belong to the type of granular and are represented by sandstones and siltstones with rare layers of gravelites and sands.

Keywords: field, oil, petrophysics, geophysical well logging, core.

УДК 550.832 (550.853)

А.К. Исагалиева
Научный руководитель – Абетов А.Е., профессор, д.г.-мин. наук
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
a_isagalieva@mail.ru

АНАЛИЗ КЕРНА И ГИС ПО СКВАЖИНАМ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНОТОРГАЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Аннотация. *На основании имеющихся полевых описаний керна и материалов по скважинам месторождения и установлено, что для изучаемых отложений характерно чередование глин, песчаников и алевролитов [1,3]. Определение коллекторских свойств и характера насыщения, равно как и построение петрофизических моделей на базе системного анализа коллекторских свойств для месторождений Южно-Тургайской впадины приобретают особую значимость. Проведен анализ комплекса ГИС, лабораторных петрофизических исследований, обоснованы граничные значения пористости для продуктивных горизонтов. Современные методы геофизических исследований скважин, при полноте используемого комплекса, и знании петрофизических связей между геофизическими и подсчетными параметрами изучаемого геологического объекта, при правильном представлении о типе коллектора и применении геофизически обоснованных способов интерпретации, дают возможность получить более представительные данные об изучаемом геологическом разрезе. Приведены результаты сопоставления материалов, полученных при изучении керна с данными геолого-геофизических исследованиям по месторождению Южноторгайской впадины.*

Ключевые слова: *коллектор, петрофизические исследования, фильтрационно-емкостные свойства породы.*

Обоснование граничных значений проницаемости и пористости. Вскрытые в продуктивном разрезе породы представлены терригенными и терригенно-карбонатными отложениями [1,3], для них построены интегральные кривые распределения коэффициентов пористости по данным анализов керна для определения граничного значения пористости. Граничное значение проницаемости пород-коллекторов принято равным $1*10^{-3}$ мкм^2 для терригенного и $0,1*10^{-3}$ мкм^2 для карбонатного коллекторов. Результаты определения граничных значений пористости по продуктивным горизонтам месторождения показаны на рисунке 1.По данным анализа керна, по диаграммам распределения гранулометрических фракций, установлено, что в коллекторах мелового горизонта и в горизонтах Ю-0+Ю-I и Ю-III преобладают коллектора тонкозернистые, в горизонте Ю-III – среднезернистые [6].

Зависимость параметра пористости от пористости. Зависимость между параметром пористости и коэффициентом пористости является основной интерпретационной моделью для определения коэффициента пористости по данным электрометрии скважин. Наличие высокой степени достоверности аппроксимации (R^2=0,94), и высокого значения коэффициента корреляции параметра пористости, и коэффициента пористости, свидетельствующее о тесной связи между ними, позволяет рекомендовать полученное выражение для использования при интерпретации данных электрического каротажа скважин. Для построения зависимости Рп=f(Кп) использовались данные параметра пористости и коэффициента пористости соответствующие атмосферным условиям. Зависимости описываются уравнениями:

$$Рп=Кп^{-1,74}$$ – меловые отложения; $$Рп=Кп^{-1,927}$$ – юрские отложения.

Зависимость параметра насыщения от водонасыщенности. Как известно, основным методом определения характера насыщения коллектора является электрометрия скважин. С этой целью была изучена связь параметра насыщения Рн =ρнп/ρвп с водонасыщенностью пород ($К_в$). Зависимости Рн=f(Кв) с высокой степенью достоверности (R^2 = 0,82;0,87) и коэффициентами корреляции r=0,92;0,95 аппроксимируются степенными уравнениями:

$$Рн=Кв^{-1.964}$$ – меловые отложения, $$Рн=Кв^{-1.97}$$- юрские отложения [1,6].

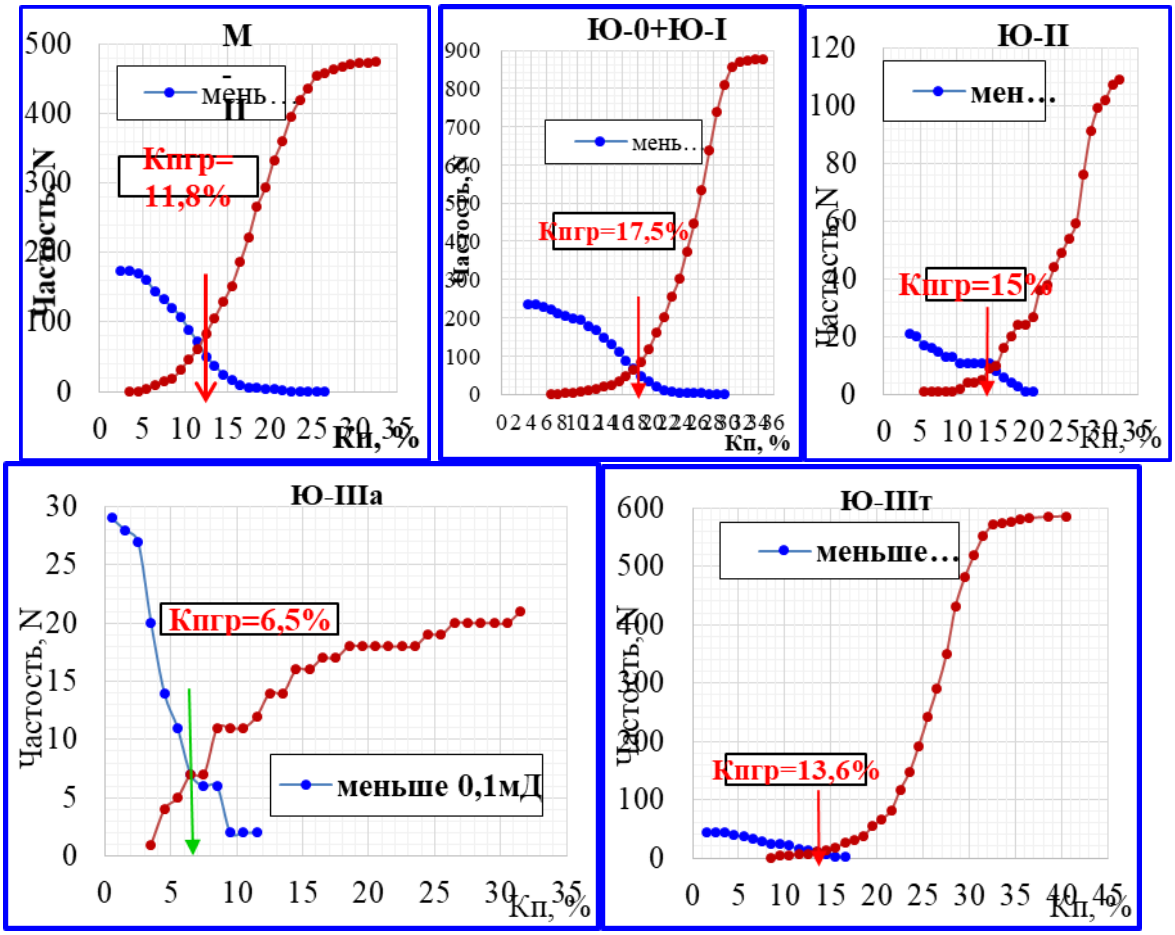


Рисунок 1 - Определение граничного значения пористости по данным керна по продуктивным горизонтам месторождения

Изучение разрезов скважин по диаграммам ГИС. Начальным этапом интерпретации ГИС для определения емкостных свойств породы является определение литологии

вскрытого разреза [2,5,6]. В разрезе скважин коллекторы представлены песчаниками и алевролитами, которые хорошо выделяются по геофизическим методам. Методы ГИС отличаются большим разнообразием и используют все виды физических полей (электрические, электромагнитные, тепловые, ядерных излучений, гравитационное, механических напряжений). Ни одна геологическая задача не может быть решена каким-то одним из методов ГИС в отдельности. Отсюда вытекает принципиальная комплексность применения методов ГИС и интерпретации получаемых результатов [2].

Используемый комплекс позволяет выделить глинистые прослои по кривым ГК, КВ и МКЗ. Глины в разрезе выделяются уверенно по низким УЭС (1,5-4,0 Омм), минимальным показаниям на кривой НГК (1,2-1.9 усл.ед.), при максимальных показаниях ГК (до14 мкР/час). Интервальное время на кривой акустического каротажа при этом равно 320мкс/м и более. Плотные прослои выделяются достаточно надёжно по повышенным значениям плотности 2.5-2.7 г/см^3, низкими значениями по АК (168-200 мкс/м), низкой интенсивностью естественного гамма излучения (4-6 мкР/час) .

Пористые песчаники имеют пониженное значение ГК (3-6 мкР/час), плотность меняется от 2.1 до 2.5 г/см^3, время пробега упругой волны 270-320 мкс/м). При выделении коллекторов информативными являются методы электрокаротажа, наличие глинистой корки или номинальный диаметр скважины, отрицательная аномалия ПС. При оценке эффективных толщин из общей толщины выделенных коллекторов исключались глинистые, плотные и углистые прослои, контролируемые данными комплекса геофизических исследований.

Петрофизическое обеспечение методики интерпретации диаграмм ГИС. При определении глинистости по ГК использован двойной разностный параметр, зависимость Ларионова В.В [1,3]:

$$Кгл\ ГК= 0.333\times(2^{(2\times\Delta I)} -1) ,$$

где ΔI = (ГК – ГК мин)/(ГК макс – ГК мин) - двойной разностный параметр;

ГК–интенсивность естественного гамма-излучения интерпретируемом пласте;

ГК мин – значение интенсивности гамма-излучения в неглинистых породах (чистых);

ГК макс – значение интенсивности гамма-излучения в глинах.

Определение пористости по плотностному каротажу осуществлялось по уравнению [5,6]:

$$Кпггк = (\sigma_{ск} - \sigma_{пл}) / (\sigma_{ск} - \sigma_{ж}) – Кгл\ (\sigma_{ск} - \sigma_{гл}) / (\sigma_{ск} - \sigma_{ж}),$$

где $\sigma_{ск}$ = 2,65 г/см^3- плотность скелета породы; $\sigma_{ж}$ = 1 г/см^3-плотность флюида;

$\sigma_{пл}$ – текущее значение кривой.

Пористость по АК рассчитывалась по уравнению среднего времени с поправкой за глинистость[6]:

$$Кп\ АК=(\Delta T-\Delta Tск) /(\Delta Tж-\Delta Tск) -Кгл*(\Delta Tгл-\Delta Tск) /(\Delta Tж-\Delta Tск),$$

где ΔT – текущее значение интервального времени, мкс/м; $\Delta Tж$ - время пробега в жидкости - 600 мкс/м; $\Delta Tск$ - время пробега в скелете принято равным 170 мкс/м;

$\Delta Tгл$ - время пробега на глинах.

Достоверность расчета коэффициентов пористости по ГИС проверялась сопоставлением расчетных и керновых данных (Рисунок 2).

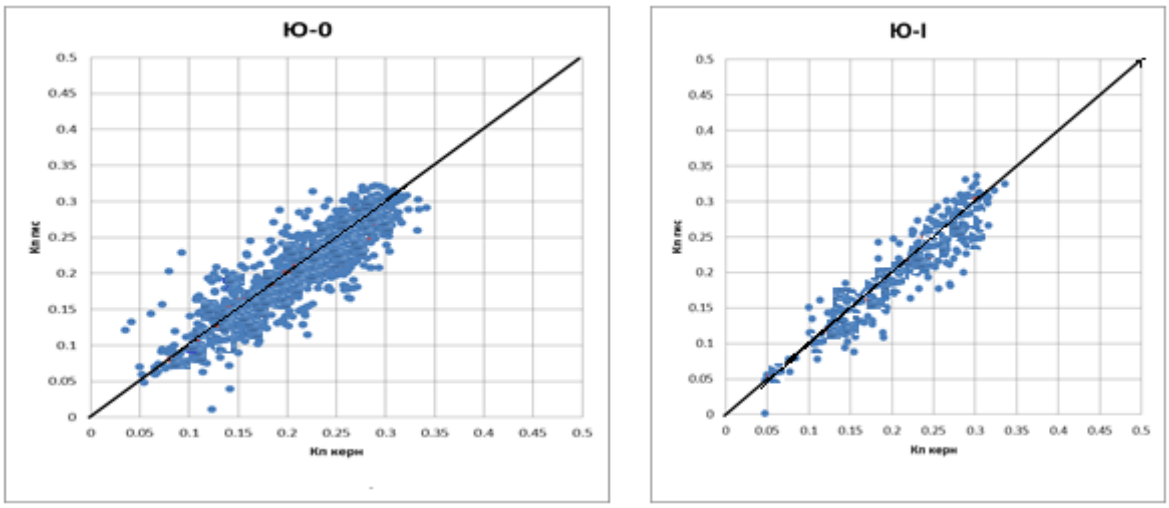


Рисунок 2 - Сопоставление коэффициентов пористости Кп,ГИС и Кп,КЕРН

Результаты анализа петрофизических и геофизических исследований. Для изучаемых отложений получены интерпретационные модели, позволяющие по данным ГИС определять коллекторские свойства и характер насыщения коллекторов, необходимые при подсчете запасов углеводородов[1-3].Средние значения Кнг по горизонтам изменяются в основном от 46 до 85%. При разделении коллекторов по характеру насыщения, использован коэффициент нефтегазонасыщения Кнг по опробованным пластам: к водоносным отнесены коллекторы с Кнг≤ 45%, к нефтеносным – с Кнг ≥ 45%. [6].

Литературы:

1.Отчет «Прирост запасов нефти и растворенного газа продуктивных горизонтов М-1-2 и Ю-III месторождения …Кызыл-Ординской области республики Казахстан, промыслово-геофизические исследования скважин, методика и результаты интерпретации». 2010г.

2. Дарлинг Тоби. «Практические аспекты геофизических исследований скважин. – М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2011. – 400 с.

3. Шахабаев Р.С., Кульжанов М.К., Парагульгов Х.Х., Давыдов Н.Г., Жолтаев Г.Ж. Тектоническое развитие и нефтегазоносность Южно-Торгайского бассейна. Монография. Алматы. НИЦ «Ғылым», 2004. – 160с.

4. Тиаб Дж., Доналдсон Эрл Ч. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов. – М.: ООО «Премиум-Инжиниринг», 2009. – 868с.

5.Кожевников Д.А., Чемоданова Т.Е. Определение коэффициентов эффективной пористости. — В кн.: Методические рекомендации по определению подсчетных параметров залежей нефти и газа по материалам геофизических исследований скважин с привлечением результатов анализа керна, опробования и испытаний продуктивных пластов. /Ред.: Б.Ю. Вендельштейн, В.Ф. Козяр, Г.Г. Яценко. ВНИГИК, Калинин, 1990. – С. 142-150.

6.Борисенко Г.Т., Исагалиева А.К. Комплексный анализ керна и ГИС меловых и юрских отложений месторождения Южноторгайской впадины //Известия НАН РК. Сер. Геологии и технических наук. – 2017. – №2 (422). – С. 63-73

А.К. Исагалиева

Оңтүстік - Торғай ойпаты кенорнының ұңғымасы бойынша керн және ҰГЗ сараптамасы

Аңдатпа. Қабаттарды коллектор және коллектор емес деп сандық критерийлерге бөлу керн бойынша анықталады және сәйкесінше: М-II – 11.8%; Ю-0+Ю-I – 17.5%; Ю-II – 15% тең. Ю-III горизонты үшін кеуектіліктің шектік мәні алынған, түрлі шөгінділер үшін мынаған тең: Ю-III (карбонатты түзілімдер) – 6,5% Ю-III (терригенді түзілімдер) – 13,6%.Керн бойынша максималды көлемді саздылық: М-II – 40%; Ю-0+Ю-I– 38%; Ю-II – 35,75%; Ю-III карб. – 7.6%, Ю-III тер. – 30,0%.

Өнімді коллектор үшін мұнайға қаныққан коллектор кедергілердің критикалық мәні келесідей болады: бор горизонты үшін қабат кедергісі 3,0-10,0 Омм мәндерінде өнімді болады, суға қаныққан қабатта – 0,5 Омм-нан 2,0 – 2,5 Омм-ға дейін. Ю-О горизонты үшін мұнайға қаныққан қабаттың кедергісі 2 - 10 Омм-ды құрайды. Ю-III-Т горизонты бойынша мұнайға қанығу қабаты 5-6 Омм-нан 200 Омм-ға дейінгі кедергі диапазонында анық байқалады.

Түйін сөздер: коллектор, петрофизикалық зерттеулер, таужыныстардың сүзгілеу-сыйымдылық қасиеті.

A.K. Issagaliyeva

Analysis of the core and GWL on the wells of deposit of South Torgay depression

Abstract. The quantitative criteria of separation deposits into reservoirs and non-reservoirs were determined by core and are respectively equal: C-II – 11.8%, %; J-0+J-I – 17.5%; J-II – 15%. The boundary values of porosity were received for horizon J-III. This property for different types of sediments is equal: J-III (carbonate deposits) – 6.5 %, J-III (terrigene deposits) – 13.6%. The maximum bulk clayiness (by core): C-II – 40%; J-0+J-I– 38%; J-II – 35,75%; J-III carb. – 7.6%, J-III ter. – 30,0%.

The critical values of resistivity of oil-bearing reservoirs: for cretaceous horizon - 3-10 Ω·m, for water-bearing layers – from 0.5 to 2.0-2.5 Ω·m. For horizon J-0 the values of resistivity of oil-bearing reservoirs are 2-10 Ω·m. The resistivity of oil-bearing formation in horizon J-III-T ranges from 5-6 Ω·m to 200 Ω·m.

Keywords: reservoir, petrophysical studies, filtration-capacitive properties of rocks.

УДК 550.83(574)

Н.Конакбаев, Г.К.Умирова

Научный руководитель: сеньор-лектор, доктор PhD Г.К.Умирова

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

nurbek.8480@gmail.com

ПОИСКОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ПРИБАЛХАШЬЯ

Аннотация. *В статье представлены результаты опытных геофизических работ на известных перспективных месторождениях и рудопроявлениях золота Северного Прибалхашья. По площади участка работ созданы высокоточные детальные цифровые модели электрического, магнитного и гравитационного полей. Полученные геофизические материалы, в комплексе с другими геолого-геофизическими данными, позволяют более обоснованно подойти к решению вопросов корректировки и детализации существующих схем структурно-тектонического и геологического строения района исследований, выработать дополнительные критерии прогнозирования рудоперспективных объектов, оптимизировать программу последующих геологоразведочных работ.*

Ключевые слова. *Месторождения золота, поисковые геофизические работы, трансформации полей, объемное моделирование, перспективные объекты.*

Казахстан находится на 10 месте в мировом рейтинге по золотым запасам. По добыче ценного металла – на 25. Среди стран СНГ это 3 и 4 места соответственно. Значимость и непрекращающийся спрос на золото в мировой экономике определяют его в качестве приоритетного вида полезного ископаемого. В Северном Прибалхашье наиболее широко известны золотокварцевые месторождения различных генетических типов. Они выявлены на ранних стадиях изучения региона, ввиду устойчивости золотокварцевых руд в условиях зоны гипергенеза. Руды подобных месторождений содержат свободное золото, относительно легкообогатимы, содержания золота обычно высокие. Этот тип месторождений уже длительное время осваивается золотодобывающей промышленностью, вследствие чего ресурсный потенциал его близок к истощению. Поэтому выявление новых золоторудных месторождений, расширение перспектив ранее известных рудных полей всегда были и

остаются наиболее важными задачами геологоразведочных исследований и, следовательно, являются актуальными.

Будущее золотодобывающей промышленности Северного Прибалхашья за выявлением и освоением малоизученных золотосульфидных месторождений. Актуальность данных исследований определяется необходимостью изучения структурного положения рудоперспективных зон и объектов в рудном поле; картированием рудоконтролирующих структур (строения, морфологии, размеров, пространственного положения) и зон гидротермально-метасоматических изменений горных пород, определение морфоструктуры выявленных рудоперспективных зон и объектов, оценка их геометрических параметров и т. д.

Эффективность комплексных геофизических работ при поисках золоторудных месторождений подтверждается результатами многочисленных полевых исследований. Метод ВП, в частности, успешно используется для выявления скоплений сульфидных минералов, с которыми в большинстве случаев ассоциируют месторождения золота. Тем не менее, при поисках золоторудных месторождений геофизики сталкиваются с целым рядом сложностей, обусловленных самим характером нахождения золота в природе и тем, что геофизические методы не являются прямыми индикаторами золота.

Условия локализации золота в породах отличаются большим разнообразием, а сами месторождения, как правило, входят в состав более сложных рудных систем, представленных рудопроявлениями различной специализации. При этом золоторудные залежи, связанные с ними структуры и комплексы пород обычно не отличаются большим контрастом в геофизических полях по отношению к рудовмещающим породам и рудным минерализациям других типов. В связи с этим, представляется практически значимым обобщение опыта геофизических работ, применительно к поискам золоторудной минерализации гидротермального типа, и выявление общих закономерностей, которые могут быть использованы при поисках золоторудных месторождений в сходных условиях.

Статья посвящена результатам опытных комплексных геофизических работ, проведенных на территории одного из месторождений Северного Прибалхашья по оценке поисковой эффективности геофизических методов, обоснованию наиболее рационального комплекса и методики геофизических работ для поисков и разведки золоторудных объектов, доизучению площади геологического отвода участка работ. Показаны геофизические характеристики основных геологических структурно-вещественных комплексов, особенности геофизических полей над золоторудными проявлениями и рудоконтролирующими структурами. На этой основе сформулированы геофизические поисковые критерии золоторудных проявлений исследованной площади. В комплекс геофизических методов входили: электроразведка методами ВП-СГ и ВП-ДЭЗ, гравиразведка и магниторазведка масштаба 1:10 000.

Площадные грави- магниторазведочные измерения проводились с целью геологического картирования, выделения зон метасоматических изменений, жильных и дайковых тел, областей рассланцевания и дробления горных пород. Измерения ВП-ДЭЗ выполнялись для прослеживания зон рудной минерализации по параметру поляризуемости с целью детального изучения распределения зон сульфидной минерализации и подготовки объектов к бурению поисковых скважин, а также для картирования зон низких значений удельного сопротивления, связанных с рудосодержащими породами. Для прослеживания зон сульфидной минерализации на территории участка исследований выполнены электроразведочные работы методом вызванной поляризации в модификации срединного градиента (ВП-СГ). Особенностью геофизических работ является использование современной высокоточной аппаратуры и высокотехнологичных программ нового поколения, позволяющих существенно повысить качество геофизических данных.

Участок опытных работ расположен в юго-западной части Северо-Балхашского мегантиклинория, в зоне параллельных и пересекающихся разломов глубинного заложения, тяготеющих к Бактай-Иткудукской и Казыкской тектоническим зонам.

В геологическом строении участвуют отложения протерозойской, кембрийской, ордовикской, девонской, каменноугольной, пермской, неогеновой и четвертичной систем. Интрузивная деятельность проявилась во внедрении небольших тел, ограниченных тектоническими контактами позднепротерозойских габбро-перидотитов и пермских малых интрузий гранодиорит-диоритовой формации саякского и катбарского комплексов.

Определяющим элементом тектоники рудного поля является региональная надвиговая структура, выделенная еще при геологической съемке масштаба 1:50 000 (Кошкин В.Я., 1980-1986г.г.). Все более или менее значимые объекты, представляющие практический интерес, размещены в принадвиговых складчатых (сложных) структурах, тяготеющих к фронтальной части надвига.

Структуры участка исследований, сложенные верхнедевонскими терригенными отложениями, штокверковая золоторудная минерализация приурочена к местам сопряжения мезозональных шовных, интенсивно сжатых складок субширотного простирания, сопровождающихся зонами повышенного осевого кливажирования и разломами.

Результаты полевых геофизических работ в сложных геологических условиях показали, что в геофизических полях находят свое отражение не только главные структурные особенности района. В рамках интерпретации были вычислены трансформанты и выполнено 3D моделирование потенциальных полей.

Эффективность выделения аномалиеобразующих объектов, надежность обоснования их вероятной геологической природы, понимание истории геологического развития района, достоверность выделения поисковых участков существенно возрастают только при комплексном анализе результатов магнитной, гравиметрической и электроразведочных съемок.

Ниже приводится совместное рассмотрение геологической, геоплотностной, геомагнитной и геоэлектрической моделей, полученных по результатам работ в виде геолого-геофизического разреза вдоль из одного интерпретационных профилей. Интерпретационные профили были выбраны в районе с подтвержденными бурением рудными интервалами. Направление профилей выбрано таким образом, чтобы они пересекали рудную зону в меридиональном направлении. На Рисунке 1 представлен геолого-геофизический разрез по профилю, который пересекает отложения фаменского яруса верхнего девона, с наложенными на них терригенными породами карбона, в которых выявлены кварцевые жилы с зонами пиритизации, оквартизации. В состав геолого-геофизического разреза входят: набор графиков геофизических полей вдоль профиля, геоплотностная 3D-модель, вычисленная по данным аппроксимационной томографии, плановое положение профиля относительно геофизических аномалий и рудных подсечений, а также проекции рудных интервалов по данным поисково-разведочного бурения.

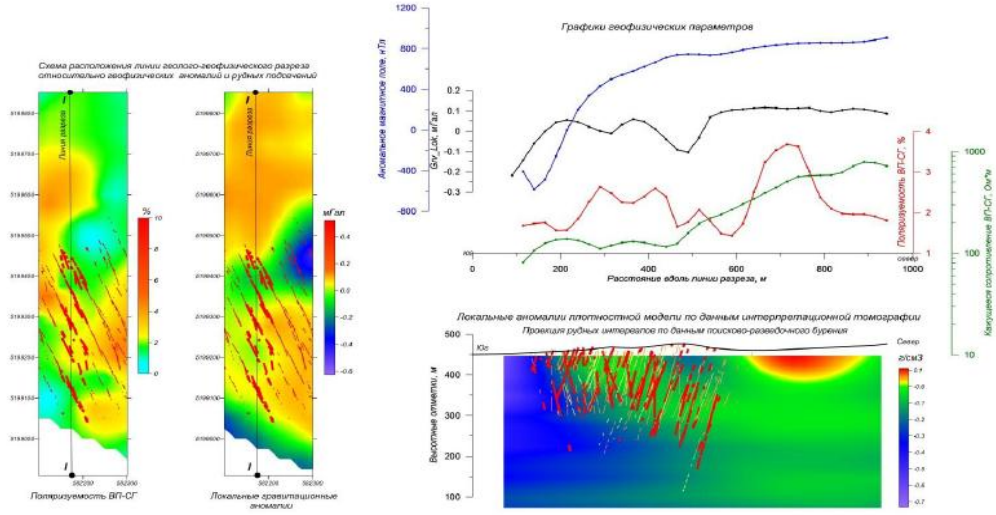


Рисунок 1 – Геолого-геофизический разрез по профилю 1

На основе комплексной интерпретации выделены геолого-геофизические критерии на наличие сульфидного оруденения. В условиях района исследований к ним относятся:

- Наличие аномалий поляризуемости, сравнительно средней интенсивности и небольших размеров. Аномалиям вызванной поляризации (ВП) соответствуют, как правило, пониженные или градиентные значения удельного электрического сопротивления (УЭС);
- Наличие зон градиента магнитного и гравитационного полей;
- Наличие локальных отрицательных аномалий силы тяжести.

Остальные признаки являются косвенными, комплексирование которых в количествах два и более, при наличии положительных геохимических данных, можно учитывать при оценке на постановку геофизических работ.

К косвенным признакам относятся структурные, магматические, литолого-стратиграфические, метасоматические и минералогические критерии.

К структурным критериям относятся:

- Приуроченность оруденения к вулкано-тектоническим структурам различного масштаба;
- Приуроченность к зонам или к сети тектонических нарушений.

К магматическим критериям относятся присутствие жильных, дайковых тел и малых интрузий различного состава непосредственной близости, связанных генетическим родством. Метасоматическим поисковым признаком является развитие зон метасоматитов, относящихся к изменениям типа пропилитизации. Минералогическими признаками являются наличие агрегативной, прожилково-вкрапленной и вкрапленной формы сульфидной минерализацией пирита от 1 до 10% и более, халькопирита, реже арсенопирита, марказита, борнита, сфалерита; в небольших количествах, но довольно часто, молибденита, минералов висмута;

Опыт поисковых работ на золото на территории исследований показывает, что наземные грави-магнитная съёмки и методы вызванной поляризации в вариантах съёмки ВП-СГ и ДЭЗ позволяют эффективно решать задачи поиска золотоносных объектов. По результатам исследований был выделен ряд рудоперспективных участков, приуроченных к зоне сочленения отложений девона и карбона, к наиболее продуктивным из которых относятся золотоносные метасоматиты. Выявленные особенности геофизических полей над рудоконтролирующими структурами, комплексами пород и самими рудными телами позволяют дополнить геологопоисковую модель золотоносных метасоматитов геофизическими критериями, рассмотренными выше. Учитывая общие черты геологии золотоносных гидротермально-измененных пород, приведённые критерии могут использоваться и при поисковых работах в других рудных районах.

Литературы:

1. Даутбеков Д.О. Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) «Закономерности проявления эпитермального золото-серебряного оруденения в Жонгаро-Балхашском регионе и его перспективы», - Алматы, КазНИТУ имени К.И.Сатпаева, 2018. - 131 с.

2. Seigel, H. O. Geophysical aids to gold exploration / H. O. Seigel, I. Johnson, I., J. Hennessey // The Leading Edge. -1984. - Vol. 3. -№ 6. – P. 32-35.

3. В.А.Тарасов, М.С.Емкужев, С.Г.Парада, В.В.Столяров. Геофизические методы при поисках золоторудной минерализации на флангах Тырныаузского рудного узла. г Воронеж, Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2015. № 1. – с 110-117.

Н.Конакбаев, Г.К.Умирова

Солтүстік Балқаш аумағындығы гидротермалды типті алтын минерализацины іздеу мен барлауда геофизикалық әдістердің тиімділігі.

Аңдатпа. Мақалада Солтүстік Балқаштың белгілі перспективті кенорындары мен алтын кендері көлемінде жүргізілген геофизикалық жұмыстардың нәтижелері келтірілген. Жұмыс аумағы көлемінде электрлік,

магниттік және гравитациялық өрістердің жоғары дәлдіктегі нақты сандық модельдері құрылды. Алынған геофизикалық ақпарат басқа гелогиялық және геофизикалық мәліметтермен қатар, зерттеу аймағының геологиялық құрылысының және құрылымдық-тектоникалық схемаларын толықтыру әрі түзетуге септігін тигізеді. Кен перспективті аумақтарды болжаудың жаңа талаптарын енгізуге, және кезектегі геологиялық барлау жұмыстарын жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер. Алтын кенорындары, геофизикалық іздеу жұмыстары, өрістер трансформациялары, көлемдік модельдеу, перспективті нысандар.

N.Konakbayev, G.Umirova

Search efficiency of geophysical methods in the search for hydrothermal type gold mineralization in the Northern Balkhash

Abstract. The article presents the results of experimental geophysical work at known perspective deposits and gold occurrences in the Northern Balkhash region. High-precision detailed digital models of electric, magnetic and gravitational fields are created for the area of the work site. The obtained geophysical materials, in combination with other geological and geophysical data, allow a more reasonable approach to solving the issues of adjusting and detailing the existing patterns of the structural-tectonic and geological structure of the study area, to develop additional criteria for predicting ore prospective objects, to optimize the program of subsequent exploration.

Keywords. Gold deposits, geophysical prospecting, field transformations, volume modeling, perspective objects.

УДК:551.242:004.4

О.В.Коломацкая

Научный руководитель - А.Е. Абетов, генеральный менеджер «Международного центра анализа и разработки месторождений», доктор геол.-минерал. наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева. 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, olga.kolomatskaya@reservoir.kz

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ ТРЕЩИННЫХ КОРИДОРОВ В СОВРЕМЕННОМ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

Аннотация. *Трещинные коллектора играют немаловажную роль в формировании резервуаров месторождений в карбонатных отложениях, особенно тех, которые подвергались тектоническим деформациям. Сформировавшиеся под влиянием последних системы трещин (трещинные коридоры) формируют устойчивые каналы проницаемости, по которым происходит активный массоперенос в коллекторах, который необходимо учитывать при оптимизации добычи углеводородов на любой стадии разработки месторождений. Изучение трещиноватости – это достаточно сложный процесс и требует всестороннего анализа и комплексного подхода, которые позволяют построить репрезентативную модель развития систем трещиноватости, соответствующих геологической реальности.*

Ключевые слова: *месторождения, сейсморазведка, тектонические нарушения, динамический анализ.*

Освоение сложно-построенных резервуаров углеводородов обладающих развитой системой разломов и интенсивной трещиноватости - это приоритетная задача современного геологоразведочного процесса. Одну из ключевых ролей в решении данной задачи играет создание объемной геологической модели по данным сейсморазведки МОГТ-3D.

Выделяются две основные задачи, для решения которых трехмерная сейсморазведка МОГТ-3D используется: а) построение структурного каркаса месторождений углеводородов (УВ); б) определение фильтрационно-емкостных (ФЕС) и лито-фациальных свойств, слагающих его комплексов пород.

Построение структурного каркаса месторождений УВ и нефтегазоперспективных площадей включает в себя идентификацию границ между пластами на основе характерного изменения значений акустических жесткостей среды и выявления плоскостей разломов.

Построение границ в каркасной модели в современном программном обеспечении не представляет особых сложностей, особенно если имеются данные бурения, в силу сохранения объемной структуры сейсмического сигнала вдоль отражающей границы вследствие постоянства акустических параметров среды.

Ситуация осложняется в зонах разломов и развития трещиноватости, которые критически важны для: а) геологического моделирования; б) прогноза добычи; в) расчета проектных траекторий скважин на всех этапах геологоразведочного процесса.

Для решения этой задачи были разработаны, внедрены и широко используются в настоящее время автоматические (полуавтоматические) методы прослеживания горизонтов, разломов и зон трещиноватости, которые базируются на применении поверхностных и объемных сейсмических атрибутов, кубов когерентности и спектральной декомпозиции по данным сейсморазведки 3Д [1-4].

В ходе их применения оценивается регулярность и прерывистость сейсмических волновых пакетов отраженных волн, которые и характеризует распределение разломов и зон трещиноватости. При этом наиболее достоверные результаты интерпретации предполагают наличие данных полноазимутальных полевых сейсморазведочных работ с регистрацией продольных и поперечных волн (3С) [1-4].

Большое значение здесь имеют скважинные данные, по которым имеются результаты макроописания керна и лабораторных анализов образцов керна с определением трещиноватости, по которым можно откалибровать геометрические, частотные и амплитудные атрибуты по сейсмическому кубу, с целью прогноза латерального распределения зон трещиноватости и трещинных коридоров.

Полученные результаты сопоставляются с результатами оценки наличия дискретных трещин и зон трещиноватости по скважинным данным, включающим анализ результатов интерпретации дипольного акустического каротажа, акустического и электрического скважинных сканеров.

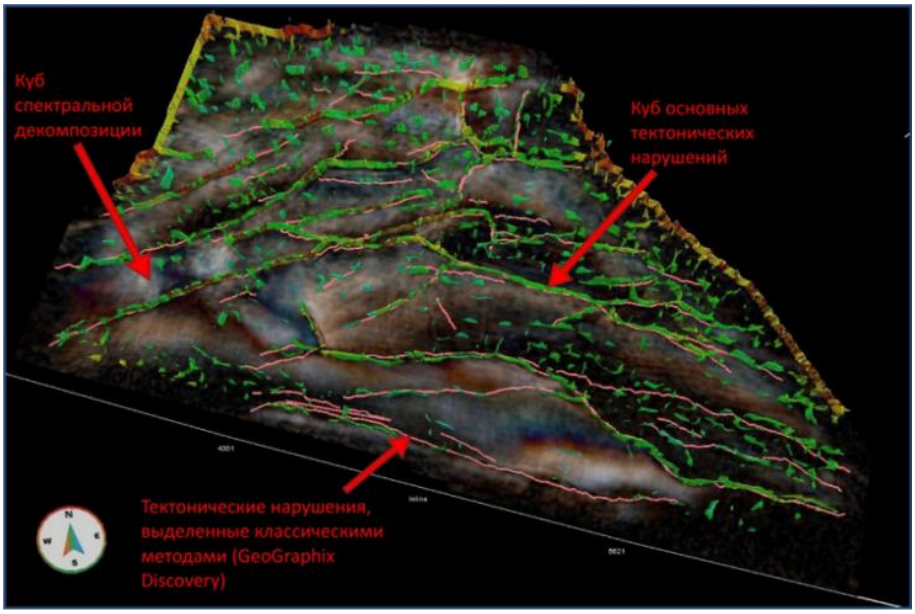


Рисунок 1 - Тектонические нарушения, выделенные классическими методами, совмещенные с кубом основных тектонических нарушений и кубом спектральной декомпозиции (15Hz, 17Hz, 20Hz)

К числу эффективных программных обеспечений с полным основание можно отнести Geo Teric, в котором для прослеживания основных тектонических нарушений рассчитывается ряд кубов цветового суммирования спектральной декомпозиции. По наиболее контрастному из которых в Geographix Discovery были уточнены выделенные на сейсмических данных тектонические нарушения в ручном режиме.

Совмещение куба спектральной декомпозиции с результирующим кубом основных тектонических нарушений и прослеженными в ручном режиме в Geographix Discovery нарушениями показало, что все основные тектонические нарушения, прослеживаемые по кубу спектральной декомпозиции, нашли свое отражение и в кубе основных нарушений.

Кроме куба основных тектонических нарушений в программном обеспечении Geo Teric можно рассчитать куб распространения трещин (трещинных коридоров) путем сокращения числа итераций очистки и уменьшения длины фильтров при выявлении зон трещиноватости по CMY кубу цветовой суммы (Рисунок 2).

На срезе куба трещинных коридоров с наложенными тектоническими нарушениями, выделенными классическими методами в ручном режиме в программном пакете Geographix Discovery, контрастно проявляется вариабильность распределения этих коридоров по площади по отношению к протяженным нарушениям, т.е. наблюдаются зоны трещиноватости, обрамляющие основные (корневые) разломы. Вместе с тем на ряде участков основных разломов зоны трещиноватости не проявляются (рисунок 2).

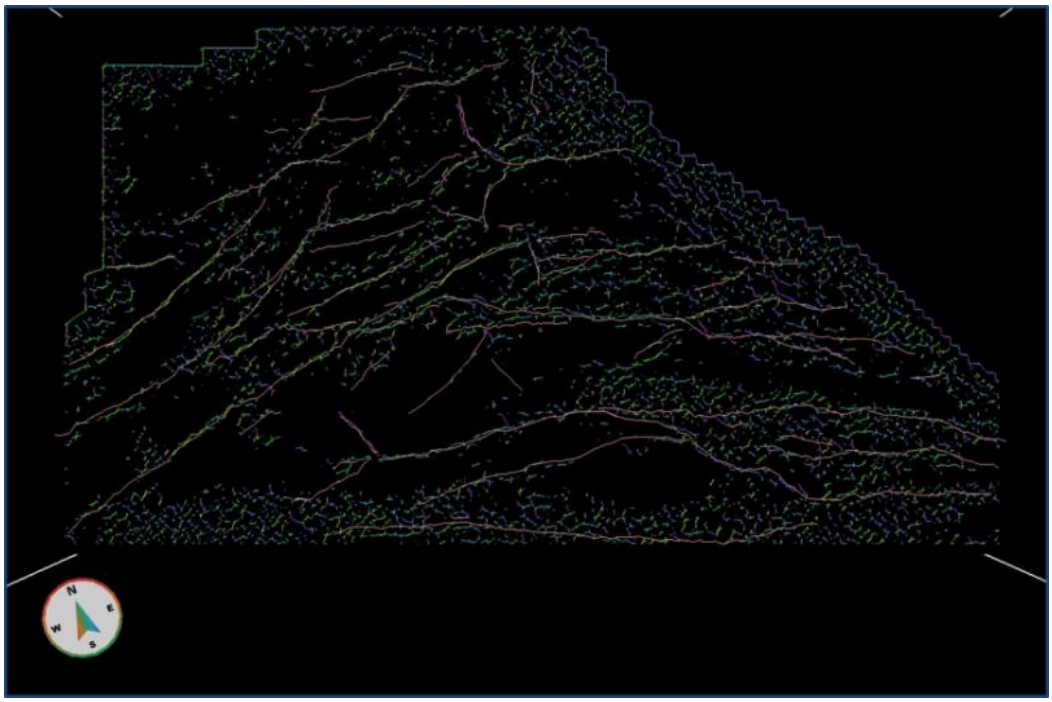


Рисунок 2 - Срез куба трещинных коридоров с наложенными тектоническими нарушениями, выделенными классическими методами

Имеющееся несовпадение развития трещинных коридоров с независимо выделенными тектоническими нарушениями (Рис. 3) можно рассматривать как свидетельство объективности полученной характеристики по площадной неоднородности плотности распространения систем трещиноватости на данном срезе глубин.

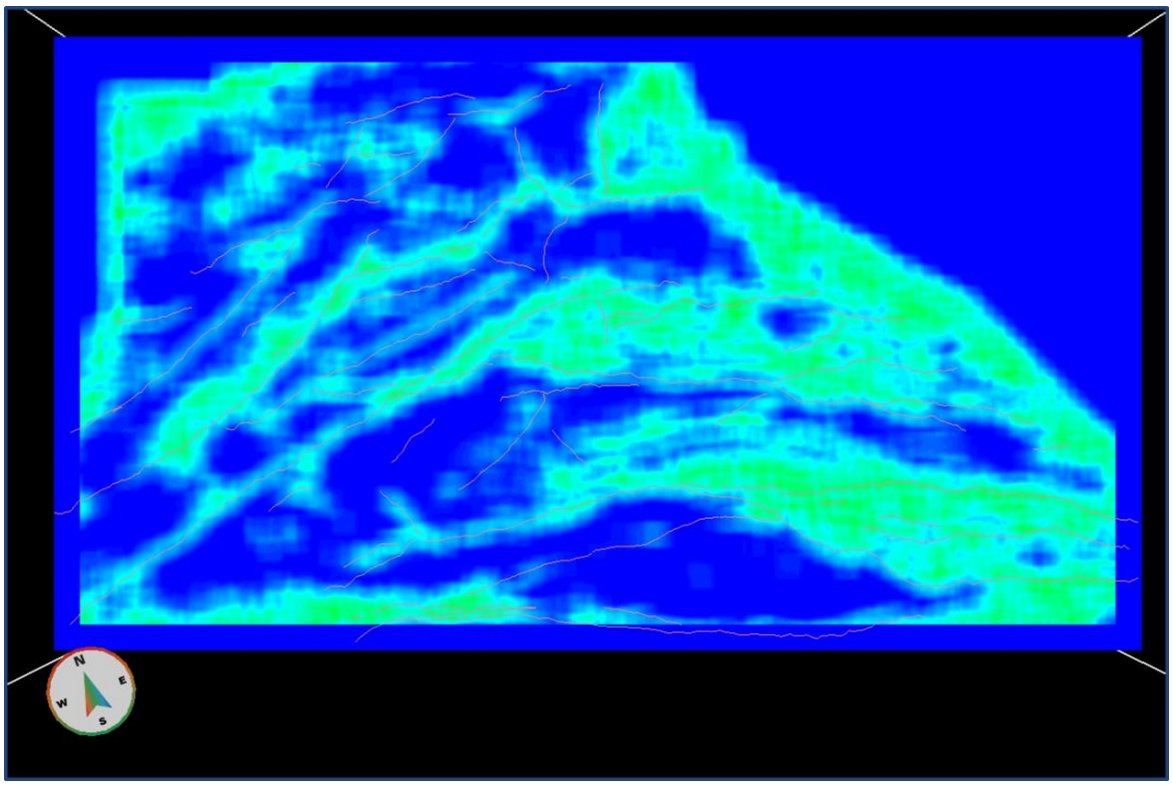


Рисунок 3 - Срез куба плотности трещинных коридоров с наложенными тектоническими нарушениями, выделенными классическими методами.

В противном случае, при полном совпадении участков повышенной плотности с положением всех нарушений можно было бы полагать, что куб плотности трещинных коридоров отражает лишь площадное развитие самих тектонических нарушений.

Литературы:

1. Прогнозирование зон трещиноватости в карбонатных резервуарах по данным 3Д сейсморазведки, специальным методам ГИС, керна и ГДИ. Птецов С.Н., Чайковская Э.В., Алексахин Ю.Г. и др. Тезисы докладов 12-й международной научно-практической конференции «Геомодель – 2012», Россия, Геленджик, 13-17 сентября 2010г.

2. Геофизическое обоснование прогнозирования трещиноватости по данным сейсморазведки 3Д, ГИС, ГДИ и керна. Птецов С.Н., Чайковская Э.В. Тезисы докладов конференции Сочи-2011.

3. Прогноз трещиноватости на основе тектонической интерпретации данных 3Д сейсморазведки, ВАК и FMI. Оценка достоверности прогнозов новыми скважинами. Птецов С.Н., Евсюков В.Г. Тезисы доклада третьей международной научно-практической конференции для геологов и геофизиков «Калининград-2013», Россия, Калининград, 27-31 мая 2013г.

4. Опыт прогнозирования плотности трещин в карбонатных резервуарах Тимано-Печерского региона по данным 3Д сейсморазведки и спец. Методов ГИС. Птецов С.Н., Научно-образовательная лекция в Институте физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, Москва, 2014г.

О.В. Коломацкая

3Д сейсмикалық барлау мен басқа әдістерінің мәліметтері бойынша тектоникалық бұзылуларды анықтау мен салыстыру

Аңдатпа. Іске асырылған жұмысының қорытындысы бойынша: бірнеше геометриялық атрибуттар мен когеренттілік кубтарының түстік қосу арқылы жасалған жарықшақ дәліздерінің тығыздығы кубының

аномалиясының латералды үлестірімі мен ұңғымалық деректерден анықталған кеуектілік параметрлердің сапа және сандық тәуелділігі бар.

Түйін сөздер: кен орындар, сейсмикалық барлау, тектоникалық бұзылулар, динамикалық талдау

O.V. Kolomatskaya

Delineation and comparison of tectonic faults using 3D seismic data and other methods

Abstract. According to the results of this work, it was established that there is a qualitative and quantitative relationship between fracture parameters determined from well data and lateral anomalies distribution of the fractures density cube, built using color summation of a number of geometric attributes and coherence cubes.

Keywords: field, seismic, faults, dynamic analysis.

УДК 550.8

Д. Муканов[1], А. Акжигитова[2], А. Омирбаева[3], Г. Артуров[4], А. Салауатова[5]

Научный руководитель - А.Е. Абетов, генеральный менеджер «Международного центра анализа и разработки месторождений»,
доктор геол.-минерал. наук, профессор
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева. 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22.
d.mukanov@satbayev.university, a.akzhigitova@satbayev.university, akmaral_310398@mail.ru, gaziz.arturov@mail.ru, s_a_1997@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ КОДЕКСА ПУБЛИЧНОЙ ОТЧЕТНОСТИ О РЕЗУЛЬТАТАХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ, РЕСУРСАХ И ЗАПАСАХ НЕФТИ И ГАЗА - ИНТЕГРАЦИЯ В МЕЖДУНАРОДНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СООБЩЕСТВО

Аннотация. *Одним из важнейших инновационных направлений нефтегазового сектора экономики Республики Казахстан следует рассматривать переход на международную систему классификации запасов месторождений углеводородов и международные стандарты публичной геологической отчетности о результатах геологоразведочных работ по поискам и разведке этих месторождений.*

Переход на стандарты SPE-PRMS 2007: а) даст старт официальному применению международных стандартов геологической отчетности в Казахстане, представляемой Казахстанской фондовой бирже (KASE), казахстанским банкам и инвесторам; б) позволит оценить вероятность наличия углеводородных ресурсов и экономическую эффективность извлечения запасов, учитывая возможности современных технологий и экологические нормы, налоги и актуальные цены на углеводороды, затраты на разведку, бурение, транспортировку и т.п.

После практически 30-летнего развития независимого Казахстана принятие этих основополагающих документов позволит сделать прорыв отечественной геологии из замкнутости советских стандартов закрытой геологической отчетности о запасах в область публичной геологической отчетности о ресурсах и запасах углеводородов, а гармонизация с международной системой по этим запасам, позволит вести единую систему подсчёта запасов, исключить дублирование отчетности, повысить достоверность оценки и степени точности прогнозирования добычи.

Ключевые слова: *ресурсы и запасы нефти и газа, геологоразведочные работы, Казахстан, международная классификация.*

Состояние вопроса

В настоящее время в Казахстане действует классификация запасов углеводородного сырья (УВС), утвержденная еще в 2005 году. [1]

Главное её отличие от системы классификации запасов, принятой в международной практике, состоит в том, что она, являясь наследием советского периода, не учитывает коммерческую составляющую, связанную с экономической рентабельностью, концентрируясь прежде всего на степень геолого-геофизической изученности и техническую осуществимость проектов добычи углеводородов (УВ) при оптимальных условиях.

Поэтому, одним из важнейших инновационных направлений нефтегазового сектора экономики Республики Казахстан следует рассматривать переход на международную систему классификации запасов месторождений углеводородов и международные стандарты публичной геологической отчетности о результатах геологоразведочных работ по поискам и разведке этих месторождений. Сегодня этот факт уже общепризнан.

Что дает такой переход нефтегазовой отрасли Казахстана? Во-первых, переход на международные стандарты публичной отчетности коренным образом меняет инвестиционное поле отрасли, поскольку информация о ресурсах и запасах будет представляться в соответствии с правилами понятными в большинстве добывающих стран мира, и, соответственно, зарубежным биржам, банкам и инвесторам.

Во-вторых, необходимость обязательной регулярной актуализации информации о ресурсах и запасах месторождений нефти и газа с использованием современных горно-геологических информационных систем (ГГИС – технологий: Petrel, Eclipse и др.), с одной стороны, и ликвидация длительных бюрократических процедур, с другой, позволят своевременно и оперативно учитывать конъюнктурные изменения мирового рынка сырья.

В-третьих, широкомасштабное и повсеместное использование ГГИС значительно повысит возможности расчета любого количества вариантов развития проектов, для их оперативной корректировки, а использование 3D технологий геологического и гидродинамического моделирования будет способствовать оптимизации производственных процессов, стабилизации добычи и транспортировки углеводородов необходимого качества на переработку и повышению прибыльности проектов.

В-четвертых, широкое внедрение всех элементов этого многогранного процесса в повседневную жизнь нефтегазодобывающих предприятий, существенно повысит квалификацию специалистов на мировом уровне и обеспечит дальнейшую постепенную интеграцию нефтегазовой отрасли Казахстана в мировой отраслевой рынок. [2]

Общие сведения о системе управления ресурсами и запасами углеводородов SPE-PRMS 2007

Система управления ресурсами и запасами углеводородов SPE-PRMS разработана в 1997 году обществом инженеров-нефтяников (Society of Petroleum Engineers, SPE) совместно с Мировым нефтяным конгрессом (World Petroleum Congress, WPC) и Амери-канской ассоциацией геологов-нефтяников (AAPG). [3] В настоящее время действует редакция, принятая в 2007 году.

Стандарты SPE-PRMS 2007 не только оценивают вероятность присутствия скоплений углеводородов, но и учитывают экономическую эффективность извлечения В[запасов. При определении эффективности принимаются во внимание такие факторы, как затраты на разведку и бурение, транспортировку, налоги, существующие цены на нефть и многое другое. Также классификация оценивает ресурсы углеводородов, выявленные за счет разведки [5].

Система управления ресурсами и запасами углеводородов SPE-PRMS 2007 - это международный стандарт оценки и управления запасами углеводородов в недрах, являющийся ориентиром для классификации объемов нефти и газа, которые любая компания может включить в свой портфель активов. Система является универсальной для применения во всем мире, для любого налогового режима с целью определения как традиционных, так и нетрадиционных запасов и ресурсов [5].

Она оценивает вероятность наличия углеводородных ресурсов и экономическую эффективность извлечения запасов, учитывая возможности современных технологий и

экологические нормы, налоги и актуальные цены на углеводороды, затраты на разведку, бурение, транспортировку и т.п.

Категории запасов углеводородов по стандарту SPE-PRMS 2007 в зависимости от совокупной оценки целесообразности их разработки классифицируются следующим образом: Р1 - добываемая нефть, Р2 - запасы вокруг работающей скважины, Р3: ресурсы нефти в локализованных ловушках (рис.1) [1].

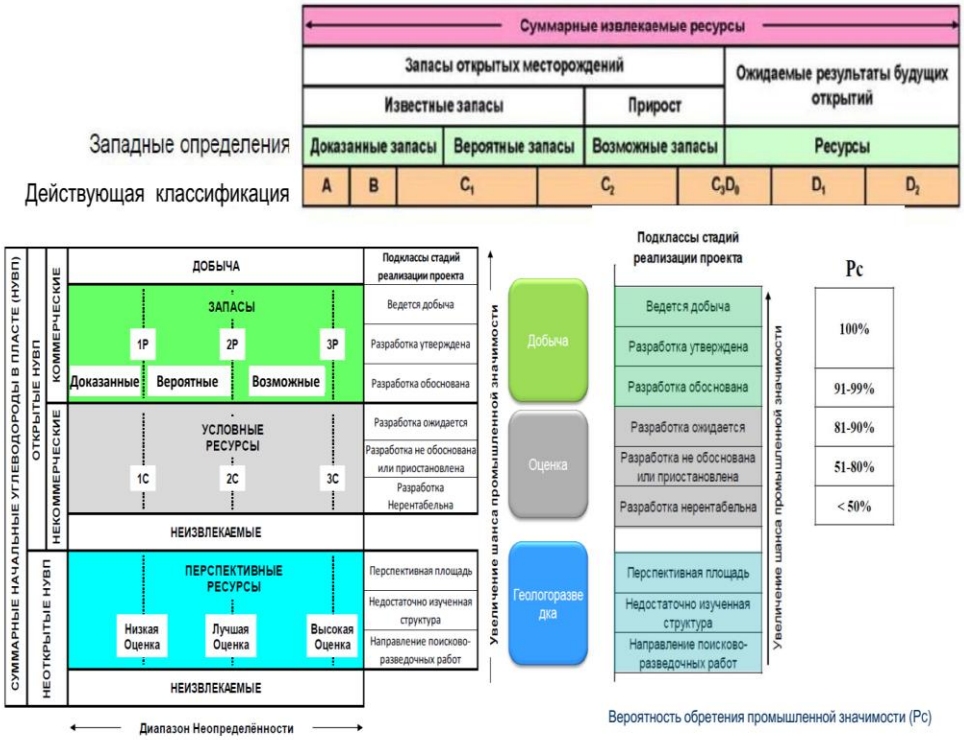


Рисунок 1 - Сравнение классификации ресурсов и запасов SPE-PRMS 2007 и действующей классификации [5]

Таким образом, система управления ресурсами и запасами углеводородов SPE-PRMS 2007 ориентирована на реальные проекты и основана на оценке вероятности коммерческого успеха проекта. Категории основаны на степени неопределенности оценки извлекаемых запасов. В вариантах оценки используется расчет прогнозных показателей [5].

По данной классификации запасы делятся на категории «доказанные», «вероятные» и «возможные» в зависимости от оценки шансов их извлечения. Таким образом, у доказанных запасов шанс быть добытыми равняется 90%, у вероятных – 50%, а у возможных он самый низкий – 10% [5].

Что сделано на сегодняшний момент для перехода на международные стандарты?

В рамках реализации программы «100 конкретных шагов», 74-м шагом закреплен переход на международные стандарты публичной геологической отчетности.

В декабре 2017 года Главой государства Н.А.Назарбаевым подписан Кодекс РК «О недрах и недропользовании» и 29 июня 2018г. он был введен в действие [2].

В Кодексе проработаны нормы, которые позволят значительно упростить административные процедуры предоставления права недропользования и снизить административные барьеры в целом по вопросам недропользования [2].

Новые нормы позволят обеспечить переход к международным стандартам отчетности и оценке по запасам углеводородного сырья SPE-PRMS, необходимость которых диктуется определения перспективных направлений для инвестиций в геологоразведку и оценки возможных рисков [5].

Во исполнение этих регламентирующих документов в 2016г. было создана группа экспертов Комитета Геологии РК, которая в течение последних двух лет провела большую работу по переводу системы отчетной документации на международные стандарты системы SPE-PRMS 2007, по организации и проведению тренингов с целью актуализации этих стандартов в Республике Казахстан.

Что предстоит сделать для перехода на международные стандарты?

Среди задач на ближайшую перспективу стоит разработка казахстанской классификации ресурсов и запасов нефти и газа по стандартам SPE-PRMS 2007 и Кодекса публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ по этим ресурсам и запасам, создание и организация «Общественного объединения независимых экспертов по оценке нефтегазоносного недр Республики Казахстан» [2].

Большое значение имеет закрепление юридических норм общепринятых стандартов публичной геологической отчетности.

Базовые принципы кодекса публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ и казахстанской системы классификации ресурсов и запасов нефти, и газа по стандартам SPE-PRMS 2007 [4].

В рамках разрабатываемых документов принимается минимальный необходимый стандарт для публичной отчетности с целью информирования инвесторов или потенциальных инвесторов и их советников о результатах геологоразведочных работ, ресурсов и запасов углеводородного сырья.

Эти публичные отчеты должны включать годовые и квартальные отчеты компаний, пресс-релизы, информационные меморандумы, технические документы, сообщения веб-сайта и публичные выступления, но не ограничиваются ими.

Публичные отчеты подготавливаются на основе трех принципов: прозрачности, значимости и компетентности. Прозрачность предполагает – изложение всей необходимой информации относительно объекта исследования, значимость – обязательное присутствие описания всех существенных элементов информации об объекте, компетентность – квалифицированное суждение компетентного лица, обладающего соответствующим опытом, позволяющим на основании этого опыта давать компетентные оценки.

Кодекс публичной отчетности и казахстанская система классификации ресурсов и запасов нефти и газа по стандартам SPE-PRMS[6] должны будут применимы также к любым отчётам, которые будут подготовлены для локальных целей, таких, как экологические отчёты, информационные записки, отчеты экспертов, и технические документы, относящиеся к результатам геологоразведочных работ, ресурсам и запасам скоплений углеводородов [2].

Ожидаемые результаты

Успешная реализация планов по внедрению казахстанской системы классификации ресурсов и запасов нефти и газа по стандартам SPE-PRMS и Кодекса публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ даст старт официальному применению международных стандартов геологической отчетности в Казахстане, представляемой Казахстанской фондовой бирже (KASE), казахстанским банкам и инвесторам [2].

Кроме того, переход на стандарты SPE-PRMS позволит оценить вероятность наличия углеводородных ресурсов и экономическую эффективность извлечения запасов, учитывая возможности современных технологий и экологические нормы, налоги и актуальные цены на углеводороды, затраты на разведку, бурение, транспортировку и т.п.

Принятие этих основополагающих документов после практически 30-летнего развития независимого Казахстана, отечественная геология делает прорыв из замкнутости советских стандартов закрытой геологической отчетности о запасах в область публичной геологической отчетности о ресурсах и запасах углеводородов.

В свою очередь, гармонизация с международной системой по запасам, позволит вести единую систему подсчёта запасов, исключить дублирование отчетности, повысить достоверность оценки и степени точности прогнозирования добычи.

Нет сомнения, что планируемый переход на новые классификацию и стандарты отчетности будет содержать существенно больше преимуществ, чем недостатков. Но для этого понадобится определенный переходный и адаптационный период.

Потенциальные авторы разработчики

Исходя из сложившейся ситуации по кадровому обеспечению и требований к содержанию кодекса публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ и казахстанской системы классификации ресурсов и запасов нефти и газа по стандартам SPE-PRMS 2007 в качестве организации – разработчика предлагается Satbayev University с безусловным привлечением ведущих экспертов нефтяной и газовой промышленности Республики Казахстан.

Литературы:

1. Приказ и.о. Министра энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 27 октября 2005 года № 283 «Об утверждении Инструкции по классификации запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и природного углеводородного газа». [1]

2. Кодекс Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» от 24.05.2018 г. [2]

3. "Publications | The Society of Petroleum Engineers". www.spe.org. Retrieved 2017-11-28 [3]

4. www.spe.org/industry/docs/Petroleum_Resources_Management_System_2007 [4]

5. Хисамов Р.С., Сафаров А.Ф., Калимуллин А.М., Дрягалкина А.А. Вероятностно-статистическая оценка запасов и ресурсов по международной классификации SPE-PRMS - Георесурсы / Georesources, 2018г. Т. 20. № 3. Ч.1. с. 158-164. [5]

Д. Муканов, А. Акжигитова, А. Омирбаева, Г. Артуров

Геологиялық барлау жұмыстарының нәтижелері, мұнай және газ ресурстары мен қорлары туралы жария есептілік кодексін – Халықаралық геологиялық қоғамдастыққа кірігу әзірлеу қажеттігінің негіздемесі

Аңдатпа. Қазақстан Республикасы экономикасының мұнай-газ секторының аса маңызды инновациялық бағыттарының бірі көмірсутегі кен орындарының қорларын жіктеудің халықаралық жүйесіне ауысу және осы кен орындарын іздеу және барлау жөніндегі геологиялық барлау жұмыстарының нәтижелері туралы жария геологиялық есептіліктің халықаралық стандарттарына көшуді қараған жөн.

SPE-PRMS стандарттарына көшу қазіргі заманғы технологиялардың мүмкіндіктерін және экологиялық нормаларды, көмірсутектердің салықтары мен өзекті бағаларын, барлауға, бұрғылауға, тасымалдауға және т. б. шығындарды ескере отырып, көмірсутек ресурстарының болуы ықтималдығын және қорларды алудың экономикалық тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: мұнай және газ ресурстары мен қорлары, геологиялық барлау, Қазақстан, Халықаралық сыныптамасы.

Д. Муканов, А. Акжигитова, А. Омирбаева, Г. Артуров

Justification of the necessity to formulate a Public reporting code on Exploration results, resources and oil and gas reserves as integration into the International Geological Community

Abstract. One of the most important innovative areas of the oil and gas sector of the economy of the Republic of Kazakhstan should be considered the transition to the international classification system of hydrocarbon reserves and international standards of public geological reporting on the results of geological exploration in search and exploration of these deposits.

Transition to SPE-PRMS standards will allow evaluating feasibility of hydrocarbon resources and economic efficiency of extracting reserves, taking into account the capabilities of modern technologies and environmental standards, taxes and current oil and gas prices, costs of exploration, drilling, transportation, etc.

After almost 30 years of development of Independent Kazakhstan, adoption of these basic documents will make it possible to break through isolationist nature of Soviet standards of secretive geological reporting on reserves to public geological reporting on hydrocarbon resources and reserves, and to harmonize with the international system of reserves to a common system for calculating of reserves, eliminate duplication of reporting, improve the reliability of estimates and degree of accuracy of production feasibility.

Keywords: oil and gas resources and reserves, geological exploration , Kazakhstan, International classification.

УДК 550.34

М. Махмудулы[1], Г.К.Умирова[2], С.К.Муратова[1]
Научный руководитель: С.К.Муратова, зав.кафедрой «Геология и разведки МПИ» КОУ, ассоц. профессор, канд. технических наук
[1]Каспийский Общественный Университет, Казахстан, г. Алматы
[2]Казахский Национальный Технический Университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
madi.geoscience@gmail.com

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. *В данной статье показано, что в наблюдаемых геофизических полях находят закономерное отображение основные элементы геологического строения исследуемых территорий, в том числе перспективных на золото и другие сопутствующие полезные ископаемые. Рекомендуемая методика полевых исследований аэрогеофизики позволяет осуществить сбор данных с достаточной детальностью и точностью для выявления аномалий и определения поисковых критериев, являющихся основой прогноза перспективных зон.*

Ключевые слова. *Аэрогеофизика, аэромагниторазведка, аэрогаммаспектрометрия, гравиразведка, Васильковское рудное поле, аномалия, золото, интерпретация.*

Аэрогеофизические исследования являются одним из основных видов опережающих ГР-исследований, позволяющие оперативное проведение высокоточных цифровых съёмок на ранних стадиях поисковых работ, эффективную интерпретацию полученных данных с последующим выявлением участков для проведения детальных наземных работ.

В настоящее время во многих странах мира созданы и с успехом применяются многофункциональные аэрогеофизические комплексы, которые отличаются высокой разрешающей способностью, мобильностью, производительностью и экологической чистотой. Современная методика проведения опережающей геофизики на основе использования таких комплексов отработана и усовершенствована в ТОО «Научно-производственный центр «ГЕОКЕН» в процессе выполнения полевых опытно-методических, производственных, а также камеральных работ на территории Северного Казахстана.

Целью данной работы является создание цифровой геофизической основы для оценки поисковой эффективности аэрогеофизических методов и поисков рудоперспективных объектов на одном из месторождений Северного Казахстана.

Рассматриваемое месторождение является эталоном многотоннажных месторождений золота штокверкого типа, расположенного на территории Кокшетауского срединного массива. Он контролируется узлом пересечения региональных разломов северо-западного, северо-восточного и широтного направлений и Северо-Кокшетауской эллипсовидной купольно-кольцевой структурой размером 55х30 км, осложнённой куполами второго порядка.

Рассматриваемое месторождение относится к типу золото-сульфидно-кварцевых рудных объектов в интрузивных комплексах. Золотое оруденение месторождения приурочено к огромному Алтыбайскому интрузивному массиву, представленному интрузиями Крыккудукского (Зерендинского) кварцдиорит-гранодиорит-гранитового комплекса автохтонных и реоморфических гранитоидов верхнего ордовика-нижнего силура. Реальными перспективами наращивания запасов обладают глубокие горизонты и неоцененные фланги месторождения.

Особенностью полевых аэрогеофизических работ является использование самых современных аппаратурно-технологических комплексов и программ. Так, при выполнении аэрогеофизических работ применялись: система сбора данных DAARC-500 (RMSINSTRUMENTS, Canada), интерфейсный блок GT-Mag (РФ), цезиевые магнитометры CS-3 (Scintrex), 1024 канальный спектрометр RSX-5 (RadiationSolutionsInc., Canada) с полисциновыми детекторами NaJ (Tl) общей емкостью 32 литра, двухчастотный спутниковый навигационный приемник (two-frequencydual-system) GPS/GLONASS L1/L2 ReceiverTopcon), радиовысотомер TRA-3000, базовая магнитометрическая (MB-07) и GPS (Trimble R7) станции. Обработка и интерпретация аэрогеофизических данных выполнена с использованием современных специализированных комплексов программ Geosoft Oasis MontajTM, COSCAD 3D, SIGMA-3D и других.

При выполнении съемки, в отличие от традиционной магнитометрии с одним датчиком, исследования проведены с тремя магнитометрами в варианте градиентометрических измерений, позволившими получить дополнительную информацию об особенностях распределения магнитного поля.

Выполненные геофизические исследования были направлены на решение следующих задач:

- выявление геолого-структурных особенностей строения месторождения;
- выделение основных пликативных и разрывных нарушений, зон рассланцевания и околорудных изменений;
- изучение распределения гамма-активности горных пород с целью геологического картирования и выделения зон метасоматоза потенциально перспективных на золотое оруденение;
- выявление скрытых геологических объектов и, по возможности, определение их количественных параметров и характеристик.

В результате качественной и количественной интерпретации получены сведения о распределении в пространстве магнитовозмущающих масс и геоплотностных неоднородностей. Это поможет расширить и уточнить имеющиеся представления о геологическом строении площади исследований, выделить геолого-геофизические поисковые критерии и наметить участки, потенциально благоприятные для формирования золотой минерализации.

Процедуры анализа аэрогеофизических материалов по площади аэрогеофизической съемки включали в себя:

- корреляционный и статистический анализ магнитного, гравитационного и гамма-спектрометрического полей;
- разделение гравитационного и магнитного полей на региональную и локальные составляющие;
- вычисление градиентных характеристик (вертикальная и горизонтальная производные, аналитический сигнал) гравитационного и магнитного полей;
- автотрассирование осей аномалий и градиентных зон гравитационного и магнитного полей;
- районирование территории на основе анализа статистических характеристик магнитного, гравитационного и гамма-спектрометрического полей.

По результатам интерпретации гравимагнитных данных выделены все основные интрузивные массивы в пределах территории, с которыми связано оруденение в районе работ. В ходе геологической интерпретации данных трех методов (гравиразведки, магниторазведки и гамма-спектрометрии) выделены несколько групп аномалий. Выявленные аномалии радиоактивности были рассмотрены совместно с магнитными и гравитационными аномалиями, сопоставлены с геологической основой с привязкой к рельефу местности.

На Рисунке 1 приводится пример перспективной зоны 1 и 2 с характерным поведением геофизических параметров.

Характеристика перспективной зоны 1

	Форма	**Интенсивность аномалии**	**Описание**
Гравитационное поле	Линейная, состоит из нескольких аномалий изометричной формы	Отрицательная 13-16 мГал	Алтыбайский интрузивный массив, сложенный в центральной части аномалии гранитами γ_3O_3 – S_1z, по периферии – гранодиоритами $\gamma\delta_2O_3$ – S_1z; аномалия b, участок сложен кварцевыми гранодиоритами, ограничивается выходами габбро;
Магнитное поле	Полукольцевая форма, поле сложное, каждый максимум ограничен зонами повышенных градиентов	700 нТл	Зоны повышенных градиентов совпадают с разрывными нарушениями. Границы аномалии повторяют границы между гранитами и габбро-диоритами на севере, и габбро-диоритами и диоритами на юге. Локальные максимумы зафиксированы над телами габбро.
Гаммаспектрометрия	Линейная, состоит из нескольких аномалий изометричной формы	МЭД, 25 мкР/час	Южная часть Алтыбайского массива. Локальные максимумы – над мелко- и среднезернистыми гранитами γ_3O_3 – S_1z. Аномалия с юга ограничивается выходами габбро-диоритов вдоль разломов

Результаты исследования. Проведенный анализ позволил уточнить модель геологического строения площади, построить объемные геоплотностные и геомагнитные модели до глубины 5 и 10 км, уточнить положение границ интрузивных массивов, крупных тектонических структур и элементов, кроме того, появились основания для выделения серии разломов, которые ранее отсутствовали на геологических картах и тектонических схемах.

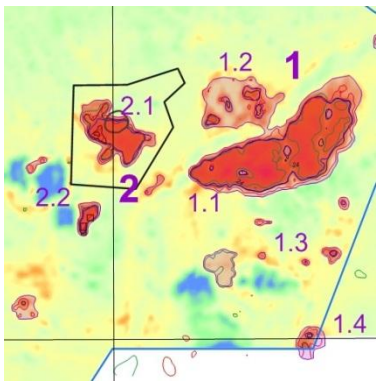
На основе полученных аэрогеофизических данных, выделены и рекомендованы для дальнейшего изучения участки аномального распределения параметров потенциальных полей, перспективных на золотое, медно-полиметаллическое и редкометальное оруденение.

Выполненные исследования, в целом, повышают эффективность геологоразведочных работ, сокращают сроки и стоимость геологических исследований.

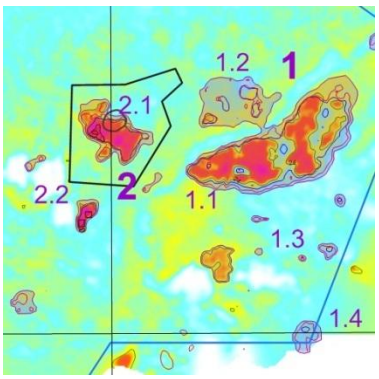
Основные выводы:

1) Отдельно взятый геофизический метод не гарантирует высокую достоверность прогноза, положительный результат получен при использовании комплекса методов, позволяющая устранить неоднозначность выводов отдельного метода;

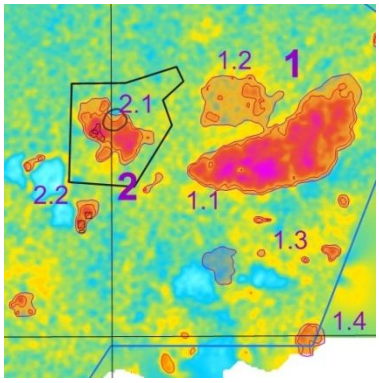
2) Учитывая высокий уровень развития современного приборостроения, методику полевых работ и огромный потенциал обрабатывающих и интерпретационных программных средств в области комплексных аэрогеофизических работ, рекомендуется их обязательное включение в качестве опережающих работ при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, и создания современной геофизической основы для дальнейшего планирования ГРР, как это было в период «советской геологии».



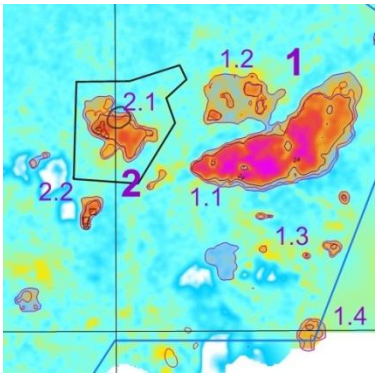
Фрагмент карты мощности экспозиционной дозы



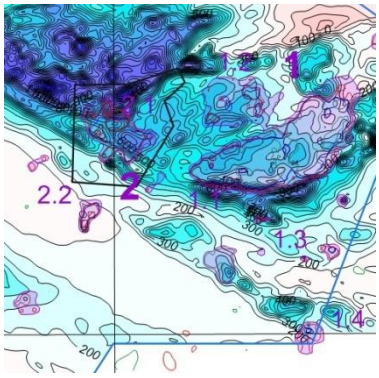
Фрагмент карты содержания калия



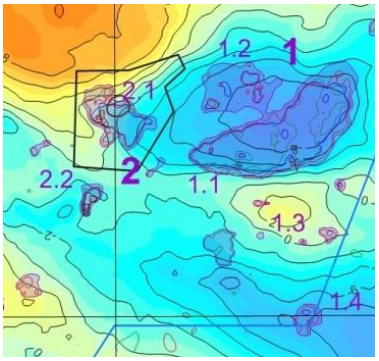
Фрагмент карты содержания урана



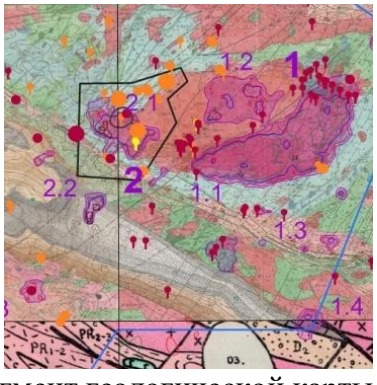
Фрагмент карты содержания тория



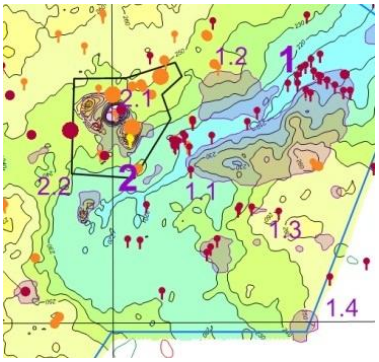
Фрагмент карты аномального магнитного поля



Фрагмент карты локальных гравитационных аномалий



Фрагмент геологической карты



Фрагмент карты рельефа

Рисунок 1 – Геолого-геофизическая характеристика перспективных зон 1 и 2

Литературы:

1. Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И и др. Геологическое строение Казахстана. Алматы: Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан, 2000 г.
2. Кличников В.А. Эффективность комплексных геолого-геофизических и геологических исследований при поисках рудных месторождений в Казахстане. «Геология и разведка недр Казахстана». Алматы. Издательство Академии минеральных ресурсов, 2001 г. № 1 – стр.40-47
3. Безнедельный Б.Д. Применение магниторазведки при поисках золота (на примере Кутюхинского месторождения). Материалы научно-практической конференции «Технология геологоразведочных работ», стр. 139-143, Алматы, 2013
4. Данилов В.В., Данилов В.И. Методика оценки крупных штокверковых месторождений (Васильковское). Материалы международного симпозиума «Гигантские месторождения золота Центральной Азии. Укрепление золоторудного потенциала Казахстана», стр. 61-65, Алматы, 2014.

Фондовые материалы

5. Ванюков О.М., Абдраманов Д.К. и др. Проект на проведение поисковых работ в пределах Васильковского рудного поля (на территории Акмолинской и Северо-Казахстанской областей) на 2013-2015 гг. «проект», г. Кокшетау, 2012 г.

Махмудұлы М., Умирова Г.Қ., Райнс К.

Солтүстік Қазақстан кен орнында кешенді аэрогеофизикалық жұмыстарды жүргізудің заманауи технологиялары

Аңдатпа. Өлшенген геофизикалық өрістерде зерттеліп жатқан ауданның және пайдалы қазбаларға перспективті аумақтардың геологиялық құрылысының негізгі элементтері айқын байқалатыны осы мақалада көрсетілген. Аэрогеофизикалық түсірудің ұсынылып отырған әдістемесі аномалияларды тауып геологияөгеофизикалық критерийларды анықтауға жеткілікті деректерді алуға көмектеседі.

Түйін сөздер. Аэрогеофизика, аэромагнитобарлау, аэрогаммаспектрометрия, гравибарлау,аномалия, интерпретация.

M. Makhmuduly, G. Umirova, C. Raynes.

Modern technologies of complex air geophysical works at the field of Northern Kazakhstan

Abstract. he complete analysis allowed refining the geological structure model of the area, geomagnetic and density modeling, delineating the boundaries of the intrusive, general tectonic elements, outlining the fault/fracture series, which were not mentioned earlier. Gold, Copper, Basemetals and etc. potential areas were defined as high priority and recommended for further detailed investigations.

Keywords. Aerogeopysics, airborne magnetic survey, airborne radiometric survey, gravity survey, anomaly, gold, interpretation.

УДК 550.83, 550.8.052

М. Махмудулы [1,2], Г.К. Умирова [1], К. Райнс [3].

[1] ТОО «Научно-Производственный Центр «ГЕОКЕН», Казахстан, г.Алматы

[2] Каспийский Общественный Университет, Казахстан, г.Алматы

[3] IndiGEO Consultants Pvt Limited, Индия, г.Бангалор

madi.geoscience@gmail.com

КОМПЛЕКСНЫЕ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РУДОПЕРСПЕКТИВНЫХ РАЙОНОВ ИНДИИ

Аннотация. *В данной статье представлен опыт ТОО «НПЦ «ГЕОКЕН» в проведении комплексных аэрогеофизических работ на территории Индии в рамках проекта «Multisensor Aerogeophysical Surveys over OGP», направленной на расширение минерально-сырьевой базы Республики Индии. Показана эффективность опережающей аэрогеофизики в решении круга*

задач по обнаружению новых источников минерального сырья. Представлены элементы интерпретации по изучению тектонического строения исследуемой территории, и выявлению перспективных районов, а также объектов, благоприятных на обнаружение кимберлитовых трубок, радиоактивного сырья и т.д.

Ключевые слова. *Аэрогеофизические работы, аэромагнитоградиентометрия, аэрогамма-спектрометрия, Индия, кимберлитовые трубки.*

Многоцелевой характер опережающих аэрогеофизических работ определяет целесообразность его применения в комплексе мероприятий по обнаружению новых источников минерального сырья. Минерально-сырьевая база Республики Казахстан является основным источником пополнения бюджета страны. В связи с этим ключевой задачей в деле обеспечения благосостояния и безопасности РК является опережающий прирост запасов по основным видам сырья. Особое значение в процессе увеличения ресурсной базы страны и выборе новых направлений поисковых работ приобретает создание современной комплексной цифровой геофизической основы для обновления имеющихся геологических, структурно-тектонических и прогнозно-металлогенических карт и схем, составленных в 70-90 годы прошлого столетия. Опыт последних лет показывает, что данная задача не может быть эффективно решена без участия государства: привлечение частных инвесторов для освоения минерально-сырьевой базы возможно лишь при определённой инвестиционной привлекательности предлагаемых для разведки и разработки территорий и объектов [1].

При решении подобных задач, когда возникает необходимость исследования значительных территорий, а время, отводящееся на выполнение работ, весьма ограничено, ведущая роль в подготовке геофизической основы прогнозно-поисковых работ отводится комплексу аэрогеофизических методов и технологий, доказавших свою эффективность при решении широкого круга геологических задач. Аэрогеофизические методы, оснащенные совершенным и наиболее полным на сегодняшний день комплексом оборудования, отличаются высокой разрешающей способностью и мобильностью, не требуют существенных финансовых затрат (как, например, при поисковом бурении или опробовании), что делает их использование особенно актуальным в условиях кризиса [2].

В прошлом столетии аэрогеофизические съемки выполнялись на ранних стадиях изучения территорий, входя в состав опережающей геофизики. Результаты таких съемок служили основой для решения как задач общего геологического назначения (геологическое и структурно-тектоническое картирование, ландшафтно-геологическое районирование и т.п.), так и целевых, направленных на локализацию перспективных объектов. На современном этапе термин «опережающая геофизика», к сожалению, утратил свое значение. В редких случаях аэрогеофизические исследования в РК используются при выполнении ГДП-200. Так, в рамках Республиканской бюджетной программы «Региональные, геолого-съемочные, поисково-оценочные и поисково-разведочные работы», ТОО НПЦ «ГЕОКЕН» в 2014-2015 г. г. провел опережающие аэрогеофизические съемки по ГДП-200 на территории листов N-42-XXXI; XXXII; M-42-I; XXII; XXIII; N-43-XXXI; XXXII; M-43-II; XX; XXI; L-44-V; XI; XVII (казахстанская часть); M-45-XXV; XXXI. Это дало возможность провести геологическое доизучение исследуемых площадей на основе современной высокоточной базы геофизических данных.

На территории других государств на проведение опережающей геофизики отводят особую роль, с которой связаны перспективы расширения минерально-сырьевой базы. В геолого-геофизические исследования вкладываются довольно весомые бюджетные средства. Примером таких вложений является полномасштабный проект «Multisensor Aerogeophysical Surveys over Obvious Geological Potential Areas», инициированный комитетом Геологии Индии “Geological Survey of India”, целью которого является расширение минерально-сырьевой базы и ресурсного потенциала Республики Индии. Ожидается, что данное мероприятие значительно усилит проведение поисково-разведочных работ по всей стране и привлечёт инвестиции в минеральный сектор.

Данная программа по государственной разведке недр предполагает покрытие аэрогеофизической съёмкой территории площадью 815 тыс. км^2, разделённой на 12 блоков, в течение 3-х лет (Рисунок 1).

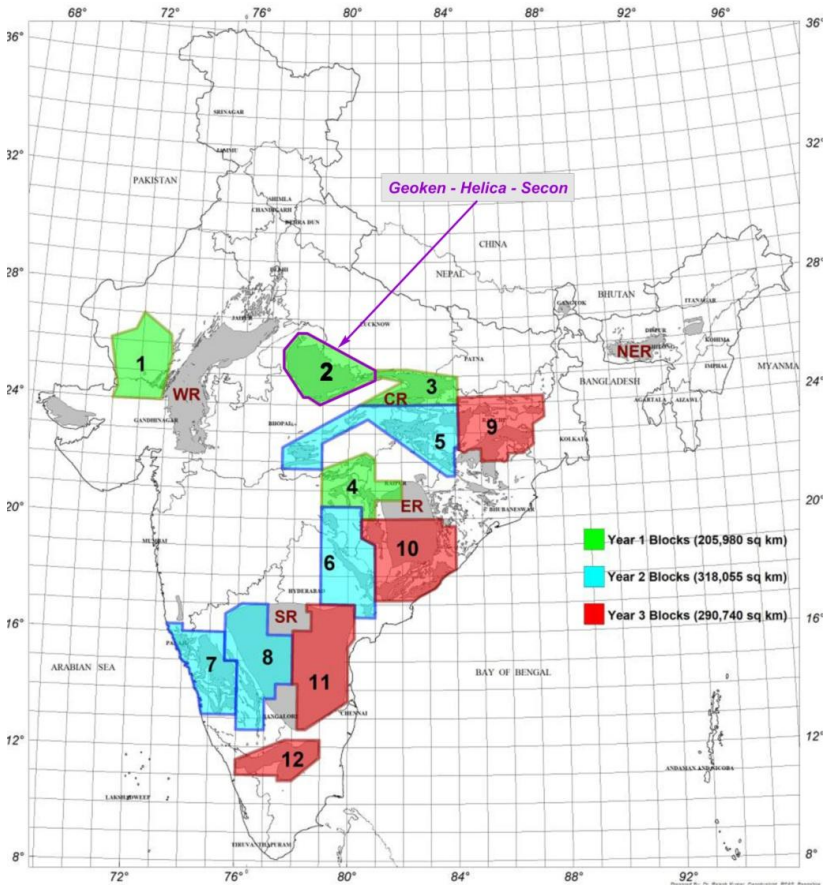


Рисунок 1 – Проект «Multisensor Aerogeophysical Surveys over OGP»

В целях реализации данного проекта были привлечены иностранные аэрогеофизические компании из Канады, стран Европы и Южной Америки для каждого из блоков, а также ведущие специалисты из Великобритании в качестве экспертов по контролю качества. Поскольку большая площадь покрытия (даже в масштабах одного блока) требовала его отработки несколькими воздушными суднами, возникла необходимость подключения дополнительных сил. Был создан Консорциум из компаний ТОО «НПЦ Geoken» (Казахстан), Helica (Италия) и Secon (Индия). Консорциум возглавил ТОО «НПЦ Geoken». Консорциумом были успешно выполнены комплексные аэрогеофизические исследования, в состав которых вошли аэромагнитоградиентометрическая и аэрогамма-спектрометрическая съёмки. Выполненный объём составил около 160 тыс. пог.км. Географически Блок 2 расположен в центральной части Индии (Рисунок 2).

Целью поисковых работ 2017-2018 гг. на Блоке 2 является создание современной цифровой геофизической основы и выделение рудоперспективных участков и объектов для дальнейшей постановки детальных поисково-оценочных геологоразведочных работ.

В геологическом строении территории Блока 2 принимают участие коренные породы архейского периода (Бунделькандский кратон), осадочные образования протерозойских отложений (Виндхьянский суббассейн), вулканогенно-осадочные породы траппового комплекса Деккан, относящиеся к меловому периоду. Наиболее молодыми осадочными образованиями являются четвертичные отложения Инди-Гангского аллювия [3].

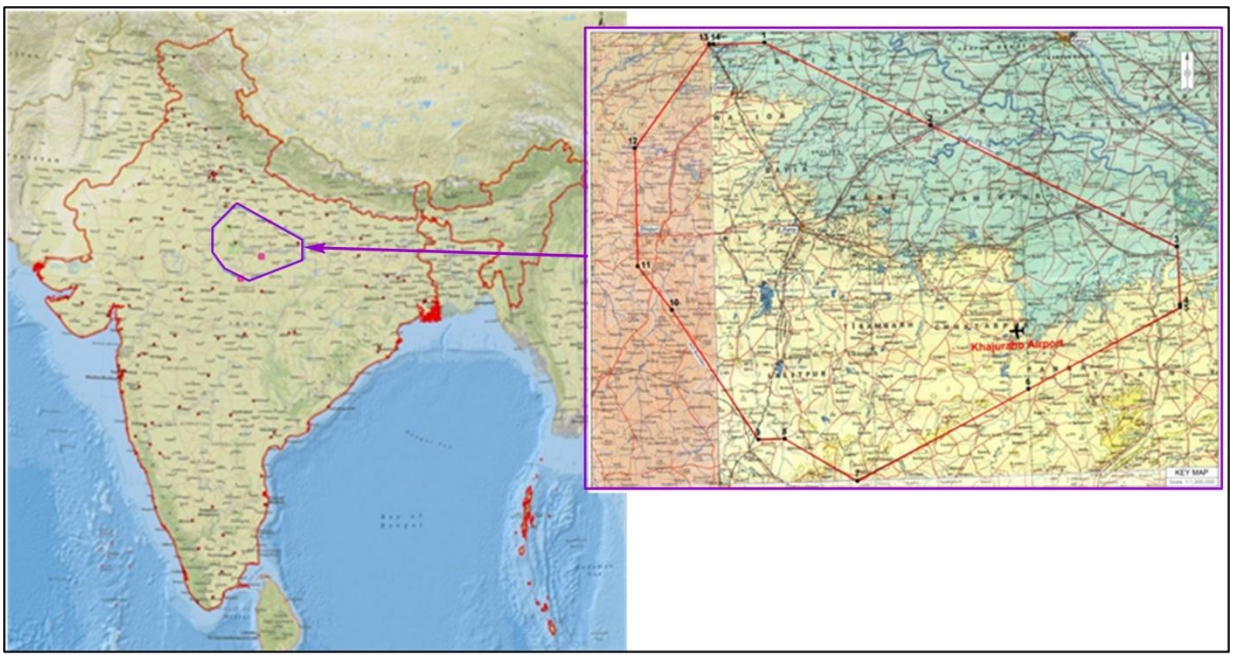


Рисунок 2 – Географическое положение Блока 2

Мощный гранитный массив Бундельканд (кратон), занимающий большую часть территории в центре, обрамляется по периферии породами осадочных Виндхьянских отложений с востока, юга и запада. Аллювий Инди-Гангских Долин покрывает кратон с переменной мощностью с северо-восточной стороны. Базальтовые образования траппового комплекса Деккан имеют развитие преимущественно в юго-западной части района исследований (Рисунок 3) [4].

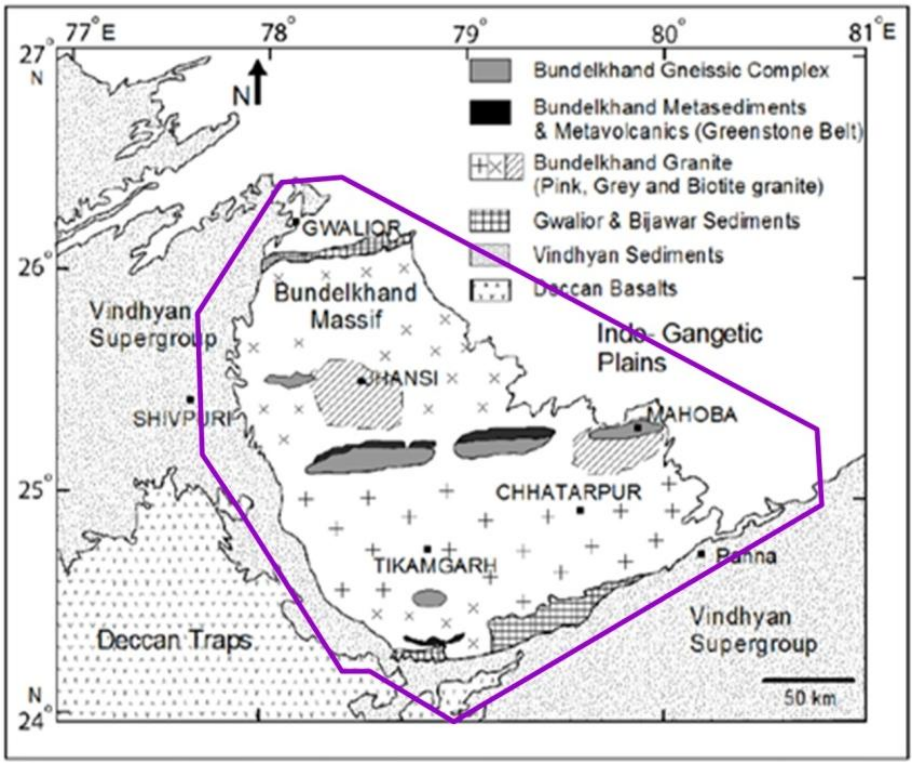


Рисунок 3 – Схематическая геологическая карта Бунделькандского массива

Перспективы данной территории связываются с месторождениями железа, цветных металлов, урана, редкоземельных элементов, строительного сырья (гранитные блоки, щебень) и др [5]. Однако, первостепенный интерес заслуживают алмазы, добывающиеся открытым способом из первичных источников – кимберлитовых трубок. Кимберлитовое месторождение Маджгаван, крупнейший и основной экспортёр природных алмазов Индии, расположен в юго-восточной окраине Блока 2.

Исходя из особенностей поставленных геологических задач, расстояние между рядовыми маршрутами составило 300 м, между секущими – 2 км при высоте полёта над поверхностью 80 м с генеральным обтеканием рельефа. Авиационное обслуживание работ обеспечено компанией «Ultimate Airlines» (ЮАР) для GEOKEN и Helica, на самолётах Cessna 208B Grand Caravan и Pilatus PC-6 соответственно. Полевые и камеральные работы выполнены с использованием современных аппаратных и программных комплексов, отвечающих отраслевым стандартам международного уровня.

Обработка, анализ и геологическая интерпретация аэрогеофизических данных выполнены с использованием современных специализированных комплексов программ Geosoft Oasis MontajTM и его различных модулей, Modelvision и других. Результаты интерпретации с привлечением всего объема априорной геолого-геофизической информации были направлены на решение следующих задач:

- Выявление геолого-структурных особенностей строения территории Блока 2;
- Районирование территории и выделение основных пликативных и разрывных нарушений, зон рассланцевания, околорудных изменений на основе анализа статистических характеристик магнитного, гравитационного, геохимического и гамма-спектрометрического полей, космоснимков LandSat;
- Выявление скрытых геологических объектов (интрузивов) и, по возможности, определение их количественных параметров и характеристик;
- Систематизация рыхлых отложений;
- Определение рудоперспективных площадей; выводы и рекомендации по дальнейшему направлению работ.

В целях выполнения поставленных задач применена эффективная методика интерпретации, состоящая из следующих процедур анализа материалов аэрогеофизической съёмки:

- корреляционный и статистический анализ магнитного и гамма-спектрометрического полей;
- разделение потенциальных полей на региональную и локальную составляющие;
- вычисление градиентных характеристик (вертикальная и горизонтальная производные, аналитический сигнал) магнитного поля;
- вычисление 3D положения точек геомагнитной модели методом деконволюции Эйлера;
- Выделение кимберлитов методом Китинг-анализа (Keating Correlation);
- Профильное моделирование.

Результаты. В процессе выполненных детальных аэрогеофизических исследований на блоке больших размеров и анализа полученных материалов удалось решить все поставленные геологические задачи. Путём обобщения, увязки, анализа и интерпретации в свете современных стратиграфических, геодинамических, металлогенических и др. представлений, построены геофизические и интерпретационные карты высокой точности и дана прогнозная оценка площади на приоритетные виды минерального сырья, в первую очередь, алмазы.

Анализ статистических характеристик магнитного, гравитационного, геохимического и гамма-спектрометрического полей, космоснимков LandSat дал возможность выделить основные пликативные и разрывные нарушения, зоны рассланцевания, зоны околорудных изменений. Также удалось провести районирование территории (Рисунок 4).

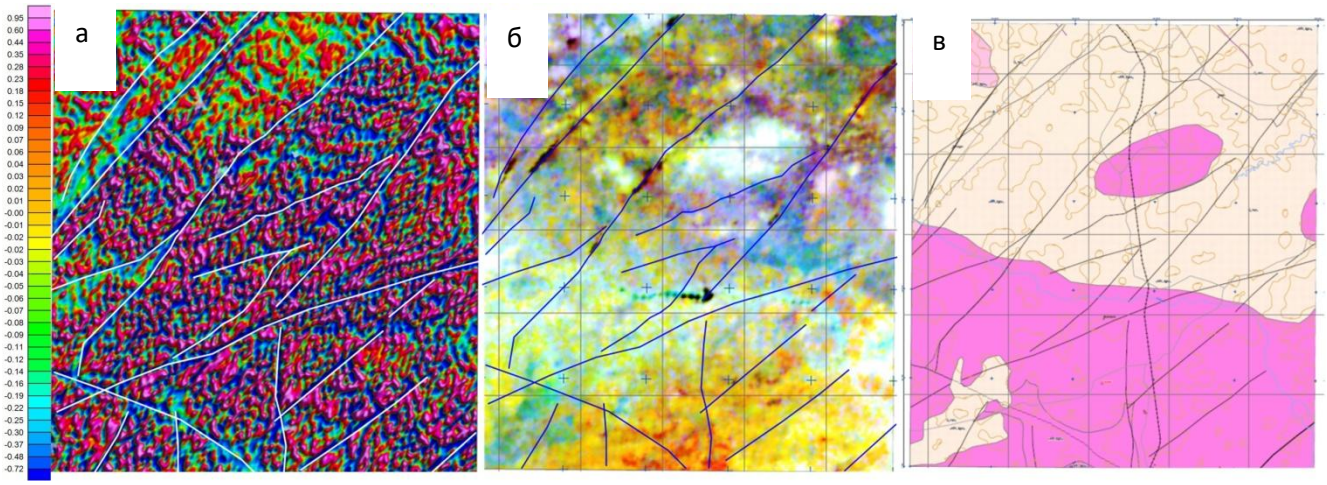


Рисунок 4 – Элементы интерпретации разрывной тектоники (первая вертикальная производная магнитного поля (1VD (а)), карта цветового синтеза K, U, Th (Ternary) (б), схема интерпретации (в)

Высокая концентрация урана на одном из участков района исследований соответствует интенсивным аномалиям магнитного поля до 1000 нТл. Такое поведение геофизических параметров было проинтерпретировано, как погребенный интрузивный массив, который мог быть источником развития метасоматических процессов, благоприятных на урановую минерализацию.

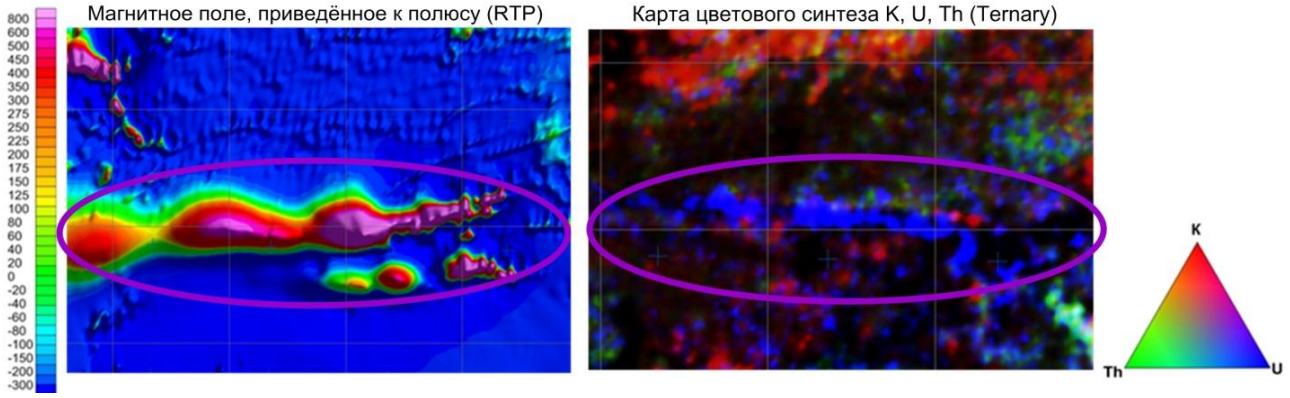


Рисунок 5 – Элементы интерпретации по выделению перспективных участков на уран

Поскольку в районе Виндхьянских отложений уже известны алмазоносные кимберлитовые трубки (Маджгаван и Саптарши), данная территория является перспективной на обнаружение новых кимберлитовых тел. Интенсивные аномалии магнитного поля характерно изометричной формы на спокойном магнитном фоне позволяют интерпретировать их как кимберлитовые трубки (Рисунок 6).

С использованием программы Modelvision были определены некоторые количественные характеристики перспективных объектов, благоприятных на кимберлиты. На Рисунке 7 представлена вероятная модель кимберлитовой трубки, соответствующая характеру проявления аномалии в магнитном поле.

Исходя из особенностей геологического строения, изучаемая территория является также перспективной на выявление в докембрийских породах месторождений металлов, таких как железо, медь, алюминий, редкие земли, радиоактивного сырья и т.д. Учитывая, что часть известных локальных перспективных площадей опоискована преимущественно

поверхностными методами, можно заключить, что применение аэрогеофизических исследований может быть существенным дополнением к ранее известной информации, что позволит повысить поисковую привлекательность Блока 2.

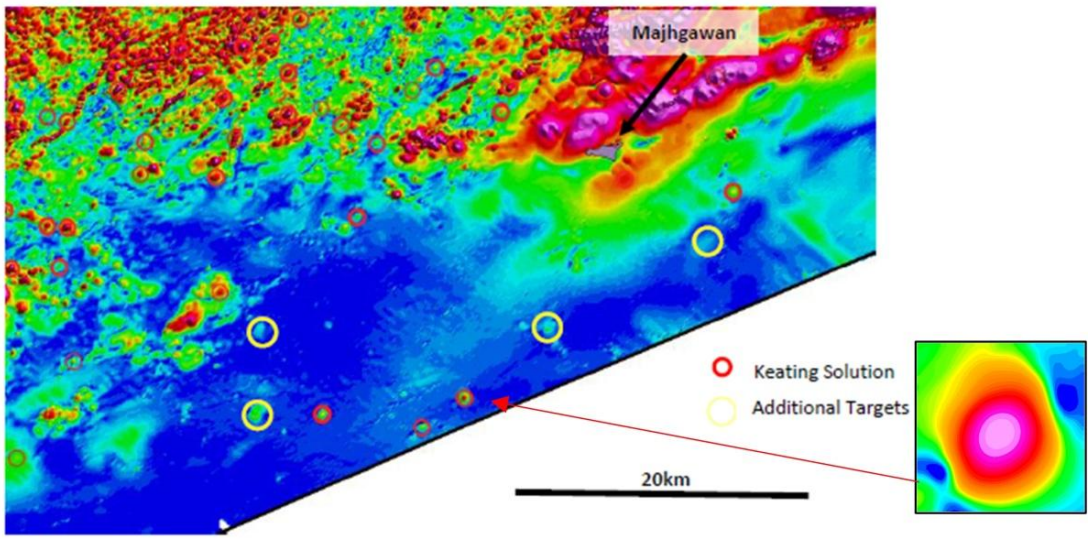


Рисунок 6 – Обнаружение вероятных кимберлитов в трансформантах (Analytic Sygnal) магнитного поля методом Keating Correlation

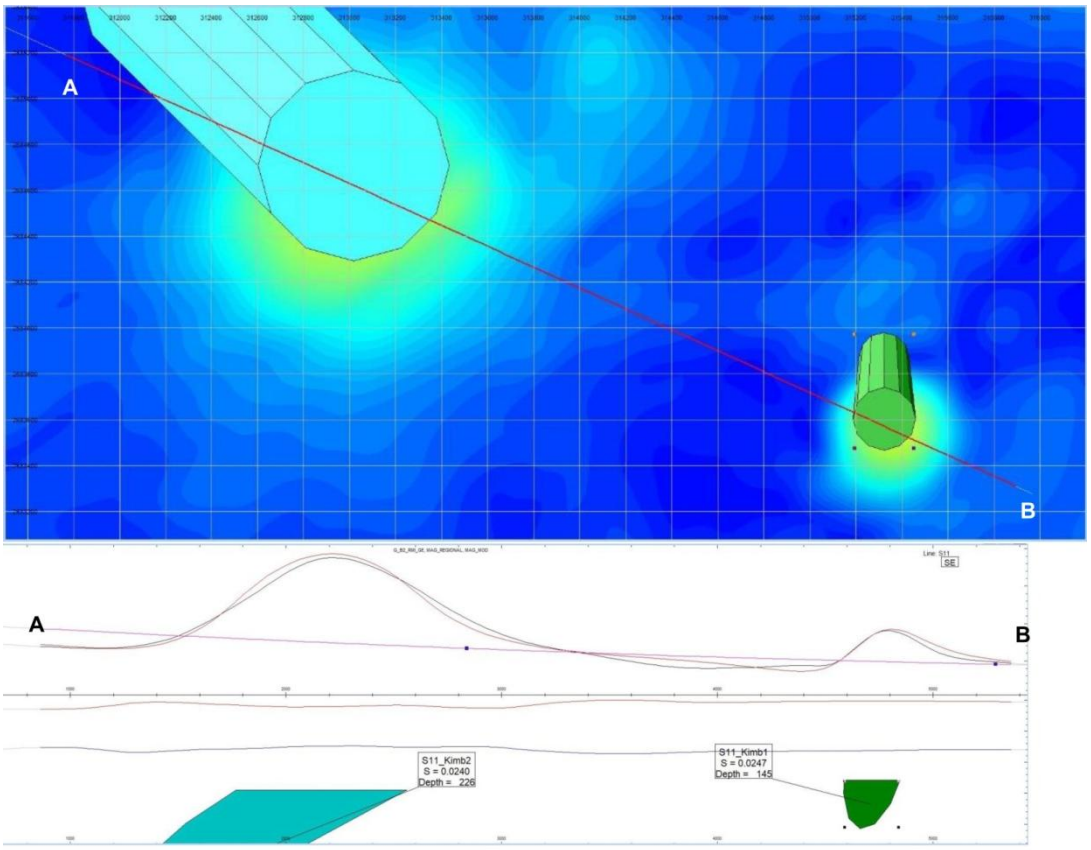


Рисунок 7 – Результаты профильного моделирования в Modelvision

Выводы. Многоцелевой характер опережающих аэрогеофизических работ определяет целесообразность его применения в комплексе мероприятий по обнаружению новых

источников минерального сырья, тем более что его использование не несёт существенных финансовых затрат за относительно короткий интервал времени, в случае выполнения за Государственный счёт. Авторы статьи на практических примерах показали высокую эффективность и экономическую целесообразность проведения на обширных территориях детальных аэрогеофизических исследований. Получаемая в результате таких исследований геолого-геофизическая основа может затем использоваться для целевой интерпретации, направленной на оценку перспектив территории на те или иные виды сырья и конкретизировать направления дальнейших геологоразведочных работ.

Литературы:

1. Киселёв Е.А. – Разведка и охрана недр. НПП «Аэрогеофизика». – Москва, 2015. Стр. 4-8, 25.

2. Бабаянц П.С., Руш В.А. Возможности комплексных аэрогеофизических съёмок при создании геофизического обеспечения регионально-геологических и прогнозно-поисковых работ. – Москва, 2009. Стр. 6-10.

3. Singh S.P., Singh M.M., Srivastava G.S., Basu A.K., 2007. Crustal evolution in Bundelkhand area, Central India. Himalayan Geol., 28, 79-101.

4. Absar N., 2005. Geology and geochemistry of Paleoproterozoic Gwalior group sediments, Bundelkhand craton, Central India: implications for provenance, depositional environment, tectonic setting and evolutionary trend of upper continental crust. Department of Geology. Aligarh Muslim University.

5. Deb M. and Pal T., 2015. Mineral potential of Proterozoic intracratonic basins in India. Geological Society, London, Memoirs, 43(1), 309-325.

Махмудұлы М., Умирова Г.Қ., Райнс К.

Индияның рудаларға перспективтік аудандарындағы кешенді аэрогеофизикалық зерттеулер.

Аңдатпа. Осы мақалада Индия аумағында «Multisensor Aerogeophysical Surveys over OGP» жобаны іске асырғандағы «ГЕОКЕН» ҒӨО» ЖШС компаниясының кешенді аэрогеофизикалық жұмыстарды жүргізудің тәжерибесі көрсетілген. Осы өндірістік жұмыстары Индия Республикасының минеральды-шикізат негізін кеңейтуге арналған. Пайдалы қазбалардың жаңа көздерін табудағы аэрогеофизиканың тиімділігі анықталған.

Түйін сөздер. Аэрогеофизикалық жұмыстар, аэромагниттік градиентометрия, аэрогамма-спектрометрия, Индия, кимберлит трубкалар.

M. Makhmuduly, G. Umirova, C. Raynes.

Complex aerogeophysical surveys of mineral potential areas of India.

Abstract. This article presents the SPC “GEOKEN” LLP Company’s experience in conducting complex aerogeophysical surveys in India as a part of the “Multisensor Aerogeophysical Surveys over OGP”, aimed at expanding the mineral resources base of India. The efficiency of advanced airborne geophysics in prospecting new mineral commodities is described.

Keywords: Aerogeophysical surveys, airborne magnetic-gradient survey, airborne gamma-ray spectrometer survey, India, kimberlitic pipes.

УДК 550.3

А.Н. Сағынбаева
Научный руководитель - А.Е. Абетов, заведующий кафедры геофизики ИГиНГД, профессор доктор геол.-минерал. наук
Сәтбаев Университеті, г.Алматы, Сатпаева 22,
aidan_100@mail.ru

ПОСТРОЕНИЕ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕРРИГЕННЫХ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ 13-ГОРИЗОНТА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ

Аннотация. *в статье рассмотрена петрофизическая модель терригенных пластов-коллекторов 13 горизонта на месторождении Узень, полученная путем системного анализа результатов комплексных геолого-геофизических исследований, включая данные ГИС и результаты лабораторного анализа образцов керна. Описаны карты распространения фильтрационно-емкостных свойств пластов-коллекторов (песчанистость, пористость и проницаемость) 13 горизонта. Проведен анализ сопоставления продуктивности с фильтрационно-емкостными свойствами. Выявлены прямые корреляционные между дебитами скважин с одной стороны и песчанистостью, пористостью и проницаемостью пород 13 горизонта – с другой.*

Ключевые слова: *петрофизическая модель, керн, фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС), геолого-геофизические исследования, терригенные отложения.*

Петрофизическая модель представляет собой математическое описание объемного распределения пористости, проницаемости и флюидонасыщенности в пластах-коллекторах, основанное на данных непосредственных или косвенных определений указанных физических свойств по конкретным типам горных пород [1].

С учетом этого определения по 13 горизонту месторождения Узень были построены карты распространения песчанистости и фильтрационно-емкостных свойств коллекторов (проницаемость, пористость) с привлечением данных ГИС по более чем по семи тысячам скважин. Из них по 14 скважинам отбирались керн. На карте распространения песчаных коллекторов с различными коллекторскими свойствами отображены скважины, вскрывшие 13 горизонт. (рисунок 1)

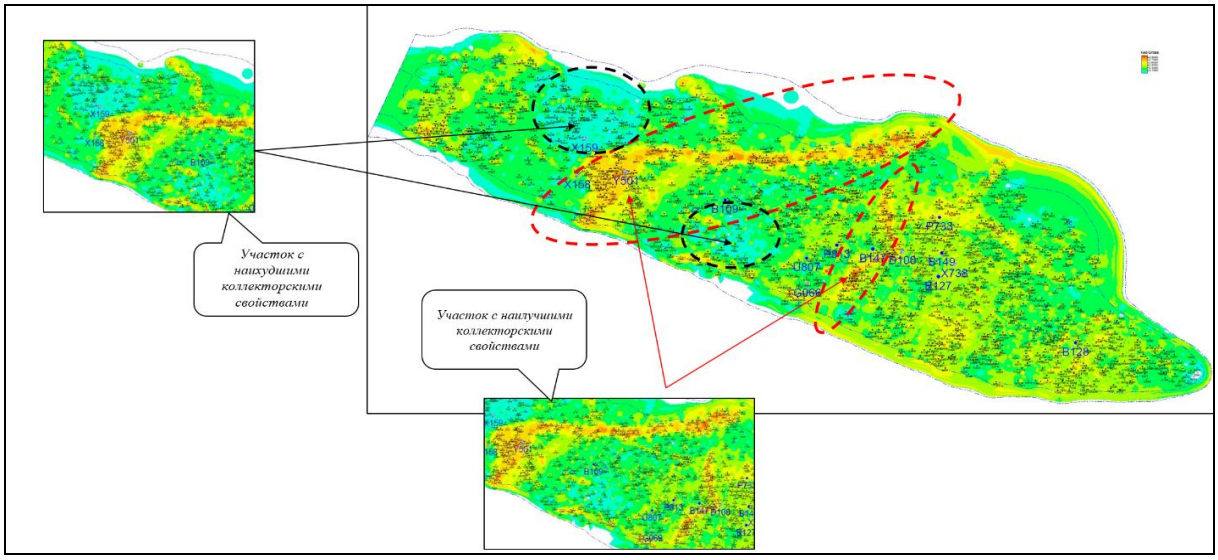


Рисунок 1 - Распределение песчаных коллекторов с улучшенными и ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами по 13 горизонту

Изучение кернового материала показывает, что 13 горизонт сложен преимущественно смешанными породами (глинисто-алеврито-песчаными и глинисто-песчано-алевритовыми), реже в разрезе встречаются песчаники, пески и алевролиты [2,3]. Смешанные породы, песчаники и пески образуют однородные по латерали пласты; алевролиты и алевриты встречаются в виде тонких прослоев среди глин (рисунок 2).

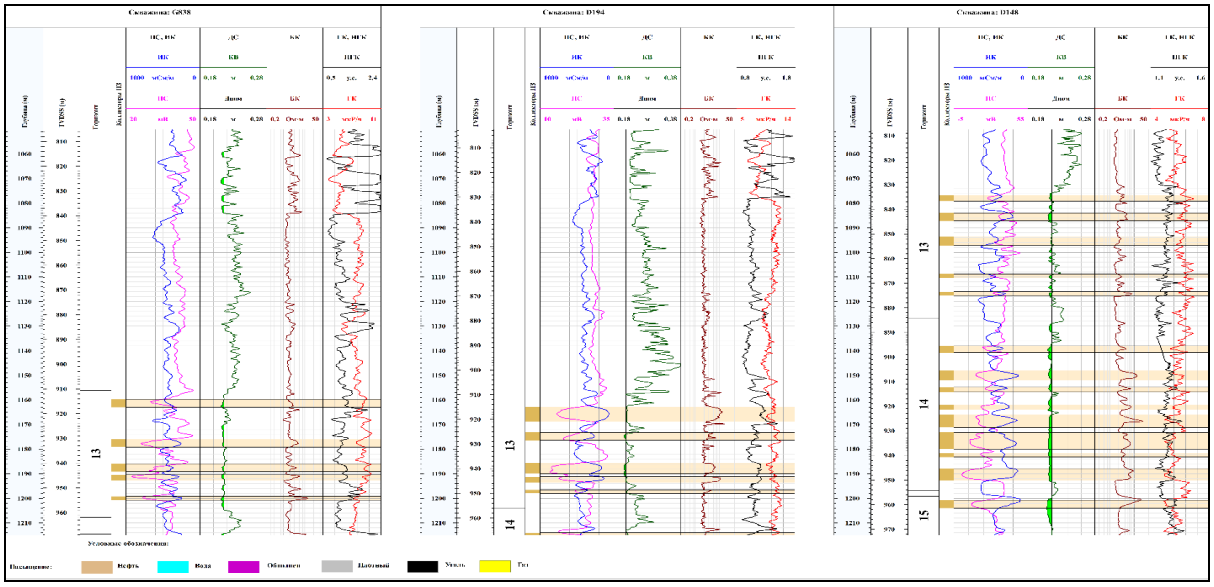


Рисунок 2 - Распределение коллекторов с ухудшенными ФЕС по линии скважин G838-D194-D148

Пласты-коллектора с ухудшенными коллекторскими свойствами и со смешанными породами в виде тонких глинистых прослоев наглядно демонстрирует комплекс каротажных данных по линии скважин G838 - D194 - D148 (рисунок 2). Эффективная мощность нефтенасыщенных пластов – коллекторов не превышает 10м.

Иная ситуация наблюдается по линии скважин P366 - B846, пробуренных на участке с улучшенными коллекторскими свойствами (рисунок 3). Терригенные пласты - коллектора здесь имеют однородную структуру, тогда как толщина нефтенасыщенных пластов варьирует в диапазоне от 30 до 40м.

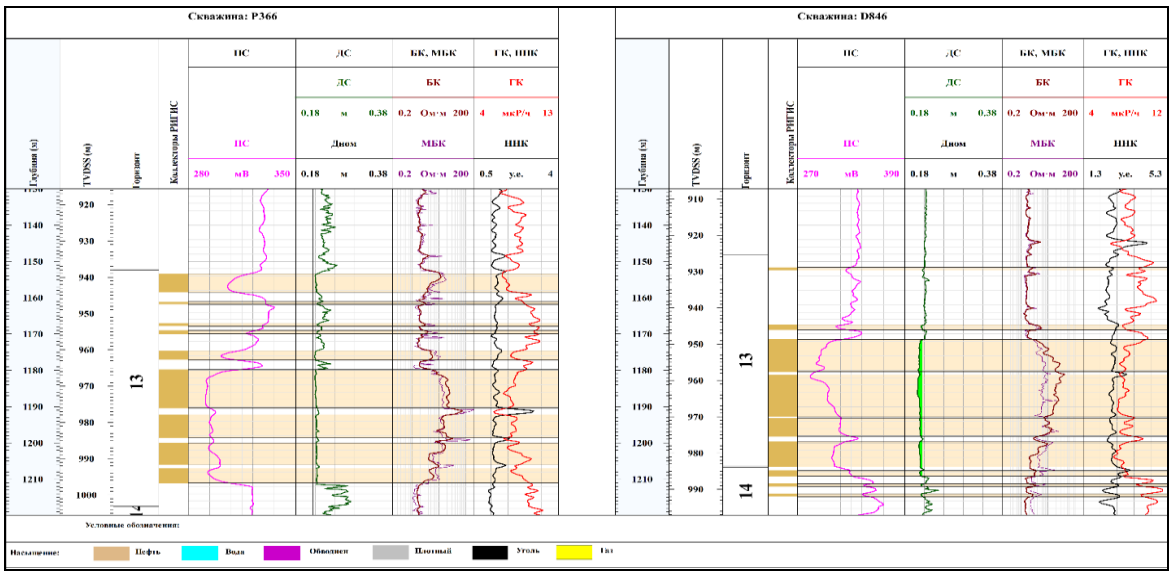


Рисунок 3 – Распределение коллекторов с улучшенными ФЕС по линии скважин P366-D846

Среди песчаников и песков по структуре различаются мелко - и разнозернистые разности, при превалировании в разрезе первых.

Песчаники и пески серые и зеленовато-серые, неслоистые, преимущественно не известковистые, в отдельных участках слабо известковистые, редко сильно известковистые. В последних нефть иногда присутствует только в трещинах. Песчаники слабо сцементированные переходят в рыхлые пески с мелкими свободными порами. Мелкозернистые песчаники и пески в различной степени алевритистые и глинистые.

В целом, песчаник и пески обладают чаще хорошими коллекторскими свойствами, которые находятся в обратной зависимости от глинистости и карбонатности.

Пилитовые фракции (с содержанием от 5,3 до 48,3%) вместе с алевритом расположены между песчаными коллекторами и связывают их.

Алевролиты и алевриты серые: слоистые, преимущественно не известковистые, прослоями известковистые, чаще содержат прослои и линзы глин. Алевролиты слабо сцементированные, а при высокой карбонатности, достигающей 16,8%, крепко сцементированные. Породы сильно глинистые [2,3].

Таким образом, основными коллекторами нефти 13 горизонта являются песчаники, пески, алевролиты, алевриты и переходные между ними смешанные породы. В алевро-пелитах ёмкостные и фильтрационные свойства резко ухудшаются.

По анализу карты распространения песчаных коллекторов с различными фильтрационно-емкостными свойствами (рисунок 1) характер изменений этого параметра существенно меняется по латерали.

В центральном блоке месторождения Узень контрастно проявляют себя песчаные тела субмеридиональной ориентированности, хорошо коррелирующиеся с линейно-вытянутыми и извилистыми зонами пород с увеличенной пористостью и проницаемостью (предположительно связанные с палеоруслами рек). По данным ГИС пористость в этом участке изменяется в пределах 17-25%, проницаемость песчаных тел составляет 180-1000 мД (рисунок 4 и 5).

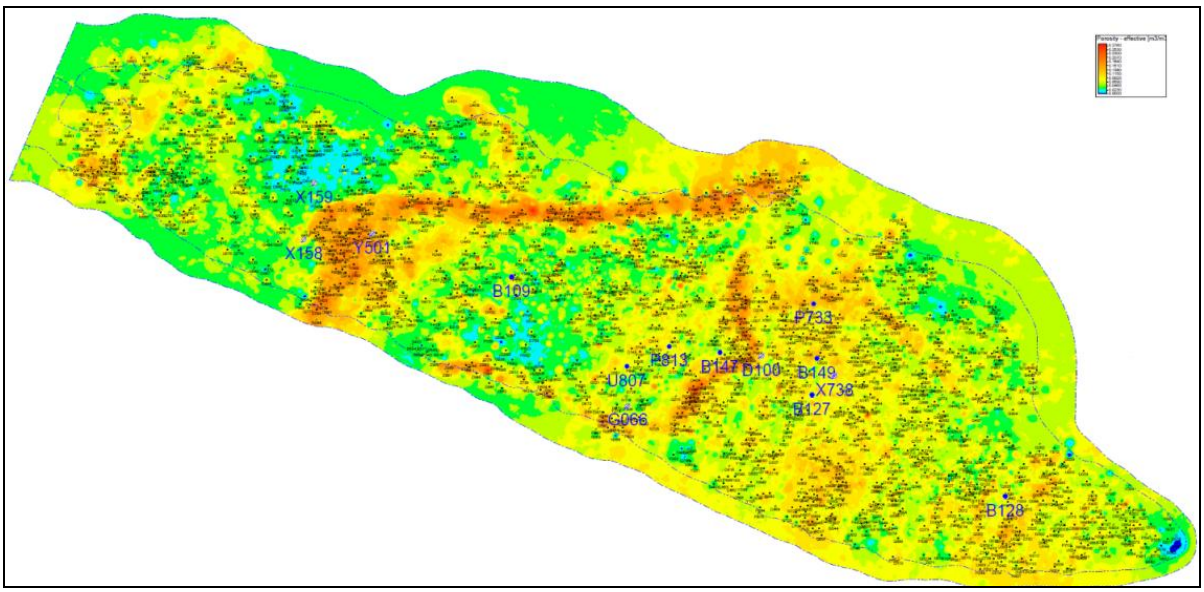


Рисунок 4 - Карта распространения пористости

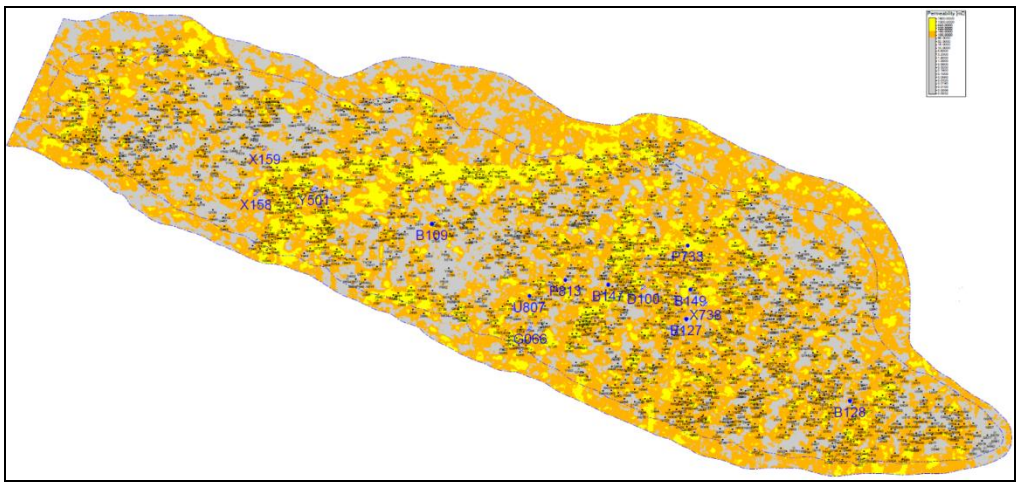


Рисунок 5 - Карта распространения проницаемости.

Восточная часть центрального блока характеризуется увеличенной площадной заглинизированностью песчаных коллекторов, участками замещаемые коллекторами среднего качества. По данным ГИС пористость в этой части центрального блока изменяется в пределах 0-20%, а проницаемость составляет 1-500 мД. Этот участок освещен керновыми данными.

Северо-западная часть Центрального блока представлена зонами с ухудшенными коллекторскими свойствами либо участками их отсутствия (рисунок 1). По данным ГИС здесь получили распространение глинисто-алеврито-песчаные и алевро-пелитовые разности пород. Аналогичную картину можно наглядно увидеть в картах распространения пористости и проницаемости.

При наложении карт распространения пористости, проницаемости и песчанистости на карту средних дебитов углеводородов за первый год эксплуатации отчетливо наблюдается ситуация, в соответствии с которой высокие дебиты углеводородов получены из скважин, пробуренных на участке с улучшенными коллекторскими свойствами (песчанистые коллектора центрального блока) (рисунок 6).

В юго-восточной части месторождения прослеживается более заглинизированные участки, с весьма низкими ФЕС, и как следствие скважины, попавшие в развитые здесь фации палеорек не являются высокодебитными.

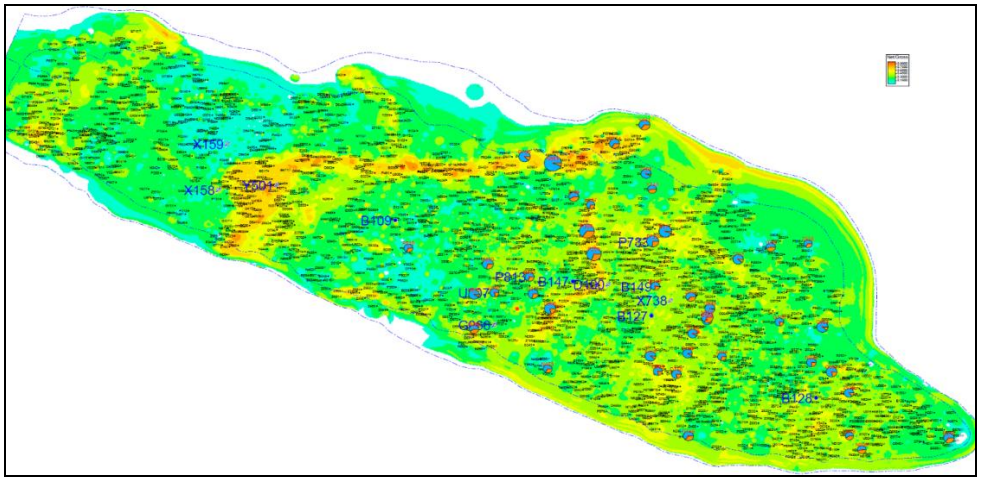


Рисунок 6 - Карта средних дебитов нефти за первый год экплуатации + карта песчанистости

В целом анализ показал, что высокодебитные скважины, относятся к песчанным телам, обладающими хорошими фильтрационно-емкостными свойствами. А низко дебитные скважины к заглинизированным участкам, в основном характеризующимися слабыми либо средними свойствами ФЕС.

Литературы:

1. Элланский М.М. Петрофизические основы комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин. М. РГУ НГ, 2001

2. Подсчет запасов нефти и газа 13-18 горизонтов месторождения Узень Мангистауской области. // НИР КазНИПИмунайгаз, Актау, 2006г.

3. Оценка эффективных толщин сложнопостроенных коллекторов по результатам комплексных исследований ГИС, ГДИС, опробования и лабораторных исследований керна 10 оценочных скважин юрских продуктивных горизонтов месторождений Узень и Карамандыбас. // НИР КазНИПИмунайгаз, Актау, 2014г.

A.N. Saginbayeva

Uzen field petrophysical modeling of terrigenous reservoirs horizon 13

Abstract. The article reviewed a petrophysical model of terrigenous reservoirs of 13 horizons at the Uzen field, achieved through system analysis of complex geological and geophysical studies, including both Well logs data and laboratory analysis of core samples. MoreoveDescribed maps of the distribution of petrophysical properties (net-to-gross, porosity and permeability) of 13 horizons. During the study of the topic, was performed analysis of matching productivity index with petrophysical properties. Thus, due to the analysis obtained positive results. Through the analysis, determined direct correlation between the flow rates of wells on one hand, and on the other 13 horizon rock`s net-to-gross, porosity and permeability.

Keywords: petrophysical model, core, petrophysical properties, geological studies and well logging, terrigenous sediments.

А.Н. Сағынбаева

Өзен кен орыны 13 терригендік қабат – коллекторларының петрофизикалық моделін тұрғызу

Аңдатпа. Бұл жазбада Өзен кен орнының 13-ші терригендік қабат – коллекторларының петрофизикалық моделі қарастырылған. Ол кешенді геологиялық - геофизикалық зерттеулерді жүйелі түрде талдау, сонымен қатар ҰГЗ мәліметтері мен сынама үлгілерін зертханалық тұрғыда талдау нәтижелері барысында жасалған. Жазбада 13 горизонттың коллектор – қабаттарының сүзгіштік – сыйымдылық (кеуектілік, өткізгіштік, құмдылық) қасиеттерінің таралу картасы суреттелген. Оң нәтижелерге ие болған сүзгіштік-сыйымдылық қасиеттерін өнімділікпен салыстыру жұмыстары да жүргізілген. 13 қабаттағы таужыныстарының кеуектілік, құмтастылық, өткізгіштік қасиеттері, сол қабат ұңғымаларының өнімділік көрсеткіштерімен салыстырылды.

Түйін сөздер: петрофизикалық модель, сынама, сүзгіштік – сыйымдылық қасиет, геологиялық - геофизикалық зерттеулер, терригендік шөгінділер.

УДК:550.34.06(574)

Тен Виктория Владимировна

Научный руководитель - Истекова С.А., профессор кафедры геофизики ИГиНГД, Сәтбаев Университеті, Казахстан, г. Алматы, Сатпаева 22

Институт геологии и нефтегазового дела

vikulya_018@mail.ru

ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЗАЛОЖЕНИЯ ПОИСКОВЫХ СКВАЖИН НА НЕФТЬ В ПРЕДЕЛАХ АРЫСТАНОВСКОЙ ПЛОЩАДИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ 3D СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Аннотация. *Сейсморазведочные работы 3D и комплексный анализ геолого-геофизической информации с учетом работ прошлых лет на площади Арыстановское позволили по-новому представить геологическое строение рассматриваемой структуры и*

дать рекомендации на проведение бурения разведочных скважин в пределах продуктивных горизонтов.

Ключевые слова: *сейсморазведка, интерпретация, месторождение, нефть, структурная карта, стратиграфия, тектоника, бурение.*

Задача поисков и разведки нефтеперспективных объектов на современном этапе значительно усложнилась, так как от крупных и средних залежей нефти сегодня переходят к поиску и картированию малоразмерных ловушек углеводородов. К другим факторам, осложняющим поиск и разведку нефтеперспективных объектов, следует отнести уменьшение числа неразведанных структурных залежей и объектов, приуроченных к локальным сводовым поднятиям и куполам и переход к поиску и разведке сложнопостроенных ловушек и залежей углеводородов, которые невозможно выявить без применения новых подходов.

На сегодняшний день основным методом поиска и подготовки к бурению нефтеперспективных объектов является сейсморазведка. Удельный вес поисковых сейсморазведочных работ на нефть в Казахстане неуклонно возрастает. Этому способствует повышение эффективности самих сейсморазведочных работ за счет усовершенствования методики полевых работ, аппаратуры регистрации и обработки, методов и подходов к интерпретации сейсмических материалов.

Представляемая обзорная статья подготовлена по материалам производственной практики, которую автор проходила в ТОО «PGD Services», где непосредственно участвовала в проведение переинтерпретации геолого-геофизических данных на месторождения нефти Арыстановское.

Месторождение Арыстановское открыто в 1966 году, расположено в пределах Северо-Устюртской нефтегазоносной области и приурочено к субширотно ориентированной брахиантиклинали (Рисунок 1). Разрез осадочного чехла Северо-Устюртской системы прогибов и поднятий в пределах Казахстана изучен достаточно детально по юрско-меловым и палеогеновым отложениям, менее детально по доюрским отложениям. На площади доказана нефтеносность средней и верхней юры, представленной переслаиванием песчаных, алевролитовых и глинистых пород. Выявлено 11 продуктивных горизонтов со сложно построенными продуктивными резервуарами из-за высокой рассеянной глинистости и карбонатности (пористость коллекторов 14-16%, проницаемость 1-15 мД) [1].

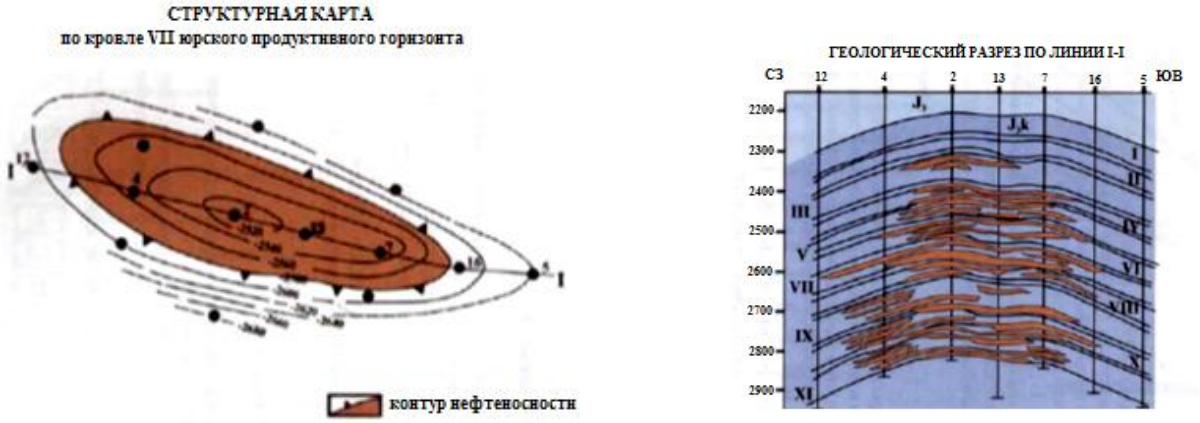


Рисунок 1 – Месторождение Арыстановское (по данным В.Е. Аронова)

Планомерные геолого-геофизические и буровые работы в пределах Северного Устюрта и непосредственно на рассматриваемой территории начались на рубеже 70-х годов прошлого столетия. В результате этих работ на структуре Арыстановская выявлены зоны нефтенакопления в отложениях юры. Начиная с 1968 г и по 1972 год опираясь на имеющиеся

на тот момент данные о геологическом строении структуры Арыстановская в пределах площади пробурено 17 скважин. Большинство скважин вскрыло промышленные залежи нефти. Вместе с тем в отдельных скважинах имело место отсутствие нефтепроявления по не совсем понятным причинам.

В то время представлялось, что в пределах месторождения Арыстановское залежи нефти и газа имеют пластово-сводовый тип строения, и, при этом предполагалось, что большинство горизонтов, выделенных в юрской толще, имеют по площади единый водонефтяной контакт. Как показало бурение, данное представление оказалось ошибочным. Часть скважин были «сухими», в связи с отсутствием коллекторов, а в отдельных скважинах получены незначительные притоки нефти, скорее всего связанные с ухудшением коллекторских свойств пород, обусловленных литофациальным замещением отложений по латерали. Такое «некорректное» представление о геологическом строении площади на тот период было вполне закономерно, в связи с отсутствием кондиционных сейсмических материалов 3D, позволяющие учесть распространения коллекторов с высокими значениями ФЕС по площади и их структурной приуроченности в пределах Арыстановской антиклинали. В связи с вышеизложенными фактами, становится очевидной причина остановки геолого-геофизических работ по изучению геологического строения данного месторождения на рубеже 70-х годов. Она обусловлена отсутствием данных высокоразрешающей сейсморазведки 3D, которые позволили бы в то время в комплексе с данными бурения более детально изучить геологическое строение рассматриваемой территории и целенаправленно проводить буровые работы на нефть и газ.

Разработка методики поиска и разведки нефтеперспективных объектов, связанных как с традиционными структурными ловушками, так и со структурно-литологическими и литологическими залежами на основе высокоразрешающей 3D сейсморазведки, позволили кардинально повысить эффективность глубокого поискового бурения на нефть [3].

В 2010 году на структуре Арыстановская впервые проведены кондиционные сейсморазведочные работы в модификации 3D. Качество сейсморазведочных данных обеспечило уверенное прослеживание опорных (целевых) отражающих горизонтов в палеозойских и мезозойских отложениях, исследуемой территории, надежное трассирование тектоники, литолого-стратиграфических несогласий, поверхности кровли и подошвы продуктивных юрских горизонтов, получить возможность построения детальных структурных карт по целевым отражающим горизонтам и выделить ловушки всех типов. Полученные структурные карты стали основой для размещения дополнительных объемов сейсмических работ и скважин разведочного бурения.

На рассматриваемой территории Арыстановская основным объектом исследования являются отложения юры, с которыми связаны залежи нефти и газа. Эти отложения в пределах рассматриваемой площади распространены повсеместно. Наибольшие толщины отложений юры по сейсмическим данным (более 1000 м) отмечаются в юго-восточной части площади, а наименьшие (740-750 м) фиксируются на северо-западе рассматриваемой территории.

Структурные построения по отражающим горизонтам проведены по скважинным данным, полученным на основе комплексного анализа данных ГИС и материалов сейсморазведки, чего до этого никогда не проводилось на данной территории. Данный вариант стратиграфических отбивок прекрасно согласуется с материалами сейсморазведки и на современном этапе геолого-геофизических исследований наиболее полно отображает геологическое строение месторождения и гипсометрическое положение опорных и продуктивных горизонтов в разрезе месторождения.

На основе выполненных сейсмических работ по площади Арыстановская:

– проведена обработка сейсмических данных 3D, на основе которых выполнялись корреляция опорных отражающих горизонтов и структурные построения.

– выполнены структурные построения по опорным отражающим горизонтам: III (подошва неокома), J_VII (продуктивный горизонт средней юры), J_VIII (продуктивный

горизонт средней юры), J_IX (продуктивный горизонт средней юры), V_1 (J_1) (подошва нижней юры) в масштабе 1:50 000. Для более полного представления о геологическом строении юрско-мелового комплекса образований построены и карты толщин между горизонтами III - V_1, Ю_VIII – Ю_VII и Ю_IX – Ю_VIII) в масштабе 1:50 000 (Рисунок 2).

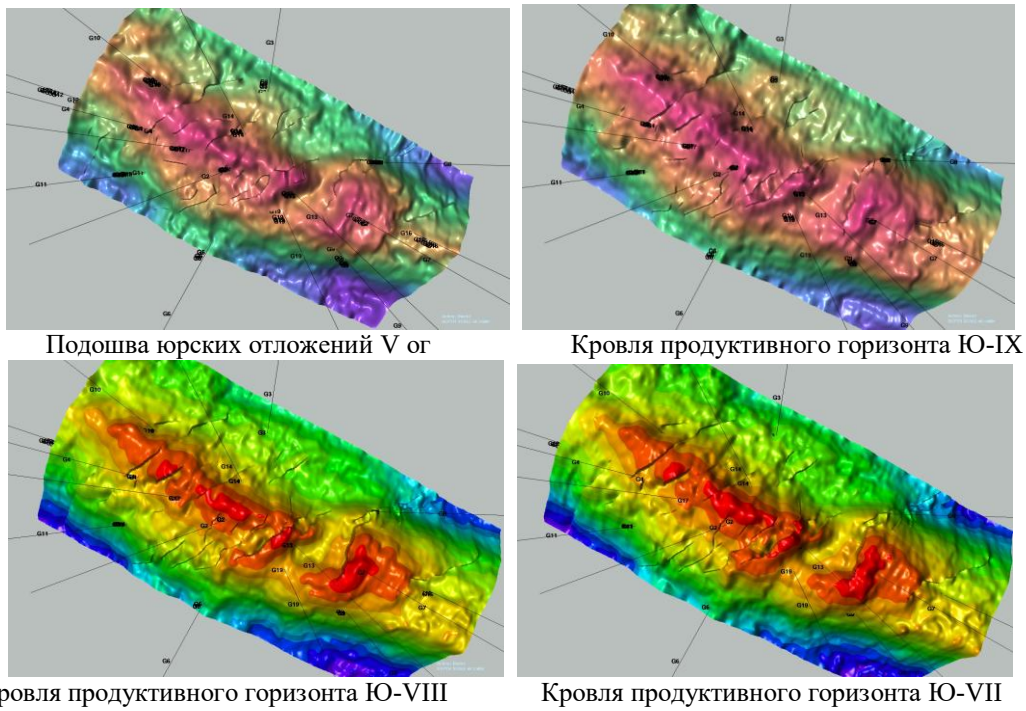


Рисунок 2 – Объёмное изображение продуктивных горизонтов по результатам интерпретации 3D сейсморазведки

– по пакету программ «Куб когерентности» и «Stratimagic» проведена динамическая интерпретация сейсмических данных, на основе которых в первом приближении показано распространение литологических разностей пород по рассматриваемой территории (карты сейсмофаций). На основе этих данных проведен анализ сейсмических материалов для выявления потенциально-перспективных на нефть и газ объектов в благоприятных структурных условиях, и в так называемых ловушках «неструктурного типа» (литологических и литолого-стратиграфических) (Рисунок 3).

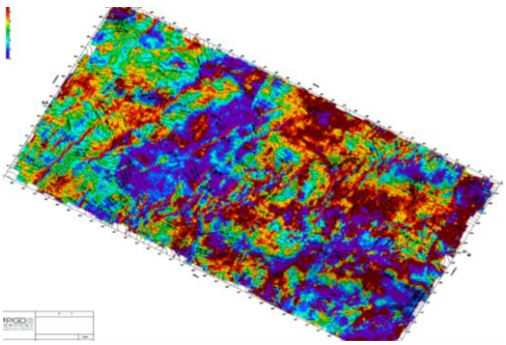


Рисунок 3 – Карта сейсмофаций по Ю_VII продуктивному горизонту в интервале 40-80 м выше горизонта
[Щерба Р. Ю, Фадеев Г. С., Абишева Д.К. и др. 2011]

– на основе комплексного анализа материалов ГИС по скважинам с данными сейсморазведки уточнены стратиграфические границы целевых горизонтов.

Таким образом, проведение высокоразрешающей 3D сейсморазведки и комплексный анализ геолого-геофизической информации с учетом работ прошлых лет позволили: более детально изучить геологическое строение Арыстановской структуры; наметить в разрезе юры малоамплитудные разрывные нарушения, которые не представлялось возможным выделить по ранее выполненным сейсморазведочным работам 2D; по-новому объективно представить геологическое строение рассматриваемой структуры; дать рекомендации на проведение бурения разведочных скважин в пределах исследуемой площади.

Литературы:

1. Справочник месторождений нефти и газа Казахстана. - Алматы, 2007, 326 с.

2. Даукеев С. Ж., Воцалевский Э. С., Пилифосов В. М и др. «Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана», Нефть и газ, том III, Алматы, 2002, 248с.

3. Истекова С.А., Байдаулетова А.А., Умирова Г.К. Применение геофизики на месторождениях нефти и газа. Учебное пособие. Каспийский Общественный Университет, Алматы, 2011, 316с.

Тен Виктория Владимировна

3Д сейсмикалық барлау нәтижесі бойынша Арыстанды ауданындағы іздеу ұңғымаларын мұнайға орналастырудың оңтайлы жағдайларын анықтау

Аңдатпа. Өткен жылдардағы жұмыстарды ескере отырып, ажыратымдылығы жоғары 3Д сейсмобарлауды жүргізу және геология-геофизикалық ақпараттарды кешенді талдау: Арыстанды құрылымының геологиялық құрылысын егжей-тегжейлі зерттеуге, зерттеу ауданындағы бұрлау ұңғыларын бұрғылауды жүргізуге ұсыныс беруге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: сейсмикалық барлау, интерпретациялау, кен орны, мұнай, құрылымдық карта, стратиграфия, тектоника, бұрғылау.

Ten Viktoriya

Identification of optimal conditions for prospecting oil wells according to the results of 3D seismic survey within the area Arystan

Abstract. Conducting high-resolution 3D seismic and integrated analysis of geological-geophysical information, taking account of the work of the previous years allowed more detailed study of the geological structure of the area Arystan, make recommendations for conducting drilling exploration wells within the study area.

Keywords: seismic, interpretation, field, oil, structural map, stratigraphy, tectonics, drilling

СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»

УДК 622.271.3

А.А. Адамчук
Научные руководители – С.К. Молдабаев, д.т.н., профессор; А.А. Шустов, к.т.н., доцент
Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина, г. Днепр
a.a.adamchuk93@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ВНУТРИКАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕЖУСТУПНОГО ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ В СОСТАВЕ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. *Рассмотрены технологические горнотранспортные схемы открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Разработаны технологические схемы внутрикарьерного транспортирования полезного ископаемого в условиях применения межуступного перегружателя. Установлено, что в схемах циклично-поточной технологии целесообразно применять межуступные перегружатели на подвижных опорах, а в качестве грузонесущего органа использовать крутонаклонный конвейер с прижимной лентой. С целью снижения себестоимости добычи и транспортирования полезного ископаемого за счет снижения металлоемкости предлагается, при небольшой производственной мощности карьера, заменить добычной и перегрузочный экскаватор одним колесным погрузчиком. Проведено технико-экономическое сравнение предлагаемых схем и существующих в соответствии с известными методиками расчета. Получена зависимость себестоимости транспортирования полезного ископаемого от производственной мощности карьера для разработанных схем. Определена область эффективного применения разработанных схем внутрикарьерного транспортирования полезного ископаемого с применением межуступного передвижного перегружателя, оборудованного крутонаклонным конвейером.*

Ключевые слова. *Межуступный перегружатель, крутонаклонный конвейер, колесный погрузчик.*

В современных условиях разработки полезных ископаемых открытым способом ключевую роль играет транспорт. В отечественной практике горнотранспортные системы на глубоких карьерах представляют из себя, как правило, комбинированный автомобильно-конвейерный либо автомобильно-железнодорожный транспорт. При этом, себестоимость транспортирования горной массы составляет до 70 % от общей стоимости добычи полезного ископаемого [1]. В этой связи, совершенствование схем внутрикарьерного транспортирования полезного ископаемого является актуальной научно-практической задачей.

В соответствии с существующим вариантом (схема 1) подготовленное к выемке полезное ископаемое извлекается экскаватором ЭКГ-5А из горного массива и отгружается в автосамосвалы БелАЗ-548А, которыми через сооруженную борту карьера систему съездов доставляется на рудный склад с перегрузкой на нижележащий уступ, откуда вторым экскаватором ЭКГ-5А руда отгружается в железнодорожный состав, который транспортирует полезное ископаемое на дальнейшую переработку на обогатительной фабрике.

Недостатками такой схемы являются большое расстояние транспортирования полезного ископаемого автотранспортом (3 км), обширный парк автосамосвалов для поддержания проектной производственной мощности, а также наличие системы съездов технологического автотранспорта, что усложняет процесс вскрытия глубоких горизонтов карьера. Также стоит

отметить потери и засорение полезного ископаемого породами вскрыши в связи с его транспортированием самотеком по откосу уступа.

Для устранения этих недостатков предлагается новая горнотранспортная схема с применением крутонаклонного конвейерного межуступного перегружателя (схема 2). Она заключается в том, что полезное ископаемое после выемки экскаватором ЭКГ-5А транспортируется автосамосвалами БелАЗ-548А к крутонаклонному конвейеру, по которому через бункер-питатель подается на отвалообразователь, который укладывает полезное ископаемое в рудный склад, из которого вторым экскаватором ЭКГ-5А полезное ископаемое загружается в железнодорожный состав, который доставляет руду на обогатительную фабрику. После отработки выемочного блока экскаватором ЭКГ-5А, межуступный перегружатель на подвижных опорах перемещается в сторону выработанного пространства.

Отечественный опыт эксплуатации таких перегружателей указывает на эффективность их работы. Так, на карьере Навоийского горно-металлургического комбината (Узбекистан) успешно функционирует крутонаклонный межуступный перегружатель КНК-30 производства украинской компании ПАО «Азовмаш».

Стоит отметить, что наиболее существенным недостатком схемы 2 является высокая себестоимость горнотранспортных работ за счет включения в технологическую схему дополнительного оборудования – крутонаклонного конвейера и отвалообразователя. Снижения себестоимости транспортирования полезного ископаемого возможно достичь путем уменьшения количества задействованного оборудования, а также снижения его металлоемкости и затрат на материалы.

Так, например, в последнее время все большее распространение на горнодобывающих предприятиях получают фронтальные колесные погрузчики. Их преимущества перед экскаваторами заключаются в маневренности, мобильности и меньшей стоимости. Благодаря этим преимуществам предлагается два экскаватора ЭКГ-5А массой 170 т, первый на добыче, второй на перегрузке, одним колесным погрузчиком Caterpillar 988 H массой 50 т [2].

В этой связи предлагается еще одна схема, которая сохраняет все достоинства схемы 2 и позволяет ликвидировать ее недостатки. Она заключается в том, что подготовленное к выемке полезное ископаемое извлекается из массива колесным погрузчиком, после чего отгружается в автосамосвалы и доставляется на рудный склад. Транспортирование полезного ископаемого на рудный склад производится до тех пор, пока под погрузку не подадут железнодорожный транспорт. Затем колесный погрузчик переезжает к рудному складу, откуда начинает перегрузку полезного ископаемого в бункер-питатель, которым горная масса по крутонаклонному конвейеру доставляется на поверхность и отгружается в железнодорожный транспорт через бункер-перегружатель. После отработки добычного уступа на всю ширину карьерного поля фронтальным колесным погрузчиком Caterpillar 988 H, крутонаклонный конвейер на подвижных опорах перемещается по рельсовому пути в сторону выработанного пространства

Согласно методическим рекомендациям расчета эффективности новых инженерных решений проведено технико-экономическое сравнение существующей схемы 1 и предлагаемых схем 2 и 3 при изменении производственной мощности карьера 0,5 – 3 млн. $м^3$/год. Согласно полученным данным составлен график изменения себестоимости транспортирования 1 $м^3$ руды в зависимости от производственной мощности карьера для схем 1, 2 и 3.

График на рисунке представляет из себя степенную убывающую функцию с периодически возрастающим значением себестоимости. Размер периода, через который происходит рост равен годовой производительности автосамосвала. Такие изменения обусловлены тем, что при достижении определенной производственной мощности по добыче полезного ископаемого возникает необходимость в приобретении дополнительного автосамосвала. В результате этого происходит рост себестоимости транспортирования. Таким образом наиболее коротким периодом, через который происходит рост

себестоимости, обладает схема 1 (0,4 млн. м^3/год), так как производительность автосамосвала в этом случае наименьшая из-за наибольшего расстояния транспортирования (3 км). Схемы 2 и 3 позволяют сократить расстояние транспортирования полезного ископаемого на 2 км, а, следовательно, производительность автосамосвала при работе поним возрастает, что отражено на графике бóльшим периодом, через который происходит рост себестоимости транспортирования (0,5 млн. м^3/год).

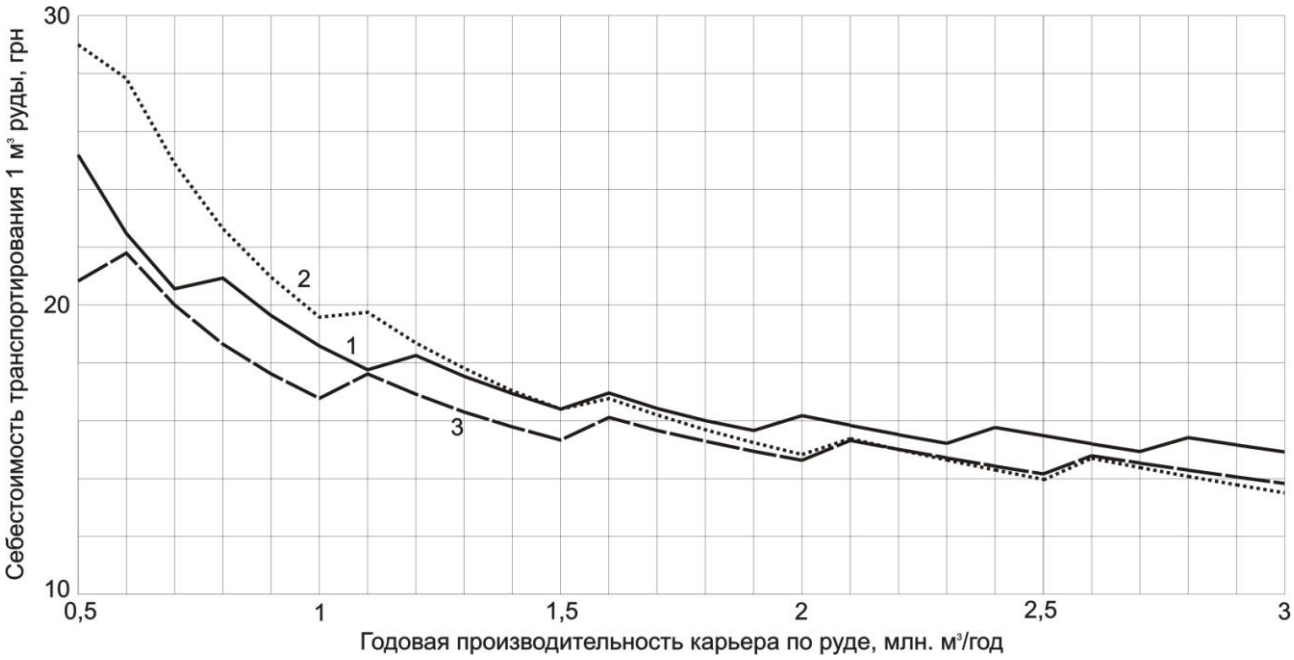


Рисунок 1 - График изменения себестоимости транспортирования 1 м^3 руды в зависимости от производственной мощности карьера для работы по схеме 1 – ——; схеме 2 – ·····; схеме 3 – -----

Анализ построенного графика показывает, что наиболее эффективной с точки зрения минимизации себестоимости транспортирования полезного ископаемого является схема 3. Это обусловлено тем, что данная схема характеризуется наименьшими металлоемкостью, затратами на материалы и обслуживание. Данная схема наиболее эффективна при низкой производственной мощности (до 2 – 2,1 млн. м^3/год). В то же время схема 2 является наименее эффективной за счет увеличения металлоемкости и затрат на обслуживания техники. В то же время сокращения парка автосамосвалов ведет к снижению себестоимости транспортирования при высокой производственной мощности. Так, при производительности карьера более 1,5 млн. м^3/год транспортирование полезного ископаемого по схеме 2 становится более выгодным чем по схеме 1, а при достижении производственной мощности 2,1 млн. м^3/год – выгоднее, чем по схеме 3.

Выводы: Разработанные технологические решения для условий открытой разработки месторождений с применением межуступного перегружателя позволяют снизить себестоимость полезного ископаемого за счет уменьшения его расстояния транспортирования на 2 км. Предложенные схемы транспорта могут быть внедрены как на этапе вскрытия месторождения, так и во время его разработки. Они позволят получить экономический эффект в размере 1 – 3 млн. м^3. Установлено, что наиболее эффективной горнотранспортной схемой разработки полезных ископаемых в условиях низкой производственной мощности является схема с применением колесного погрузчика в качестве выемочного оборудования и, частично, транспортного средства. Себестоимость транспортирования 1 м^3 руды по этой схеме составит 14 – 22 грн. При высокой производительности карьера по руде целесообразно отдать предпочтение схеме с

применением отвального моста и отвалообразователя в комплексе с автотранспортом. Себестоимость транспортирования по этому варианту составит 13 – 29 грн/м^3.

Литературы:

1. Дриженко, А.Ю. Карьерные технологические горнотранспортные системы: моногр. / А.Ю. Дриженко. – Д.: ГВУЗ “НГУ”, 2011. – 542 с.

2. Адамчук А.А. Исследование схем внутрикарьерного транспортирования полезного ископаемого в условиях никопольского марганцеворудного бассейна // Качество минерального сырья/Сборник научных трудов. – Кривой Рог, 2017. – С. 549 – 566.

Адамчук Андрей Андреевич

Циклдік-ағынды технология құрамында сағааралық қайта тиегішті қолдана отырып, пайдалы қазбаны карьерішілік тасымалдау схемаларын зерттеу

Аңдатпа. Пайдалы қазбалар кен орындарын ашық игерудің технологиялық тау-кен көлік схемалары қаралды. Бос емес қайта тиегішті қолдану жағдайында пайдалы қазбаны карьерішілік тасымалдаудың технологиялық схемалары әзірленді. Ұсынылған схемалар мен белгілі есептеу әдістемелеріне сәйкес бар схемаларды техникалық-экономикалық салыстыру жүргізілді. Пайдалы қазбаны тасымалдаудың өзіндік құнының әзірленген схемалар үшін карьердің өндірістік қуатына тәуелділігі алынды.

Түйін сөздер: жүк тиегіш, крутонаклонды конвейер, доңғалақ тиегіш.

Andrii Andriiovych Adamchuk

Investigation of the schemes of intra-mine transportation of the mineral with the use of an interloader material handler as part of cyclic-flow technology

Abstract. Technological mining and transport schemes of surface mining of mineral deposits are considered. Technological schemes for the intra-pit transportation of the mineral in the conditions of the use of an interloader material handler have been developed. A technical and economic comparison of the proposed schemes and existing ones in accordance with the known calculation methods was carried out. The dependence of the cost of transportation of the mineral from the production capacity of the surface mine for the developed schemes is obtained.

Keywords: Interloader material handler, high-angle conveyor, wheel loader.

УДК 622.8

Азбеков М.Ж., С.Т. Рустемов, А. Муканов

Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ser_rust@mail.ru

ҰҢҒЫМАЛАР АРАСЫНДАҒЫ ҚАШЫҚТЫҚТЫ ЕҢ ҚЫСҚА КЕДЕРГІ СЫЗЫҒЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. *Мақалада кен өндірудің қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз ететін ұңғымалық уатудың тиімділігін арттыру жолдары қарастырылған. Ұңғымалық уатудың параметрлерін есептеудің қолданыстағы әдістерін талдау, бұрын жүргізілген жұмыстарда ұңғымалық уатудың параметрлерін анықтау әдістемелері Бестөбе кен орнының жағдайлары үшін белгілі бір қателіктерді беретіндігін көрсетті, ал ұңғымалардың ұтымды диаметрі туралы мәселе пікірталасты болып табылады.*

Бестөбе кенішіндегі жеке және топтық жарылыс кезінде ұңғыманың диаметрі d = 0,105 м болғанда, ең қысқа кедергі сызығына (W) байланысты ұңғымалар арасындағы қашықтықтың (а) өзгеру тәуелділіктерін анықтау үшін эксперименталды жарылыстардың нәтижелері берілген. Эксперименталды жарылыстар нәтижесінде алынған тәуелділіктер тік құлама кен денелерін қазып алуда тарамды ұңғымалардың әр түрлі ҚКС (W) кезінде ұңғыма ұштары арасындағы ұтымды қашықтықты орнатуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер. *Ұңғыма; уату параметрлері; ең қысқа кедергі сызығы; ұңғыманың диаметрі; жеке және топтық жарылыстар.*

Пайдалы қазба кенорындарын жер астылық әдіспен игеру кезінде ұңғымалық немесе шпурлық уату әдістері қолданылатыны белгілі. Сонымен қатар, тау-кен өндірісі кәсіпорындарында түрлі диаметрлі ұңғымалар немесе шпурлар қолданылады. Тау-кен кәсіпорындарының тәжірибесінде кей жағдайларда 1 п. м. ұңғымадан түсетін тау-кен массасының уатылуын арттыру үшін ұңғыманың диаметрін өсіреді, бұл пайдалы қазбаны уату бойынша еңбек өнімділігінің өсуіне оң әсер етеді және сәйкесінше, кен өндіру процестерінің өнімділігін арттырады. Ал тағы бір жағдайларда кондициялық емес кесектердің шығуын төмендету үшін ұңғымалардың диаметрін азайтуға тырысады, сол арқылы шығару және тиеу-жеткізу машиналарының кен шығару операциялары бойынша өнімділігін арттырады [1,2,3,4,5]. Ұңғымалық уату параметрлерін анықтаудың қолданыстағы есептеу әдістерін талдау мен теориялық жинақтау қазіргі кезеңде тазарта қазып алу процестерінің қарқындылығын арттыру үшін қажетті ғылыми әлеуетпен, жеткілікті озық тәжірибе жинақталғанын көрсетеді [3,4,5,7,8].

Көптеген авторлардың [3,4,7] пікірінше, ұңғымалардың тарамды орналасуын бірнеше ондаған сантиметрден ұңғыманың 25-30 есе диаметріне дейін ауыспалы қашықтықты береді, бұл уату қатпарындағы жарылыс энергиясының біркелкі бөлінбеуіне әкеледі. Бұл кемшіліктерді жою үшін ұңғыма тарамдарының ҚКС екі есе көп қашықтықтағы (a) бұрғылаудың шахталық торы ұсынылған. Бұл уату қатпарындағы жарылыс энергиясының біркелкі таралмауына әкеледі. Бұл кемшіліктерді жою үшін ұңғыма тарамдарының ҚКС екі есе көп қашықтықтағы бұрғылау шахталық торы және ұңғыма арқылы екі топқа оқтау тәсілі ұсынылған. Эксперименталдық зерттеулердің деректеріне сәйкес бұрғылаудың шахталық торына өту ЖЗ меншікті шығынын 0,280-0,300 кг/т-ға төмендетуге және кеннің шығуын ұңғыманың 1 қума метрінен 1,9-2,3%-ға ұлғайтуға мүмкіндік береді.

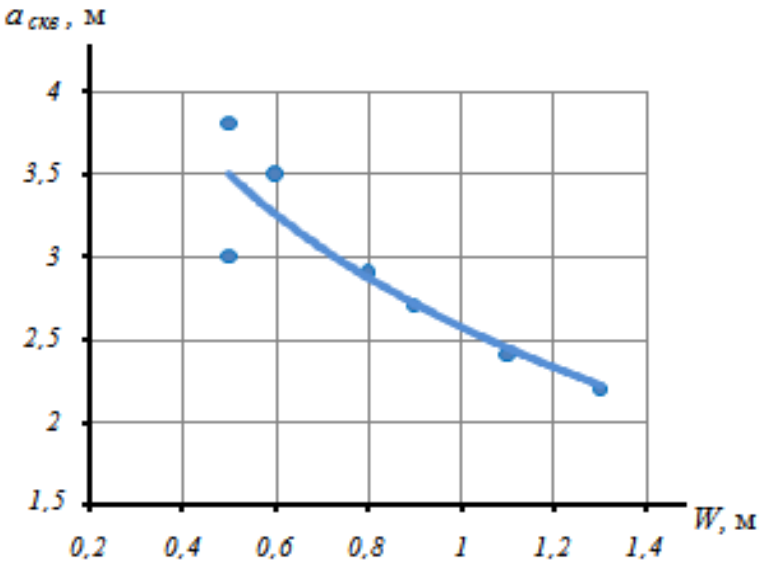
Жер асты жағдайларында кен денелері қуатының азаюы ұңғымалық уатымдау көрсеткіштерінің нашарлауына себепші болады. Мысалы, Мырғалымсай кен орнының кен денелері қуатының 8-10 м-ден 3-4м-ге дейін төмендеуі, ол диаметрі $d_{скв} = 0{,}055$м болатын 1м ұңғымадан кен шығуының орташа 4,0-4,5 – тен 2,8-3,2 т-ға дейін төмендеуіне және ЖЗ үлес шығысының 0,9-1,0-ден 1,4-1,9 кг/м^3-ға дейін өсуіне алып келді. Бұл ретте камералардың қалану (заужение) жағдайлары жиілеп кетті, соның нәтижесінде кен қорларының 30-35% - ға дейін шамасы уатусыз қалды, бұл кенді уату көрсеткіштерін одан әрі нашарлатты және қалауларды жою кезінде жарақаттану ықтималдығын арттырды. Жақындау коэффициенті $K_c = 1$, кезінде ең қысқа кедергі сызығы (ҚКС) $W_в = 1{,}5 \div 1{,}7$ м болғанда орташа қуатты кендерді уатымдау үшін оңтайлы болып табылады (8-10 м). 1988 жылға қарай Мырғалымсай кен орнының жалпы қорларында қуаты аз кен денелерінің үлесі 25% - ды құрады, бұл жалпы алғанда кен орны бойынша ұңғымалық уату көрсеткіштерінің нашарлауына алып келді [3,6].

"Жолымбет" кенішінде "Сентябрьская" және "Октябрьская" аймағының қорларын игеру кезінде, кен денелерінің өзгеретін қуатын есепке алмағанда, қазіргі уақытта ұңғымалардың диаметрі 0,105 м қолданылады [3,6].

Ұңғыманы уатымдау параметрлерін жетілдіру үшін Бестөбе кенішінде жеке және топтық оқтамдармен тәжірибелік жару жұмыстары жүргізілді. Жеке оқтамдармен тәжірибелік жарылыстарды жүргізген кезде ұңғымалардың ашық бетке көлбеу бұрышы 90^o тең деп қабылданды, ұңғыма диаметрі ($d_{скв}$) = 0,105 м, оқтау тығыздығы ρ = 0,92-1,0, ұңғыма ұзындығы 8-12 м, ЖЗ түрі - гранулит АС - 8 қабылданды. Толық емес заряд 0,70-0,75 құрады.

Ұңғымалардың оқталмайтын бөлігі бұрғылау ұсақтарынан жасалған забойлық материалмен толтырылды. Ұңғымалар арасындағы қашықтық (a), уатылатын қабаттың қалыңдығы – ҚКС (W) және габаритті емес кесектердің шығуы ($K_н$) тікелей өлшеумен анықталды. Тәжірибелік жарылыстар жеке және топтық жарылыспен жүргізілді.

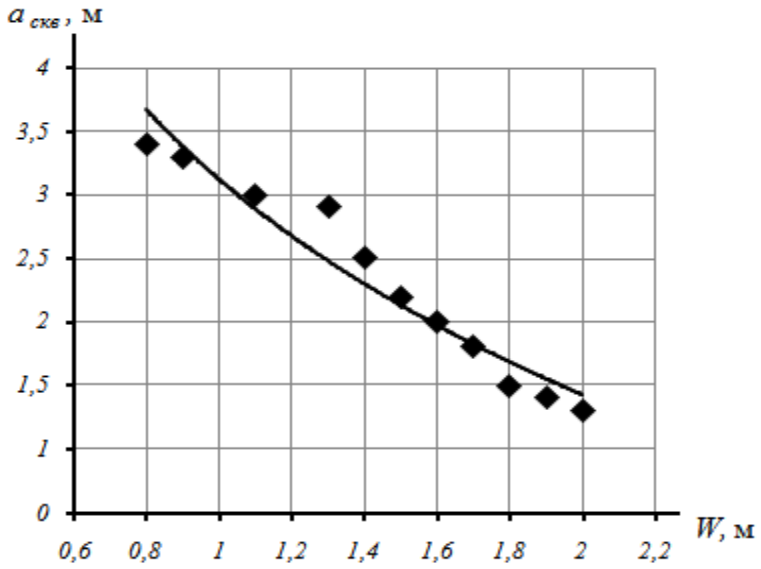
Эксперименталдық жарылыстардың деректерін өңдеу нәтижесінде жеке (1-сурет) және топтық (2-сурет) жарылыс кезінде ұңғыманың диаметрі d = 0,105 м болғанда, ҚКС (W) байланысты ұңғымалар арасындағы қашықтықтың өзгеру тәуелділіктері алынды.



Сурет 1 – Жеке жарылыс кезіндегі ұңғыманың диаметрі d = 0,105 м болғанда, ҚКС (W) байланысты ұңғымалар арасындағы қашықтықтың ($a_{скв}$) өзгеру тәуелділігінің графигі

Жеке жарылыс кезіндегі ұңғыманың диаметрі d = 0,105 м болғанда, ҚКС (W) байланысты ұңғымалар арасындағы қашықтықтың ($a_{скв}$) өзгеру тәуелділігі

$$a_{скв} = -1{,}34\ ln(W) + 2{,}570\ .$$



Сурет 2 - Топтық жарылыс кезіндегі ұңғыманың диаметрі d = 0,105 м болғанда, ҚКС (W) байланысты ұңғымалар арасындағы қашықтықтың ($a_{скв}$) өзгеру тәуелділігінің графигі

Топтық жарылыс кезіндегі ұңғыманың диаметрі d = 0,105 м болғанда, ҚКС (W) байланысты ұңғымалар арасындағы қашықтықтың ($a_{скв}$) өзгеру тәуелділігі

$$a_{скв} = -2{,}45\ ln(W) + 3{,}124$$

Алынған тәуелділік күрт құлама кен денелерін игеруде тарамды ұңғымалардың әр түрлі ҚКС (*W*) кезінде ұңғымалардың ұштары арасындағы тиімді ара қашықтықты орнатуға мүмкіндік береді. 2.1 және 2.2 суреттерден ҚКС (*W*) өсуіне қарай, ұңғымалар арасындағы қашықтықтың ($a_{скв}$) азаятынын көруге болады. Зерттеу нәтижелерінен бұрын жүргізілген жұмыстарда ұңғымалық уатудың параметрлерін анықтау әдістемесі төмен қуатты кенорындарын игерукезінде белгілі бір қателіктерге жол беретіндігі анықталды.

Әдебиеттер:

1. Байконуров О.А., Раскильдинов Б.У., Мустафин С.А. Определение суммарной длины отбойных скважин веерного комплекта при разработке камерами. В кн. Технология процессов разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых. Алма-Ата, 1977, вып.14, с.55-59.

2. Ракишев Б.Р. Автоматизированное проектирование параметров и результатов массовыхт взрывов на карьерах. Учеб. пособие: - Алматы: КазНТУ, 2008. 125 С.

3. Кабетенов Т. Совершенствование скважинной отбойки при разработке наклонных и крутопадающих рудных тел малой и средней мощности. – Алматы: Экономика, 2014. – 192 с.

4. Ерофеев Э.И. Повышение эффективности буровзрывных работ на рудниках. - М., «Недра», 1983, С. 46-54.

5. Раскильдинов Б.У. Определение производительности и стоимости бурения веерных скважин станками вращательно-ударного действия. Технология процессов разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых. Алма-Ата, 1982, с. 75-78.

6. Кабетенов Т. Определение эффективной глубины и диаметра скважин при отбойке горной массы // Алма-Ата, Комплексное использование минерального сырья, 1991, №2, с. 9-15.

7. Ерофеев Э.И., Усик И.Н., Петренко В.Д., Усик И.И. Разрушение твёрдых средств зарядами различного диаметра // Горный журнал (Известия вузов), 1987, №9, с. 59-62.

8. Кабетенов Т., Юсупов Х.А., Рустемов С.Т., Ахметова С.Н. Методика определения параметров взрывной отбойки удлиненных зарядов с учетом расчетной и экспериментальной характеристики взрывчатых веществ. //Сибирское отделения Российская академия наук. Сборник трудов Всероссийской научной конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых с элементами научной школы ГОРНЯЦКАЯ СМЕНА, Том 3, Новосибирск, 2013 г., с.303-308.

Рустемов Серикбай Тохташович, Азбеков Марат Жумадилович, Муканов А.

Исследования изменения расстоянии между скважинами зависимости от линии наименьшего сопротивления

Аннотация. В статье рассмотрены пути пповышения эффективности скважинной отбойки, обеспечивающей безопасность и эффективность добычи руды.Анализ существующих методов расчета параметров скважинной отбойки показал, что в ранее проведенных работах методики определения параметров скважинной отбойки дают определенные погрешности для условий месторождение Бестобе, а вопрос о рациональном диаметре скважин является дискуссионным.

Приведены результаты экспериментальных взрывов на руднике Бестобе, для определения изменения расстояния между скважинами (а) от линии наименьшего сопротивления (W) при диаметре скважины равным 0,105 м как при одиночном, так и при групповом взрывании. Полученные зависимости в результате экспериментальных взрывов позволяют установить рациональное расстояние между концами скважин (а) при различной ЛНС (W) вееров скважин при отработке крутопадающих рудных тел.

Ключевые слова. Скважина; параметры отбойки; линия наименьшего сопротивления; диаметр скважины; одиночное и групповое взрывание.

Serikbay Toktarovich Rustemov, Azbekov Marat Zhumadilovich, And Mukhanov Alpamys.

Studies of changes in the distance between wells depending on the line of least resistance

Abstract. In article paths of increase in the well breakingeffectiveness ensuring safety and effectiveness of ore extraction are considered. The analysis of the existing methods of well breakingparameters computationshowed that in earlier carried out works of determination technique on well breakingparameters particular give errors for the Bestobe field conditions, and the question of the rational diameter of wells is debatable.

Results of the experimental explosions in the Bestobe mine, for definition of distance changebetween wells (*a*) from a line of least resistance (*W*) with the well diameter of equal 0.105 m both at individual, and at group detonationare given. The received dependences as a result of the experimental explosions allow to establish rational distance between the ends of wells (a) at various LLR (*W*) of fans of wells at working off the steeply sloping ore bodies.
Keywords: well; breaking parameters; line of least resistance; diameter of the well; single and group detonation

УДК 622.271

Т.И. Акилбаев
Научный руководитель – С.К. Молдабаев, профессор, д-р техн. наук
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы,
tima.088@mail.ru

ПАРАМЕТРЫ СХЕМ ВСКРЫТИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ КАРЬЕРА

***Аннотация**: На основе энергетической оценки применения комбинированных видов транспорта в глубоких карьерах, распределения объемов вскрышных пород и полезного ископаемого по глубине карьера, параметров схем вскрытия определены рациональные области расположения перегрузочных пунктов в рабочей зоне глубоких карьеров. Установлено, что минимальные расстояния автоперевозок могут быть достигнуты при минимальной высоте расположения перегрузочного пункта относительно нижних горизонтов рабочей зоны. Этого можно достичь при применении перегрузочных пунктов, которые могут быть мобильными и сооружены в короткое время. На основании установленных зависимостей распределения объемов по глубине карьера определены рациональные области применения видов комбинированного транспорта. Установлена зависимость параметров схем вскрытия от расположения перегрузочного пункта в рабочей зоне карьера.*

***Ключевые слова:** глубокие карьеры, карьерные поля вытянутой формы, комбинированный транспорт, перегрузочные площадки, схемы вскрытия.*

Аналитические исследования показали, что наибольшие объемы вскрыши сосредоточены на верхних и средних по глубине карьера горизонтах. Отсюда следует, что при выборе вида транспорта на добыче руды и выемке вскрышных пород в глубоком карьере необходимо исходить как из учета развития рабочей зоны карьера, так и параметров различных видов транспорта, их энергетической эффективности.

Из сравнения распределения объемов по глубине карьера, а также изменения энергетических затрат при применении комбинированных видов транспорта следует, что для выемки вскрышных пород рационально применение автомобильно-железнодорожного транспорта с постепенным увеличением угла наклона железнодорожных путей. При этом с глубины карьера 200 метров до 250 метров уклон увеличивается с 0,05 до 0,07, а с глубины 250 метров до 300 метров – до 0,09. Следует обратить внимание на то, что если осуществляют последовательный перенос перегрузочных пунктов по глубине карьера и при этом обеспечивают минимальные расстояния автоперевозок – то это циклично-поточная технология. Если перегрузочные пункты не переносят – то это комбинированный автомобильно-конвейерный транспорт с постоянным увеличением автоперевозок с увеличением глубины карьера [1-5].

Энергетические затраты при автомобильно-конвейерном транспорте с последовательным переносом перегрузочных пунктов наименьшие и он может применяться при добыче руды на глубоких горизонтах карьера.

Эффективность комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта повышается при минимальном расстоянии перевозок к перегрузочным пунктам, которое зависит от следующих параметров схем вскрытия и системы разработки: высоты расположения пункта при переходе к работе по данной схеме вскрытия *Ну*, глубины вскрытия горизонтов, высоты рабочей зоны, скорости понижения горных работ. При комбинированном транспорте расстояние автоперевозок состоит из двух частей. Первая определяется высотой расположения пункта при переходе к работе по данной схеме вскрытия *Ну* (рис. 1), например расстояние автоперевозок от рабочей зоны *3* до пункта *1* или от рабочей зоны *4* до пункта *2*. Вторая часть расстояния автоперевозок зависит от глубины вскрытия горизонтов, т.е. это то расстояние автоперевозок, которое изменяется непосредственно в процессе выполнения горных работ по данной схеме вскрытия. Так, при перемещении рабочей зоны из положения *3* в положение *4* расстояние автоперевозок к перегрузочному пункту *1* увеличивается в соответствии с увеличением глубины разработки.

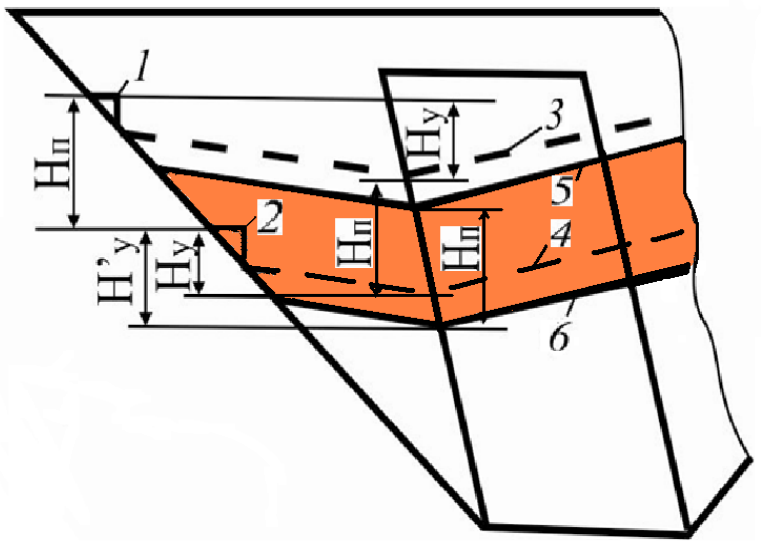


Рисунок 1 - Схема к обоснованию влияния высоты расположения и шага переноса перегрузочного пункта на расстояние автоперевозок: $Н_п$ - шаг переноса перегрузочного пункта, м; $Н_у$ – высота расположения перегрузочного пункта, м; $Н_{в.г.}$ – глубина вскрытия горизонтов, м

Высота расположения пункта при переходе к работе по очередной схеме вскрытия существенно влияет на расстояние автоперевозок. Несмотря на то, что работы могут производить с заданным шагом переноса перегрузочного пункта, а высота его расположения при переходе к работе по используемой и очередной схемам вскрытия будет больше установленной, то разработку при данном этапе вскрытия будут осуществлять с большим средним расстоянием автоперевозок. Это видно из следующего. С использованием перегрузочного пункта *1* при высоте его расположения *Ну* предусматривалось отработать часть карьера, ограниченную положениями рабочих зон *3* и *4*. Однако разработка велась при высоте расположения пункта при $H_y^{'} > H_y$ и отработана часть карьера, ограниченная положениями рабочих зон *5* и *6*. Высота между рабочими зонами *3* и *4*, *5* и *6* (глубина вскрытия горизонтов) равна шагу переноса перегрузочного пункта. Однако, поскольку часть карьера, ограниченная рабочими зонами *5* и *6*, отработана при большей высоте расположения пункта, чем предусматривалось (и большей глубине карьера), то и расстояния перевозок от нее до перегрузочного пункта *1* больше в соответствии с величиной $H_y^{'} - H_y$. В дальнейшем переход к каждой очередной схеме вскрытия будет осуществляться с установленными высотой расположения и шагом переноса перегрузочного пункта, а, следовательно, и постоянной глубиной вскрытия горизонтов.

Из приведенного следует: минимальные расстояния автоперевозок могут быть достигнуты при минимальной высоте расположения перегрузочного пункта относительно нижнего горизонта рабочей зоны. Этого можно достичь при применении перегрузочных, которые могут быть мобильными и сооружены в короткое время.
На железорудных карьерах наиболее широкое распространение получили внутрикарьерные автомобильно-железнодорожные перегрузочные пункты с экскаваторной перегрузкой. Применение экскаваторной перегрузки руды и вскрышных пород при автомобильно-железнодорожном транспорте имеет ряд высоких технологических преимуществ: независимая работа автомобильного и железнодорожного транспорта; высокая производительность перегрузки; возможность усреднения руды и разделения ее по сортам. В то же время они имеют и существенные недостатки: большие затраты на перегрузку; непроизводительное использование на перегрузке экскаваторов большой производительности. При двустороннем подъезде железнодорожного транспорта (рис.2) длина перегрузочной площадки может быть сокращена.

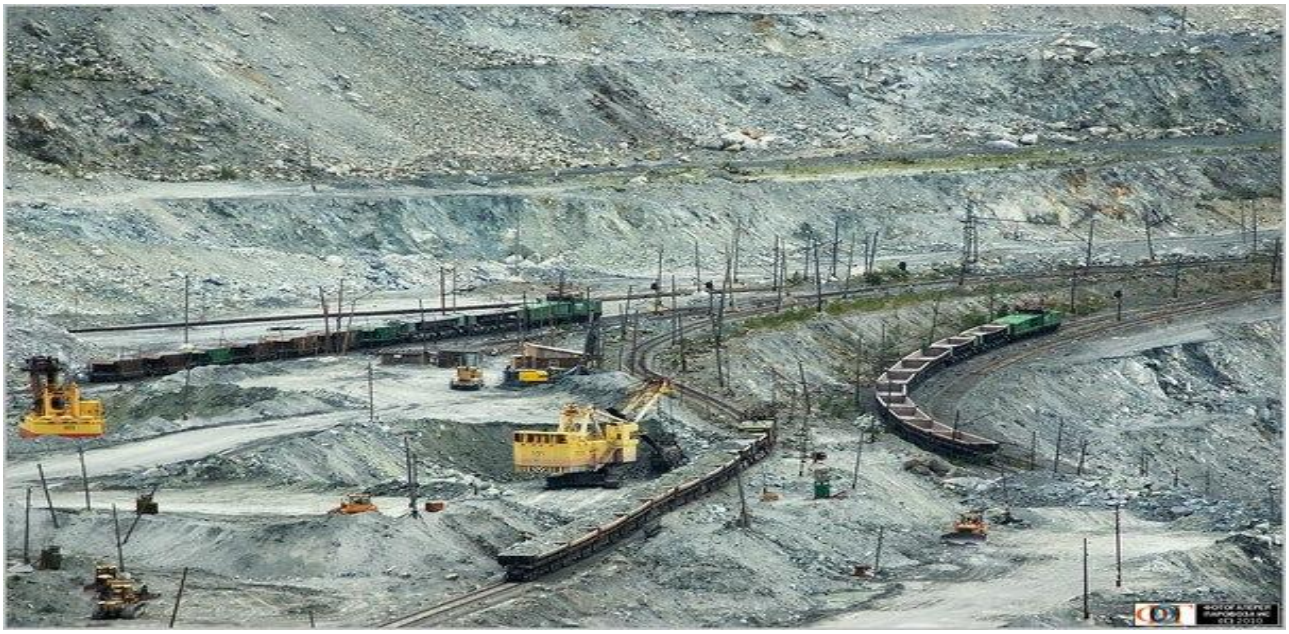


Рисунок 2 - Перегрузочная площадка с двусторонним подъездом железнодорожного транспорта

Недостатками экскаваторной перегрузки на внутрикарьерных перегрузочных площадках являются большие затраты на перегрузку и консервация запасов руды под ними.

Основным направлением развития и совершенствования комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта является увеличение уклонов путей до 60–80‰. Это позволяет увеличить глубину ввода железнодорожного транспорта в карьеры до 300 м, снизить суммарные затраты на транспортирование горной массы. Однако при этом необходимо учитывать, что при увеличении уклонов карьерных железнодорожных путей до 60 ‰ возрастает добавочная продольная угоняющая сила, которая вызывает наибольший угон железнодорожного пути. Особенно при торможении. Поэтому эффективность работы железнодорожного транспорта в большой степени зависит от состояния путей. Необходимо совершенствование конструкции верхнего строения пути с учетом условий эксплуатации, интенсивности движения, увеличения уклонов путей до 60‰ и осевых нагрузок [6].

Важным условием эффективного применения железнодорожного транспорта с увеличенным уклоном путей является создание рациональной схемы вскрытия горизонтов. Глубокий ввод железнодорожного транспорта в карьер достигается при поэтапном

повышении крутизны трасс. Горизонты последовательно вскрывают траншеями сначала с уклоном путей 30‰, потом 50‰ и затем 60‰. При этом возможна консервация нерабочих бортов. В каждой траншее формируют группы станций, из которых выбирают необходимое направление. Приведенную выше схему вскрытия горизонтов с повышенными уклонами железнодорожных путей применили на Лебединском ГОКе. Глубокий ввод железнодорожного транспорта в карьер с заданным расположением перегрузочных пунктов и соответствующими параметрами схемы вскрытия позволяет достичь высокой экономичности выемки вскрышных пород и полезного ископаемого на глубоких горизонтах.

*Выводы:*1) При выемке вскрышных пород с глубоких горизонтов карьерных полей вытянутой формы рационально располагать внутрикарьерные перегрузочные пункты автомобильно-железнодорожного транспорта на глубинах 250-300 метров с использованием автосамосвалов средней грузоподъемности;

2) При добыче руды целесообразно применять циклично-поточную технологию с последовательным переносом перегрузочных пунктов через 80-90 метров. При применении автомобильно-конвейерного транспорта перегрузочный пункт рационально размещать на глубине 200-250 метров.

Литературы:

1.Четверик М.С., Перегудов В.В., Романенко А.В., Левицкий А.П., Удод Е.Г., Федин К.А. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития. Кривой Рог: Дионис (ФЛ-П Чернявский Д.А.), 2012. - 356 с.

2. Мельников Н. Н., Решетняк С. П. Перспективы решения научных проблем при отработке мощных глубоких карьеров // Горное дело. - Якутск: ИГД СО РАН, 1994. – С. 14–23.

3. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / П.Л. Мариев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов. – СПб: Наука, 2004. – 429 с.

4. Тарасов П. И. Предпосылки создания новых углубочных комплексов//Научно-техническое обеспечение горного производства: Сб. науч. тр. Алматы: ИГД им. Кунаева, 2004. – Том 68. – С. 190–195.

5. Яковлев В. Л., Витязев О. В. Основные направления энергосбережения на карьерном железнодорожном транспорте // Горный журнал, 2004. – № 10. – С. 66–68.

6. Молдабаев С.К. Модернизация перегрузочных устройств при комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте в глубоких карьерах / С.К. Молдабаев, А.Ю. Дриженко, О.Н. Анисимов, А.А. Шустов, Е. Әбен // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2016. – № 6. – С. 27-33.

Т.И. Акилбаев

Карьердің жұмыс аймағында қайта тиеу пункттерінің орналасуына байланысты ашу схемаларының параметрлері

Аңдатпа.. Терең карьерлерде көліктің құрамдастырылған түрлерін қолдануды энергетикалық бағалау, ашық тау жыныстары мен пайдалы қазбалары көлемін карьердің тереңдігі бойынша бөлуді, ашу схемаларының параметрлерін энергетикалық бағалау негізінде терең карьерлердің жұмыс аймағында қайта тиеу пункттерінің орналасуының ұтымды салалары анықталды. Автотасымалдаудың ең аз қашықтығына жұмыс аймағының төменгі жиегіне қатысты тиеу пунктінің ең аз орналасу биіктігі кезінде қол жеткізілуі мүмкін екені анықталды. Бұған мобильді және қысқа уақытта салынуы мүмкін ауыстырып тиеу пункттерін қолдану кезінде қол жеткізуге болады. Карьердің тереңдігі бойынша көлемдерді бөлудің белгіленген тәуелділігі негізінде құрамдастырылған көлік түрлерін қолданудың ұтымды салалары анықталды.

Ашу схемалары параметрлерінің карьердің жұмыс аймағында қайта тиеу пунктінің орналасуына тәуелділігі анықталды

Түйін сөздер: терең карьерлер, созылған пішінді Карьер алаңдары, құрамдастырылған көлік, қайта тиеу алаңдары, ашу схемалары.

T.Akilbaev

Settings opening schemes depending on the location of transfer points in the working area of the quarry

Abstract. On the basis of the energy assessment of the use of combined modes of transport in deep pits, the distribution of overburden and minerals in the depth of the quarry, the parameters of the opening schemes, the rational areas of the location of transshipment points in the working area of deep pits are determined. It is established that the minimum distance of road transport can be achieved at a minimum height of the location of the transshipment point relative to the lower horizons of the working area. This can be achieved by using transfer points, which can be mobile and constructed in a short time. On the basis of the established dependencies of the volume distribution on the depth of the quarry, the rational areas of application of combined transport modes are determined. The dependence parameters of the opening schemes of the location of the transshipment point in the working area of the quarry.

Keyword: deep career, career fields, elongated, combined transport, transshipment site, schemes of opening.

УДК 622.271

Е. Әбен

Научныйруководитель – С.К. Молдабаев, профессор, д-р техн. наук
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы,
yeldos.aben@gmail.com

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация: *С достаточной точностью для практики объемный контур карьерного поля округлой формы интерполируется вытянутым эллиптическим гиперболоидом. В зависимости от этапа разработки выводятся расчетные формулы по полезному ископаемому и определяются оптимальные объемы вскрышных пород. При этом общее количество этапов разработки задается заранее. Предлагаемая форма установления коэффициента вскрыши используется в качестве критерия качества оптимизационной задачи. Используя функцию Беллмана в динамическом программировании, решается задача оптимального управления. В результате решения оптимизационной задачи получены в конечной форме все необходимые расчетные формулы. Их простота и обоснование каждого вывода дают уверенность в том, что результаты настоящего исследования с успехом могут применятся при практических расчетах проектирования и планирования горных работ на открытой разработке месторождений полезных ископаемых.*

Ключевые слова: *глубокий карьер, карьерное поле округлой формы, крутые борта, поэтапные контуры, режим горных работ, метод Беллмана.*

Современное проектирование производства на горном предприятии, планирование и распределение ресурсов основаны на математических моделях программирования. На практике оптимальное решение не может быть достигнуто без рассмотрения всех возможных комбинаций и перестановок последовательности экстракции. Методы исследования операций имеют ограниченное применение в крупномасштабных горнодобывающих операциях на поверхности, так как число переменных становится слишком большим.

Оптимизация режима горных работ для созданной 3D модели поэтапной отработки крутопадающих месторождений имеет свои особенности. По периметру бортов карьера на каждом этапе отработки необходимо обеспечить равномерное распределение вскрываемых запасов руды с минимизацией поэтапного коэффициента вскрыши.

Пусть S_w - общий объем извлекаемой породы, S_r - объем извлекаемой руды, $\mathrm{u}(t)$ - объем извлекаемой породы на этапе отработки t, $v(t)$ - объем добываемой руды на этапе отработки t. С учетом введенных обозначений поэтапный коэффициент вскрыши определяется по формуле:

$$\mathrm{k}(t)=\frac{u(t)}{v(t)},\ \ \mathrm{t}=1,\ 2,\ \ldots,\ \mathrm{n}.$$

Известно, что при положительных $u(t)$ и $v(t)$ минимальные значения функций $\mathrm{k}(t)$ и $\mathrm{k}^2(t)$ достигаются в одних и тех же точках в области определения функций $u(t)$ и $v(t)$. Поэтому в дальнейшем будем решать задачу:

$$\mathrm{J}(u,v)=\sum_{t=1}^{n}\frac{u^2(t)}{v^2(t)}\to\min. \qquad (1)$$

Из практического смысла объема породы $\mathrm{u}(t)$ следует, что на каждом этапе отработки надо стремиться к тому, чтобы извлекаемый объем породы был минимальным. Но с другой стороны, с точки зрения технологии горных работ, весь объем породы и руды должен быть извлечен в конце последнего этапа n. С учетом этого составляются следующие разностные уравнения:

$$x(t)=x(t-1)+u(t),\ \ y(t)=y(t-1)+v(t),\ t=1,\ 2,\ \ldots\ \mathrm{n}, \qquad (2)$$

где $x(t)$ - суммарный объема извлекаемой породы до этапа t включительно; $\mathrm{y}(t)$ - суммарный объема извлекаемой руды на этапе t.

Кроме того, имеются очевидные равенства:

$$x(n)=S_w,\quad \mathrm{y}(n)=S_r. \qquad (3)$$

Обозначим через $x(0)$ - объем извлекаемой породы на нулевом этапе отработки, а через $y(0)$ - объем извлекаемой руды на нулевом этапе отработки. Поэтому:

$$\begin{gathered}x(t)\in\left[x(0);S_w\right]\equiv \mathrm{X},\quad \mathrm{y}(t)\in\left[y(0);S_r\right]\equiv Y,\\ \mathrm{u}(t)\in\left[0;\ S_w-x(0)\right]\equiv U,\ \ \mathrm{v}(t)\in\left[0;\ S_r-y(0)\right]\equiv V.\end{gathered} \qquad (4)$$

Здесь через X, Y и U, V обозначены множества допустимых значений соответственно состояний $x(t)$, $\mathrm{y}(t)$ и управлении $u(t)$, $\mathrm{v}(t)$. Это означает, что оптимальное решение системы (2)-(4) находим таким образом, чтобы имели место включения:

$$x^*(t)\in X,\quad \mathrm{y}^*(t)\in \mathrm{Y},\ \mathrm{u}^*(t)\in U,\ \ \mathrm{v}^*(t)\in \mathrm{V};\ \ \mathrm{t}=1,\ 2,\ 3,\ \ldots,\ \mathrm{n}. \qquad (5)$$

Иногда применяется векторное обозначение, так называемые набор состояний:

$$\vec{x}=\left(\mathrm{x}(0),\ \mathrm{x}(1),\ \ldots,\ \mathrm{x}(\mathrm{n})\right),\ \vec{y}=\left(\mathrm{y}(0),\ \mathrm{y}(1),\ \ldots,\ \mathrm{y}(\mathrm{n})\right).$$

В нашем случае это состояния объема извлеченной породы и руды. Каждая компонента вектора $\vec{x},\ \vec{\mathrm{y}}$ является положительной величиной, причем имеет место неравенство:

$$\mathrm{x}(0)<\mathrm{x}(1)\ <\ \mathrm{x}(2)<\ldots<\mathrm{x}(\mathrm{n}),\ \ y(0)<y(1)\ <\ \mathrm{y}(2)<\ldots<\mathrm{y}(\mathrm{n}).$$

Аналогично, $\vec{u} = \left(\mathrm{u}(1),\ \mathrm{u}(2),\ \ldots,\ \mathrm{u}(n)\right),\ \mathrm{v} = \left(\mathrm{v}(1),\ \mathrm{v}(2),\ \ldots,\ \mathrm{v}(n)\right)$ - набор векторов управления, который называется управлением разработки месторождения.

Функция $J\left(\mathrm{u},\ \mathrm{v}\right)$ является сепарабельной, поэтому для минимизации функционала (2.1) применили метод динамического программирования, разработанный Беллманом [1-4]. Его реализация при оптимизации режима горных работ подробно изложена в работах [5, 6].

Апробация математической модели на одном из рудный месторождений приведена на рисунке 1.

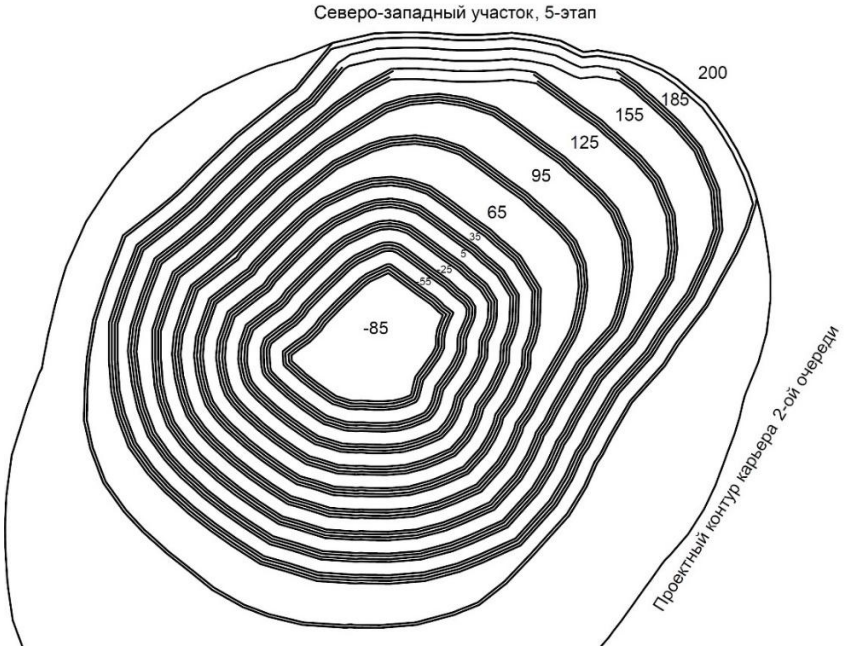
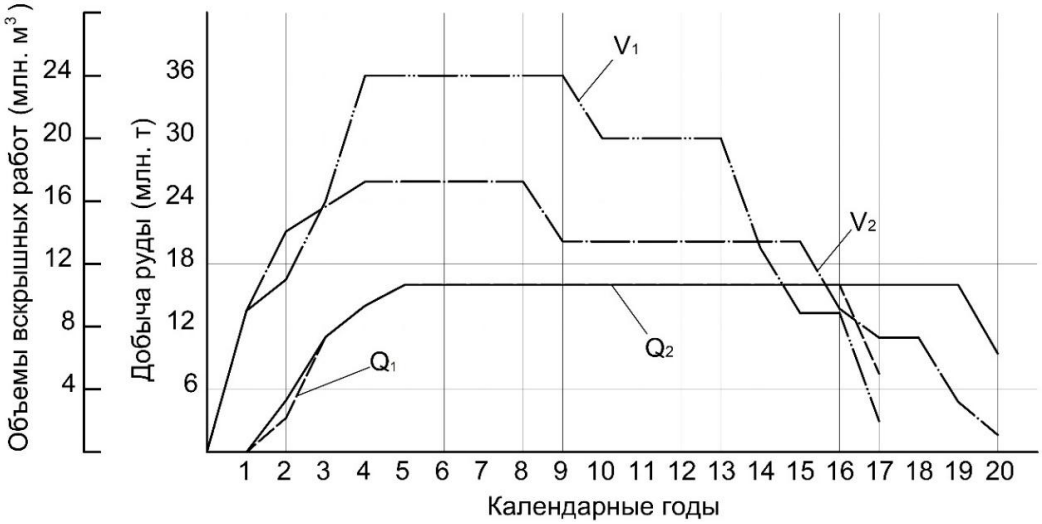


Рисунок 1 – К оптимизации контуров карьера карьерного поля округлой формы

Результаты моделирования оптимизации календарного графика горных работ приведены на рисунке 2.



Q_1, Q_2 - производительность по руде соответственно на Северо-Западном и Центральном участках;

V_1, V_2 - производительность по вскрыше соответственно на Северо-Западном и Центральном участках

Рисунок 2 – Оптимальный календарный график горных работ при отдельной отработке участков Ломоносовского месторождения

Выводы: Для карьеров овальной формы создана 3D модель поэтапного развития его контуров. Объемный контур полезного ископаемого интерполировался эллиптическим гиперболоидом овальной формы. Предполагается, что такой способ интерполирования удовлетворяет практике открытой разработки крутопадающих месторождений на карьерных полях округлой формы при развитии рабочей зоны вдоль крутых бортов с достаточной точностью. Понятно, что функциональный вид интерполирования и обоснование ее достоверности является самостоятельной задачей. При этом надо пользоваться фактическими данными исследуемой цифровой модели месторождения. Построенная в работе задача оптимального управления в конце упирается к решению кубического уравнения нелинейной алгебры. В работе доказывается, что кубическое уравнение имеет единственное решение. Данный факт косвенным образом доказывает правильность выбранного способа решения изучаемой задачи. Разработанный в работе алгоритм решения кубического уравнения очень прост; его можно реализовать, используя любой язык программирования, в частности C++ илиJava. Используя корни кубических уравнений, определяются оптимальные значения коэффициента вскрыши, углы наклона бортов карьера и объемы вскрыши в зависимости от этапа отработки. Полученная 3D модель расширяет горизонты объектно-ориентированного моделирования с использованием интегрированных информационных комплексов и цифровых моделей месторождений.

Литературы:

1. Diwekar U. Introduction to Applied Optimization. Springer, 2008. - 292 p.

2. Hillier F.S., Lieberman G.J. Introduction to Operations Research. McGraw Hill Higher Education, 2014. — 1050 p.

3. Antoniou A., Lu W.-S. Practical Optimization. Algorithms and Engineering Applications. Springer, 2007. - 675 p.

4. Fu M.C. Handbook of Simulation Optimization. N.-Y.: Springer, 2015. — 400 p.

5.Moldabayev S.K., Rysbaiuy B. Solution of nonlinear programming problem by Bellman method while optimizing the two-level mining of benches in deep open pits // Theoretical and practical solutions of mineral resources mining. - CRC Press/Balkema, 2015. – pp. 49-54.

6.Moldabayev S.K., Rysbaiuly B., SultanbekovaZh. Zh. Automation of calculation of optimal parameters of two-level mining of benches with cross-section panels by excavator-auto truck complexes // The 23rdJnternational symposium on mine planning &erquiment selection. – Johannesburg, South Africa, 2015. - pp. 1139-1146.

E.Aben

Development of design methods of huge pits using digital technology

Abstract. The volumetric contour of a round shape pit is interpolated by an elongated elliptical hyperboloid with sufficient accuracy. Depending on the development stage, the formulas are calculated for the ore and the optimum volumes of overburden are determined. In this case, the total number of development stages is set in advance. The proposed form of the stripping ratio establishment is used as a quality criterion for an optimization problem. The optimal control problem is solved Using the Bellman function in dynamic programming. As a result of solving the optimization problem, all necessary formulas have been obtained in the final form. Their simplicity and the rationale for each conclusion give confidence that the results of this study can be successfully applied in practical calculations of the design and planning of mining operations in the open-pit mining of mineral deposits.

Keywords. huge pit, elongated elliptical hyperboloid pit, steep highwall, pushbacks, mode of mining operations, Bellman method

Е. Әбен

Сандық технологияларды қолданумен терең карьерлерді жобалау әдістерінің дамуы

Аңдатпа. Тәжірибелік қолданыс үшін жеткілікті дәлдікпен шеңбер пішінді карьер алаңдарының көлемдік контурын созылған эллипсті гиперболоидпен интерполяцияланады. Қазу кезеңіне байланысты пайдалы қазынды бойынша есептеу формулалары шығарылып, аршыма тау жыныстарының оңтайлы көлемдері анықталады. Сонымен қатар қазу кезеңдерінің жалпы саны алдын-ала белгіленеді. Аршу коэффициентін анықтаудың ұсынылатын пішіні оңтайландыру мәселесінің сапалық критериі ретінде қолданылады. Беллман функциясын пайдала отырып динамикалық бағдарламалауда оңтайландыру басқарудың мәселесі шешіледі.

Оңтайландыру мәселесін шешу нәтижесінде қажетті есептеу формулалардың ақырғы формалары алынды. Олардың қарапайымдылығы мен әр шешімді негіздеу осы зерттеудің нәтижелерін пайдалаы қазынды кенорындарын ашық әдісімен қазудағы кен жұмыстарын жобалау мен жоспарлаудың тәжірибелік есептеулерінде қолдануға болатынын көз жеткізеді.

Түйін сөздер: терең карьер, шеңбер пішінді карьер алаңдары, күртқұлама жағдау, кезеңдік контурлар, тау-кен жұмыстарының режимі, Беллман әдісі.

УДК 622.235.527

Бейсебаев Н.Е.,.Тухтамов И.А,.Боленов Е.М

Научный руководитель –д-р техн. наук, профессор Бегалинов А. Казахстан, г. Алматы, bne_90@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА ЗАРЯДА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗРЫВНОГО ДРОБЛЕНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Аннотация: *Рассмотрено влияние диаметра заряда на эффективность взрывного дробления массива горных пород. Определен характер изменения скорости и ускорения смещения частиц массива горных пород при изменении поверхности заряда ВВ. Установлено, что коэффициент полезного действия (КПД) взрыва определяется через удельную поверхность контакта заряда с массивом горных пород (отношение поверхности заряда к его массе). Предложена зависимость изменения коэффициента полезного действия взрыва от удельной поверхности контакта заряда ВВ с породой.*

Ключевые слова: *параметры буровзрывных работ, диаметр заряда, малый диаметр, взрыв, заряд, гранулометрический состав взорванной горной массы, поверхность контакта, скорость смещения частиц массива пород.*

Одним из главных параметров буровзрывных работ, который влияет как на качество дробления массива горных пород, так и на технико-экономические показатели горного предприятия, является диаметр заряда ВВ.

Согласно принципу геометрического подобия влияние диаметра заряда на количественные характеристики гранулометрического состава взорванной горной массы определяется одинаковыми параметрами напряженного состояния массива при одинаковых значениях удельных энергозатрат на дробление [1]. Однако лабораторными исследованиями многих исследователей и ученых на модели из песчано-канифолевых смесей различного структурного строения установили, что при сохранении постоянного значения удельной энергии ВВ степень дробления является линейной функцией от диаметра заряда. При опытно-производственных опытах на рудниках Казахстана многие исследователи [1, 2, 3] пришли к выводу, что при увеличение диаметра заряда, для получения одинаковой степени дробления, требуется увеличение удельного расхода ВВ. Это свидетельствует о том, что условия одинакового распределения энергии взрыва не обеспечивают подобного дробления массива горных пород, а суммарная удельная вновь образованная поверхность кусков раздробленной горной породы будет больше, чем меньше диаметр заряда. Этим объясняется факт увеличения нормы удельного расхода ВВ при больших диаметрах по отношениям к нормам, установленным для малых диаметров скважин.

Противоречие между законом подобия, по которому расстояния равных действий волн напряжений пропорциональны линейным размерам заряда ВВ и вышеуказанными фактами "улучшения" дробления с уменьшением диаметра заряда можно объяснить только изменением доли энергии, которая передается зарядом массиву горных пород.

Изучение вопроса изменения затрат энергии взрыва на дробление горных пород [1, 4, 5] базируется на организации опытных взрывов в лабораторных условиях на моделях и на полигонах в условиях реального массива с дальнейшей апробацией полученных

зависимостей на производстве. Как показал анализ выполненных ранее работ [6, 7], идеальный вариант планирования проведения экспериментальных работ, при котором изменяется лишь исследуемый параметр (диаметр заряда), практически невозможен. Поэтому была проведена следующая серия опытных взрывов при условии:

а) сохранения объема и физико-механических свойств массива горных пород, полной энергии и высоты заряда, плотности и типа ВВ, объема заряда при изменении его диаметра и конструкции;

б) сохранения объема и физико-механических свойств массива горных пород, полной энергии заряда, плотности и типа ВВ, объема заряда при изменении его диаметра и высоты.

Проведение этих двух вариантов экспериментов, позволяет с достаточной вероятностью судить о том, какая характеристика заряда ВВ при изменении его диаметра влияет на КПД взрывного дробления.

Первый вариант экспериментов был выполнен [7] в условиях железистых кварцитов Сарбайского карьера при использовании метода воронкообразования. Результаты действия взрыва зарядов ВВ, размещенных в скважинах, пробуренных в массиве на различной глубине от свободной поверхности оценивались объемом воронки разрушения и гранулометрическим составом взорванной горной массы. Кроме того, условия проведения экспериментов включали в себя определение кинематических параметров движения среды в волне напряжений при малых значениях относительных расстояний заряда, т.е. практически в зоне разрушения. Экспериментальные взрывы проводились на специально подготовленном участке карьерного поля по следующей схеме.

1. Диаметр заряда в различных сериях данного опыта составлял соответственно 105 и 150 мм при сохранении его высоты, энергии и типа ВВ. В данном эксперименте применялся петроген. Масса заряда выдерживалась постоянной и составляла 1,6 кг. Одинаковая высота зарядов в каждой серии взрывов соблюдалась путем размещения в центре заряда бетонных стержней. Технология изготовления зарядов заключалась в приготовлении бумажных гильз диаметром 105, 150 мм и бетонных стержней 73, 108 мм, которые вставлялись в бумажные гильзы диаметром 105 и 150 мм, в радиальный зазор между гильзой и стержнем насыпался заряд петрогена массой 1.6 кг.

Заряды каждого диаметра размещались в скважинах переменной глубины: 2,0; 1,6; 1,2; 0,9; 0,6 м. Скорость детонации ВВ в зарядах различного диаметра контролировалась у свободных зарядов ВВ, а также непосредственно в скважинах. После взрыва проводился замер объема полученных воронок с определением гранулометрического состава взорванной горной массы ситовым анализом и фотопланиметрией. Значения ускорений сейсмовзрывных волн на различных относительных расстояниях от центра заряда определялись при помощи селерометров.

Серия замеров параметров движения частиц массива проводились на одинаковых абсолютных расстояниях от центра заряда, равных 1,6 м, в большинстве опытов измерительные приборы устанавливались на относительных расстояниях, равных 10...70 радиусам зарядов, т.е. в той зоне, для которой в настоящее время получена наиболее обширная и надежная информация о характере движения частиц массива горных пород.

Анализ данных измерений кинематических параметров частиц массива в сейсмовзрывной волне [8, 9] показал, что характер изменения скоростей и ускорений на полигоне в функции относительного расстояния соответствует характеру изменения скоростей в том же диапазоне относительных расстояний, полученных в существенно разных по физико-механическим свойствам массивах горных пород у разных исследователей.

Наиболее важный результат проведенных исследований состоит, в том, что определен характер изменения скорости и ускорения массива пород при изменении поверхности заряда ВВ.Изменение скорости и ускорения смещения частиц массива пород на различных относительных расстояниях от центра заряда и значения этих величин, измеренные на одинаковых расстояниях от центра заряда, приведенные к их действительным радиусам,

соответствуют значениям скоростей и ускорений в массиве пород, полученным для сплошного заряда ВВ в контрольной серии опытов.

Этот факт свидетельствует о том, что заряд с инертным вкладышем работает подобно сплошному заряду этого же диаметра, объем которого больше объема действительного заряда на величину, равную объему инертного вкладыша. Это важное обстоятельство позволяет считать, что увеличение удельной поверхности заряда постоянного веса при увеличении его диаметра с заполнением центральной части заряда инертным вкладышем увеличивает зону сейсмического действия взрыва (зону с равными значениями скоростей и ускорений смещения массива пород) пропорционально условному увеличению удельного объема зарядов ВВ.

Интересно сопоставить полученный результат с данными по определению разрушающего действия взрыва в этой же серии опытов. Определение объемов воронок разрушения показало, что значение максимального объема воронки разрушения соответствует таким значениям приведенной к массе заряда ЛНС, которые отличаются друг от друга пропорционально корню кубическому из соотношения квадратов диаметров зарядов ВВ[10].

Относительное значение КПД взрывного дробления, рассчитанное в соответствующей литературе [11], показало, что значения КПД взрывного дробления по трем сериям опытов меняются пропорционально квадрату относительного диаметра заряда или пропорционально отношению объемов зарядной полости в соответствии с зависимостью

Таким образом, серия экспериментов по взрыванию массива горных пород зарядами постоянного веса и переменного диаметра с заполнением центральной осевой части заряда инертным вкладышем установила (по данным регистрации волновых процессов акселерометрами), что равные значения скоростей и ускорений смещения точек горного массива соответствуют одинаковым значениям относительных расстояний до заряда ВВ.

Результаты эксперимента говорят о том, что линейное увеличение поверхности заряда ВВ пропорционально диаметру заряда сопровождается увеличением КПД взрывного дробления и зоны равных значений скоростей, и ускорений массива пород пропорционально квадрату диаметра заряда.

В обоих случаях результаты действия взрыва не зависят от конструкции заряда, а полученные значения относительного КПД зарядов 105 и 160 мм с инертными вкладышами соответствуют этим же показателям плотных зарядов такого же диаметра.

Таким образом, если при расчете показателя эффективности взрывного дробления и значения приведенной ЛНС увеличить в двух последних случаях объем заряда на величину объема вкладыша, можно получить серию модельных кривых, совпадающих на всем диапазоне замеренных значений.

Проведенная серия опытов убедительно показала, что эффективность дробления горных пород взрывом определяется периферийной частью заряда ВВ, приращением поверхности заряда, эквивалентного приращению его объема, именно потому, что за счет центральной (непроизводительно затрачиваемой его части) увеличивается периферийная масса заряда.

Изменение КПД взрыва как функция удельной поверхности контакта заряда ВВ с породой (отношение поверхности заряда к его массе) описывается следующей зависимостью:

Второй вариант экспериментов был выполнен на марганцевых рудах.

Методикой экспериментальных исследований предусматривалось проведение трех серий опытных взрывов одиночного заряда петрогена в скважинах диаметрами 64, 89, 102 мм, массой 1,2 кг, расположенного всегда на одной глубине 1,2 м. Таким образом, глубина заложения заряда соответствовала приведенной ЛНС, равной 1,0, при которой были получены максимальные значения скоростей и ускорений смещения массива горных пород. Кинематические параметры движения среды измерялись пьезоакселерометрами, которые

располагались на одинаковом расстоянии от заряда, равном 1.0 м, что соответствует для диаметра заряда 64 мм тридцати относительным радиусам (30 Я3).

Взрыв заряда ВВ каждого диаметра повторялся 4 раза. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерений скоростей смещения массива горных пород

Диаметр заряда D, мм	Масса заряда, Q, кг	Плотность заряжания р, кг/м	Длина заряда, м	Площадь контакта ВВ с породой S, м2	Удельная поверхность контакта заряда, м /кг	Скорость смещения массива г.п. и, м/с U, м/с
102	1,2	900	0,163	0,052	0,04	5,0
89	1,2	900	0,214	0,060	0,05	6,5
64	1,2	900	0,414	0,083	0,07	8,0

Сопоставление данных результатов с результатами исследований, выполненных в условиях железистых кварцитов (табл. 2), свидетельствует о том, что зависимости изменения кинематических параметров движения среды от удельной поверхности контакта заряда с породой при взрыве зарядов постоянной и переменной высоты подобны.

Таблица 2 – Результаты измерений скоростей смещения массива горных пород (железистый кварцит Сарбайского карьера)

Диаметр заряда D, мм	Масса заряда, Q, кг	Плотность заряжания р, кг/м	Длина заряда, м	Площадь контакта ВВ с породой S, м2	Удельная поверхность контакта заряда, м /кг	Скорость смещения массива г.п. и, м/с U, м/с
105	1,6	900	0,4	0,08	0,05	8,2
150	1,6	900	0,4	0,1	0,07	15,9

Из вышеприведенных результатов следует, что сейсмический эффект взрыва [8], т.е. скорость смещения точек горного массива в сейсмовзрывной волне является функцией удельной поверхности контакта заряда с массивом горных пород, а изменение КПД взрывного дробления может быть определено зависимост

Литературы:

1. Esen S., Onederra I., Bilgin H.A. Modelling the size of the crushed zone around a blasthole // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. Vol. 40. Issue 4. June 2003 – p. 485 – 495.

2. М. Эткин, А. Азаркович Взрывные работы в энергетическом и промышленном строительстве: научно-практическое руководство, Москва, 2017 – с. 29.

3.Анатолий Тотай, Антон Корсаков, Владимир Попков, Олег Казаков, Елена Удовенко, Наталья Радькова Теория горения и взрыва 3-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для СПО Москва, 2018 – с. 55.

4. Изменения затрат энергии взрыва на дробление горных пород Горный журнал, Выпуски 1-6, Управление, 1981 – с. 61.

5. Б. Кутузов Методы ведения взрывных работ. Часть 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности, Москва 2017 – с. 55 – 63.

6. Влияние соотношения глубины заложения заряда и массы ВВ на параметры сейсмовзрывных волн в ближней зоне взрыва / С.Г. Гендлер // Взрывное дело. №101/58. 2009 – с. 303 – 307.

7. Измерение сейсмовзрывных волн в массиве при взрыве заряда ВВ постоянной энергии и переменного диаметра /В.П. Макарьев// Взрывное дело. №85/42. 1983 – с. 124 – 127.

8. Кутузов Б.Н., Белин В.А. Проектирование и организация взрывных работ. М., Горная книга, 2012 – с. 416.

9. Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород. Алматы: Баспагер, 1998 – с. 210.

10. Ракишев Б.Р. Автоматизированное проектирование параметров и результатов массовых взрывов на карьерах. Алматы: КазНТУ, 2008 – с. 125.

11. Виноградов Ю.И. Исследование удельных энергозатрат и сетки расположения скважин на эффективность дробления горных пород взрывом: автореф. дис. канд. техн. наук. Л.: ЛГИ, 1976.

Н.Е.Бейсебаев, И.А.Тухтамов, Е.М.Бөленов

Заряд диаметрінің тау жыныстары массивін жару ұнтақтау тиімділігіне әсері

Түйіндеме. Заряд диаметрінің тау жыныстары массивін жару ұнтақтау тиімділігіне әсері қарастырылды. ЖЗ зарядының бетінің өзгеруі кезінде тау жыныстары массивінің бөлшектерінің ығысуын жылдамдату және жылдамдығының өзгеру сипаты анықталды. Жарылыстың пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) тау жыныстарының массивімен зарядтың жанасуының меншікті беті арқылы анықталады (заряд беті оның массасына қатынасы). Жарылыстың пайдалы әсер коэффициентінің өзгеруінің ЖЗ зарядының тау жынысымен түйіспесінің меншікті бетіне тәуелділігі ұсынылған.

Түйін сөздер: бұрғылау-жару жұмыстарының параметрлері, заряд диаметрі, кіші диаметр, жарылыс, заряд, жарылған кен массасының гранулометриялық құрамы, жанасу беті, тау жыныстары массивінің бөлшектерінің ығысу жылдамдығы.

N.Beisebayev, I.Tukhtamov, E.Bolenov

Effect of explosive charges diameter on the efficiency of crushing of rocks mass

Abstract. The influence of the charge diameter on the efficiency of explosive crushing of the rock mass is considered. The nature of the change in the velocity and acceleration of the displacement of particles of an array of rocks when the surface of the explosive charge varies. It has been established that the efficiency of an explosion is determined through the specific surface of the charge contact with the rock mass (the ratio of the charge surface to its mass). The dependence of the change in the efficiency of the explosion on the specific contact surface of the explosive charge with the rock is proposed.

Key words: parameters of drilling and blasting operations, diameter of charge, small diameter, explosion, charge, particle size distribution of the blasted rock mass, contact surface, particle displacement velocity of rocks.

УДК 622.235.669

Боленов Е.М., Метакса Г.П, Метакса А.С., Алишева Ж.Н.
ebolenov@mail.ru

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация: *Современное состояние цифровизации в горной отрасли отражено в международных и региональных постановлениях всех технически развитых стран. В 2015 году в РФ планировалось создать первый промышленный консорциум для разработки концепции «умный карьер». Генеральным инициатором проекта выступали Группа ВИСТ, а также ряд горнодобывающих компаний России и Казахстана. Со стороны Беларуси партнером выступает компания БЕЛАЗ, которая успешно провела испытания первого в истории беспилотного большегрузного карьерного самосвала. В проекте «Умный карьер» важным технологическим направлением является 3D-моделирование в добыче ресурсов.*

Ключевые слова: *геотехнология, цифровизация, экология, выщелачивание, отходы, эксперимент, функциональная схема*

Introduction. Актуальность работы обусловлена необходимостью замены непроизводительного труда на автоматизированные 3 D процессы. В прошлом году состоялся представительный форум в городе Минске, который обозначил основные

приоритеты в цифровизации горной отрасли. Было показано, что процесс цифровизации уже идет полным ходом на многих предприятиях, охватывается логистическое, экономическое и аналитическое направления [1, 2].

В современной горной отрасли существует ряд геотехнологий, не требующих присутствия человека в подземном пространстве при шахтном методе добычи. Активно разрабатываются технологии, связанные с процессами холодного ядерного синтеза (ХЯС) и другие, например, информационные технологии. Цифровизация грядущих геотехнологий требует высокого уровня профессионализма для успешного решения поставленных задач. В этой работе приводится пример создания новой геотехнологии выщелачивания отходов обогащения, ТМО, бедных руд и отвалов [3, 4].

Methods. Для решения поставленной задачи использованы методы физического моделирования, для которых созданы необходимые теоретические обоснования в виде матриц цифровизации процессов получения заданных свойств. Преимуществом созданного нами метода моделирования является комплексный подход ко всем природным явлением реального массива.

Результатом этих работ является разработка нового проекта восстановления нарушенных земель, предусматривающего полную цифровизацию всех процессов, происходящих в природных условиях. Разрабатываемый эскизный проект имеет автономное энергообеспечение, позволяющее полностью автоматизировать протекание следующих процессов:

- растворения и осаждение полезных ископаемых;
- массоперенос их в зависимости от положения по странам света;
- приливно — отливных эффектов;
- капиллярных взаимодействий.

На рисунке 1 показана схема расположения узлов переработки в таком проекте. Отличительной особенностью проекта является наличие обводного канала, постоянный уровень воды в котором поддерживается автоматически.

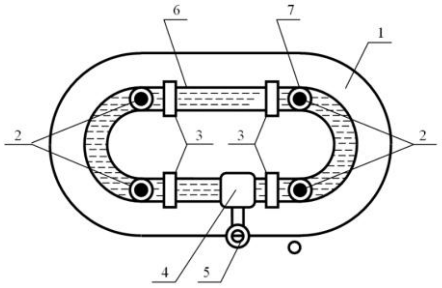


Рисунок 1 - Схема расположения узлов переработки минералов по выщелачиванию полезных ископаемых

(1. Массив полигона; 2. Коллекторы (4шт.); 3. Элементы шлюзовой системы (4-5 шт.); 4. Узел водоподготовки; 5. Скважина; 6. Обводной канал полигона; 7. Блок энергопреобразователя (4 шт.)

Функциональная схема показана на рисунке 2, в ней реализуется поперечное взаимодействие следующих потоков:

- концентрационного $_{\Delta}C$: $_{\Delta}C = C_1 – C_2$ (1)
- капиллярного: $F_T = F_H$, (2)

где F_T – сила тяжести; F_H – сила поверхностного натяжения;

- конвекционного: $_{\Delta}T = T_1 – T_2$ (3),
- гравитационного: $P = mg – ma$ (4),

где P – это вес,

m – Масса

a – Ускорение

g – Ускорение свободного падения.

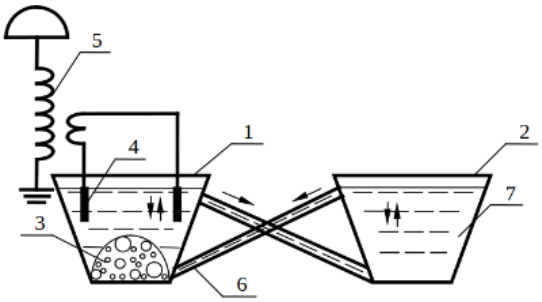


Рисунок 2 - Функциональная схема процесса выщелачивания
(1- Основной реактор; 2 - Вспомогательный реактор; 3- Обрабатываемая руда; 4 - Электроды; 5- Преобразователь; 6- Трубопроводы; 7- Продуктивный раствор)

Discussion. Для каждого из перечисленных потоков массопереноса существуют разработанные механизмы, позволяющие управлять ими в режиме автоматического регулирования каждого процесса в отдельности и в комплексных сочетаниях [5]. Физического моделирование указанных процессов осуществили в лабораторных условиях. Опытно — промышленные испытания были успешно проведены в Жезказгане на отходах медеплавильного производства. Полученные результаты позволяют прогнозировать экономически — выгодное внедрение разработки на всех видах отвалов, бедных руд и техногенных отходах существующих производств.

Здесь же следуют отметить, что по концепции Ломоносова М.В. [6] каждое месторождение является автономным реактором, непрерывно воспроизводящим те полученные ископаемые, которые обусловлены геометрическим расположением массива залежи. Эти проблемы также требуют исследования, хотя они относятся к решению задач холодного ядерного синтеза (ХЯС). В этом случае необходимо знать условия фокусировки поступающих внешних воздействий.

На этапе проведения лабораторных работ можно анализировать возможности механизмов управления свойствами в реакциях, проходящих на границе раздела фаз (смотрите таблицу 1).

Таблица 1 – Матрица цифровизации процессов получения заданных свойств на выходе системы (механизмы взаимодейтсвия на границе раздела фаз) (3х3).

Уровни рассмотрения, м	Частотный диапазон, (Гц) c^{-1}			
	Пленки жидких металлов 10^{-12} - 10^{-15}	Пленки жидких веществ 10^{-12} - 10^{-9}	Пленки органических соединений 10^{-9} - 10^{-6}	Вид управляемого процесса
Электронный $>10^{-12}$	Упругая и неупругое рассеяние (экзоэмиссия)	Ионизация	Радиационно – химические реакции	Внутрифазовая неравновестность
Решеточный $>10^{-9}$	Фотопреобразование	Поверхностно – активные процессы	Структурирование, окисление, восстановление	Концентрационная неравновесность
Структурный $>10^{-6}$	Теплообразование	Сорбация, десорбция	Полимеризация (синтез, деструкция)	Межфазовая неравновесность
Способ управления	Изменение условий контакта разнородных фаз	Резонансный	Емкостный	Способ кинетических соответствий реакций воздействий и отклика

В этой таблице показаны основные механизмы управления химическими и физическими свойствами процессов, происходящих на границе раздела фаз, в зависимости от пространственно-временных параметров системы "воздействие-отклик" [7, 8].

Разработка теоретических аспектов цифровизации горной отрасли требует системных знаний о свойствах веществ для разных уровней рассмотрений.

Для выявления причинно-следственных связей при воздействии внешних источников переменных полей с твердым веществом выделены пространственно-временные параметры, влияющие на массоперенос, состояние и граничные условии взаимодействующих фаз. При этом в систематизации по пространственному признаку выбраны следующие масштабы расстояний для любого уровня структур:

- макроскопический – вблизи масштабов нулевой степени, 10^0 м · 1 м;
- поликристаллический, 10^{-3} м;
- монокристаллический, 10^{-6} м;
- решеточный, 10^{-9} м;
- электронный, 10^{-12} м.

У каждой модели, меняющейся через три порядка расстояний [7], есть специфические ведущие элемент структуры, своя группа соотношений физической модели, свои группы математических реализаций.

Таким образом, совокупность полученных результатов экспериментальных исследований и разработанные теоретические предпосылки для цифровизации в горной отрасли позволяет сделать следующие выводы:

1. Существующая концепция цифровизации в горной отрасли имеет ряд существенных отличий от разрабатываемых современных способов автоматизации производств, работающих от промышленной электросети.

2. На примере цифровизации процесса выщелачивания показано, что для реализации этой концепции необходим комплексный подход к изучению и последующему использованию природных процессов массопереноса с применением автономного режима эксплуатации.

3. Предложена матрица цифровизации для получения заданных свойств при реализации различных механизмов взаимодействия на границах раздела фаз. Показано, что существующая система не обладает достаточной наукоемкостью и поэтому цифровизация горной отрасли должна осуществляться с учетом развития новых геотехнологий, предусматривающих автономное энергоснабжение.

Литературы:

1. Государственная программа «Цифровой Казахстан», утвержденная Постановлением Правительством РК, приказ №827 от 12.12.2017 г.

2. Цой С.В. Основы проектирования рудника будущего.- Учебное пособие — Алматы, 2011, 516 с.

3. Чабдарова Ю.И., Нугманов К.Х., Шамганова Л.С. и др. Геомеханическое обеспечение обработки маломощных залежей Жезказганского месторождения, ИГД им. Д.А.Кунаева, Алматы, 2015, 170 с.

4. Буктуков Н.С., Метакса Г.П. Основы комплексного мониторинга состояния горных пород для решения задач управления катастрофическими событиями. ДАН РК. № 3.- 2014. – С. 96-105.

5. Карабалин У.С., Сармурзина Р.Г., Метакса Г.П. Процесса накопления и разрядки напряжений в зависимости от размеров и формы структурных составляющих ландшафта в процессах мониторинга при нефтедобыче. Известия НАН РК, №2, 2012, с 48 -52.

6. Ломоносов М.В. Слово о рождении металлов от трясения Земли, сентября 6 дня 1757 года говоренное // О слоях земных., М., Госгеолитиздат. - 1949. - 210 с.

7. Доклад на I Всес.школе по диаграммам состояния в г.Б.Алта. /В.М.Даниленко. – 1978.

8. Метакса Г.П. Пространсвтенно-временные взаимосвязи, определяющие механизмы взаимодействия на границах раздела фаз //Деп. В КазНИИНТИ. – Алма-Ата. – Рег.№ 2938 от 30.03.88 г.

Боленов Е.М., Метакса Г.П, Метакса А.С., Алишева Ж.Н.

Тау-кен саласын цифрландыру үшін заманауи технология

Аңдатпа. Тау-кен өнеркәсібіндегі цифрландырудың ағымдағы жағдайы барлық техникалық дамыған елдердің халықаралық және өңірлік ережелерінде көрініс тапты. 2015 жылы Ресей Федерациясында «ақылды карьер» тұжырымдамасын әзірлеу үшін алғашқы өнеркәсіптік консорциум құру жоспарланған. Жобаның бас демеушісі VIST Group, сондай-ақ Ресей мен Қазақстанның бірқатар тау-кен компаниялары болды. Белоруссияның серіктесі БЕЛАЗ болып табылады, ол тарихтағы бірінші ұшқышсыз ауыр самосвал табысты сыналды. «Smart Quarry» жобасында маңызды технологиялық бағыт ресурстық өндірісте 3D моделдеу болып табылады.

Түйін сөздер: геотехнология, цифрлау, экология, сілтісіздендіру, қалдықтар, эксперимент, функционалды сұлба

Bolonev E. M., Metaxa G. P, Metaxa A. S., Alisheva J. N.

Modern technology for the digitalization of the mining industry

Abstract. The current state of digitalization in the mining industry is reflected in international and regional regulations of all technically developed countries. In 2015, Russia planned to create the first industrial consortium to develop the concept of "smart career". The General initiator of the project was the VIST Group, as well as a number of mining companies in Russia and Kazakhstan. Belarus ' partner is BELAZ, which has successfully tested the first ever unmanned heavy-duty dump truck. In the project" Smart quarry " an important technological direction is 3D-modeling in resource extraction.

Keywords: Geotechnology, digitalization, ecology, leaching, waste, experiment, functional scheme

УДК 622.834:622.882

Бубнова Е.А.
канд. техн. наук
Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, Украина, г. Днепр, bubnova@nas.gov.ua

НАПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Аннотация: *Показано, что применяемые для борьбы с обводнением карьера системы внутрикарьерного водоотлива и дренажные системы, приводят к нарушению естественного гидрогеологического режима и загрязнению природных вод высокоминерализованными карьерными. Предлагается для конкретных условий рассматривать направление, глубину, динамику движения подземных вод и разрабатывать технические решения, основу которых составляет перехват и отведение подземных вод в соответствующие им водоносные горизонты.Такие решения позволят не только препятствовать водопритокам в карьер и связанных с ними осложнений в виде оползней, но и благоприятно отразятся на состоянии водной среды района, поскольку позволяют избежать загрязнения поверхностных водных объектов, в которые сбрасываются после отстаивания подземные воды и смешивания вод между водоносными горизонтами. Параметры такой технологии зависят от глубины карьера, количества, мощности и глубины залегания вскрываемых водоносных горизонтов, расположения в плане карьерного поля по отношению к направлению потока подземных вод, минерализации подземных вод.*

Ключевые слова: *карьер, подземные воды, водоотведение, регулирвоание гидрогеологического режима, предотвращение загрязнения водной среды.*

С увеличением площадей нарушенных горными работами земель все острее становятся вопросы подтопления одних участков и обезвоживания других.

В настоящее время регулирование гидродинамического режима подземных вод в районах ведения горных работ осуществляется закладкой различного вида дренажных систем с целью отвода вод от разрабатываемого месторождения.

Ранее установлено, что гидрорежим нарушенной геологической среды обуславливается не только новыми свойствами пород, но и параметрами окружающей природной геологической среды и условиями размещения в ней нарушенных пространств [1-2].

Исходя из этого, при открытом способе разработки полезных ископаемых рекомендуется в качестве основных технических решений по сохранению свойств пород в природной среде, примыкающей к нарушенной, осуществлять перехват потоков подземных вод до их подхода к границам карьера и отвод в соответствующие им водоносные горизонты за пределами конечных контуров карьера. Осуществление таких мероприятий позволит сохранить баланс и режим подземных и поверхностных вод на территориях, прилегающих к разрабатываемым открытым способом участков месторождений, за счет:

- обеспечения захвата вод до подхода их к карьеру;
- отведения вод не в поверхностные водоемы и водотоки, а в подземные водоносные горизонты;
- отведения перехваченных подземных вод в те горизонты, к которым они приурочены.

Параметры такой технологии зависят от глубины карьера, количества, мощности и глубины залегания вскрываемых водоносных горизонтов, расположения в плане карьерного поля по отношению к направлению потока подземных вод.

Далее приведены основные схемы предлагаемых геотехнических решений по обеспечению сохранности природного гидрорежима при ведении открытых горных работ и эксплуатации внешних отвалов.

На рис. 1 приведена схема карьера и прилегающей к нему территории. Движение подземных вод направлено с северо-запада на юго-восток. С восточной стороны вблизи карьера протекает река, куда разгружаются поверхностные и частично подземные воды. Карьер вскрывает два водоносных горизонта (грунтовых вод и палеоген-неогеновых отложений). Для данных условий предлагается следующее решение. На поверхности, на расстоянии 500-600 м от западной границы карьера, при помощи специализированной техники осуществляется закладка водосборной дрены для сбора грунтовых вод, которые по этой дрене самотеком перемещаются на юг за пределы зоны влияния карьера, откуда по нескольким водоотводящим коллекторам отводятся в водоносный горизонт грунтовых вод (т.е. тот самый горизонт, с которого осуществляется перехват). В карьере на горизонте, вскрывающем подземные воды палеоген-неогеновых отложений, закладывается открытый водосборный лоток, по которому воды перемещаются к насосной станции, с которой откачиваются по трубопроводу в пруд-накопитель и в последствии по системе трубопроводов закачиваются в вертикальные скважины, пробуренные на тот же водоносный горизонт (палеоген-неогеновых отложений) за пределами карьера со стороны выхода подземных вод.

Эксплуатация такой системы позволит сохранить водный баланс подземных вод на прилегающей к карьеру территории. Данная система может применяться на любом карьере с учетом особенностей территории. Если поток подземных вод направлен в карьер со стороны нерабочего борта, дренажную систему по перехвату грунтовых вод необходимо закладывать на расстоянии 500-700 м от соответствующей границы карьера.

Если поток грунтовых вод направлен в карьер со стороны рабочего борта – указанную дренажную систему необходимо закладывать на расстоянии не менее 100 м от проектируемой границы конечного контура карьера.

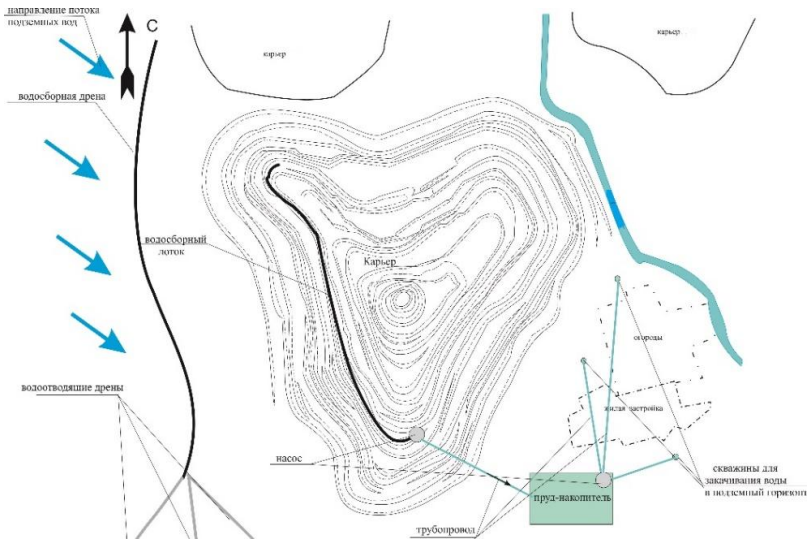


Рисунок 1 - Техническое решение по сохранению гидрорежима территории при ведении открытых горных работ

При вскрытии карьером нескольких водоносных горизонтов, глубина залегания которых превышает 10 м, перехват подземных вод осуществляется открытыми дренажными лотками в пространстве карьера, а затем отводится в систему скважин на данный водоносный горизонт. Для обеспечения сохранности гидрохимического и гидродинамического режима подземных вод, отводимые с различных водоносных горизонтов воды не должны смешиваться.

На рис. 2 приведена схема другого карьера, особенность эксплуатации которого заключается в том, что со стороны западного и северо-западного бортов карьер пересекается поток поверхностных вод, в результате чего на указанных бортах развиваются оползневые процессы [2]. Карьер вскрывает один водоносный горизонт.

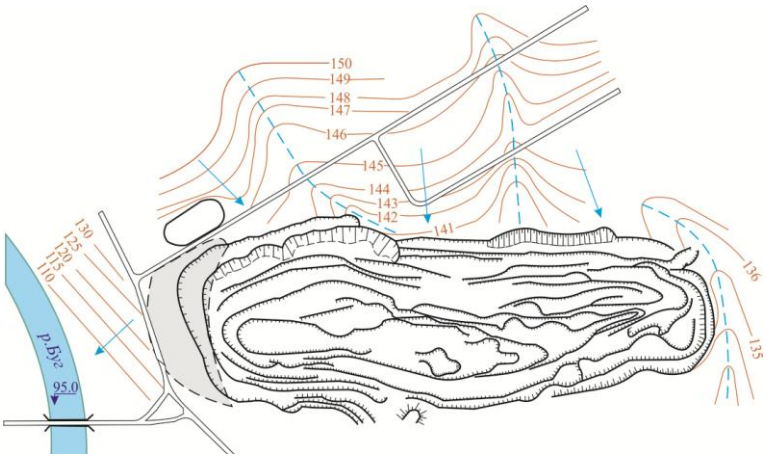


Рисунок 2 - Технические решения по охране гидрорежима поверхностных и подземных вод при ведении открытых горных работ в условиях поверхностного подтопления и оползнеобразования

Для обеспечения сохранности гидрорежима и безопасной эксплуатации карьера рекомендуется закладка поверхностного открытого дренажного лотка для перехвата поверхностных вод и отвода их при помощи насоса и трубопровода в обустраиваемый пруд-отстойник, откуда осветленные воды перекачиваются в реку, которая протекает со стороны

западного борта карьера. Так как поток подземных вод направлен с северо-востока и востока на юго-запад и запад, то в пространстве карьера на горизонте, вскрывающем водоносные породы, обустраивается водосборный лоток, по которому вода самотекам движется к насосной станции, посредством которой перекачивается в скважины, пробуренные за пределами границ карьера в южной части на тот же водоносный горизонт.

Такая схема позволяет избежать подтопления бортов карьера и формирования оползней, а также сохранить природный гидрорежим территории (без формирования обширной депрессионной воронки).

На рис. 3 приведенf схема отвала карьера. Условия эксплуатации отвала осложнены интенсивным воздействием поверхностного стока, который направлен под основание отвала с западной его стороны. В результате подтопления западного борта и выдавливании грунтовых вод с нагруженных легких лессовых пород поверхности земли, которые являются основанием отвала, тело отвала насыщено водой, т.е. в нем сформировались техногенные водоносные горизонты. В результате этого образуются оползни на западном откосе отвала и западном борту прилегающего к нему карьера. Формирование вдоль западного борта отвала открытого дренажного лотка обеспечит перехват поверхностных вод и непоступление их под основание отвала. Перехваченные поверхностные воды насосом подаются в пруд-накопитель. Для осушения тела отвала предусматривается вертикальный дренаж, заложенный с поверхности первого яруса на глубину равную высоте яруса. По поверхности яруса вертикальные дрены соединяются водосборным лотком, по которому вода перемещается к насосной станции, откуда откачивается в пруд-накопитель по трубопроводу. Данное техническое решение обеспечивает безопасную эксплуатацию обводненного отвала.

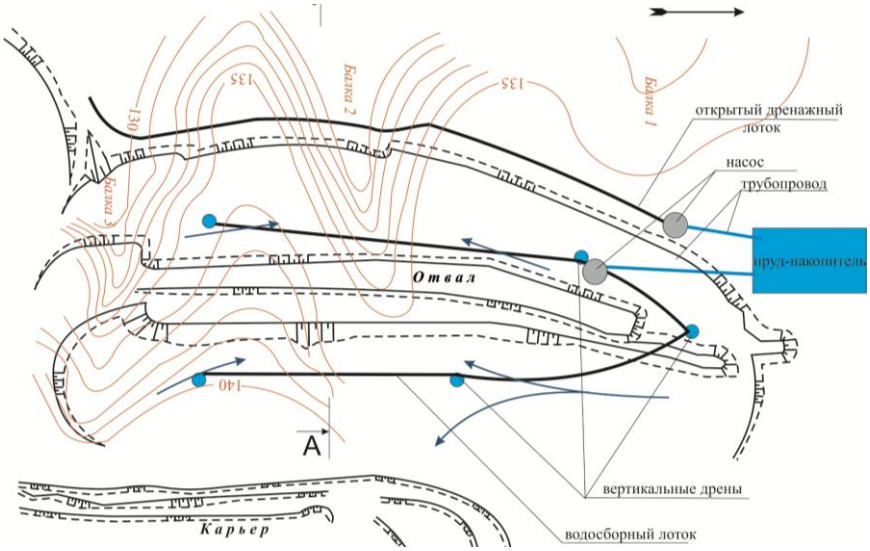


Рисунок 3 - Технические решения по обеспечению безопасной эксплуатации отвала и сохранения природного гидрорежима

Выводы: В настоящее время дренажные системы карьеров и отвалов предусматривают только улавливание и откачивание подземных и поверхностных вод для обеспечения условий безопасной работы карьеров. Предлагаемые технические решения позволят не только решать эти проблемы, но и регулировать гидрорежим с сохранением водного баланса территории, что предотвратит оползнеобразование, подтопление площадей и обезвоживание водоносных горизонтов.

Для разных горнотехнических и природных условий, глубин разработки, количества и глубин залегания водоносных горизонтов, осложнений в виде природных и техногенных объектов проработаны технические решения, включающие бурение скважин на водоносные

горизонты, которые необходимо отвести, до поступления потока в карьер и за карьером, на расстоянии и в количестве, устанавливаемом расчетами; закладке дрен с уклоном, и перенаправлении вод в те же водоносные горизонты, с которых они получены.

Литературы:

1. Четверик М.С., Бубнова Е.А. Формирование техногенной геологической среды и ее взаимосвязь с природной // Вестник Криворожского технического университета, 2010. – Вып. 25. - С. 83-87.

2. Бубнова Е.А. Влияние нарушенной и техногенной геологической среды на водный баланс территорий их расположения // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов, 2016. – Вып. 129. – с. 136-145

Бубнова Е.А.

Техногендік гидрогеологиялық режимді реттеу бағыттары

Аңдатпа. Карьердің сулануымен күресу үшін қолданылатын Карьер ішіндегі сутөкпе жүйесі мен дренаж жүйелері табиғи гидрогеологиялық режимнің бұзылуына және табиғи сулардың жоғары минералданған карьермен ластануына алып келеді. Нақты жағдайлар үшін жер асты суларының бағытын, тереңдігін, қозғалыс динамикасын қарау және негізін тиісті су тұтқыш қабаттарға жер асты суларын ұстап қалу мен ағызуды құрайтын техникалық шешімдер әзірлеу ұсынылады. Мұндай шешімдер карьердегі су ағындарына және олармен байланысты көшкіндер түріндегі асқынуларға кедергі келтіріп қана қоймай, сонымен қатар ауданның су ортасының жай-күйіне жағымды әсер етеді, өйткені жер асты сулары тұндырылғаннан кейін төгілетін жер үсті су объектілерінің ластануын болдырмауға және су тұтқыш деңгейлер арасында суды араластыруға мүмкіндік береді. Мұндай технологияның параметрлері карьердің тереңдігіне, ашылатын су тұтқыш деңгейжиектердің мөлшері, қуаты мен тереңдігіне, жер асты сулары ағынының бағытына қатысты Карьер алаңының жоспарында орналасуына, жер асты суларының минералдануына байланысты.

Түйін сөздер: карьер, жер асты сулары, су бұру, гидрогеологиялық режимді реттеу, су ортасының ластануын болдырмау.

O.A. Bubnova

Ways of regulation of technological hydrogeological regime

Abstract. It has been shown that the intra-quarry drainage systems and drainage systems used to combat the watering of the open pit lead to the disruption of the natural hydrogeological regime and the contamination of natural waters with highly mineralized open pit waters.It is proposed to consider the direction, depth, dynamics of groundwater movement for specific conditions and develop technical solutions based on the interception and abstraction of groundwater in the appropriate aquifers.Such solutions will not only prevent water inflows into the quarry and related complications such as landslides, but also have a positive effect on the aquatic environment of the area, since they help to avoid contamination of surface water bodies that are discharged after sedimentation and groundwater mixing.

The parameters of this technology depend on the depth of the pit, the quantity, thickness and depth of the aquifers being opened, its location in terms of the quarry field with respect to the direction of groundwater flow, and groundwater salinity.

Keywords: quarry, groundwater, drainage, regulation of the hydrogeological regime, prevention of pollution of the aquatic environment.

УДК 622.61:55.3

Дарменкулова А.Б., Жалгасулы Н.

Научный руководитель Нариман Жалгасулы зав.отд., д.т.н., проф

Институт горного дела имени Д.А. Кунаева, Казахстан, г. Алматы

dab_1994@bk.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕКОНДИЦИОННОГО СЫРЬЯ БУРОУГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА

Аннотация. *В ранние времена уголь использовался в качестве топлива для коммунальных служб, а затем использовался в различных котлах, поездах, лодках, вахтовых*

домиках, огнеупорных печах, а затем для производства электроэнергии. Отличительный особенностью бурых углей является содержание в них летучих веществ, повышенная влажность и сравнительно низкая теплотворность, кроме того, при добыче и хранении сильно измельчаются. Угольная мелочь является предметам особого внимания природоохранных и экологических служб Республики Казахстан. Угли, как и другие минералы, содержат большое количество минералов и комплексных соединений химических элементов. Его органические и неорганические части содержат воду и летучих веществ. В органической части также распространены битум и гуминовые кислоты. В различных отраслях химической промышленности уголь перерабатывают путем газификации, каталитической газификации, гидрогенизации, многоступенчатой и скоростной гидрогенизации, пиролиза, гидропиролиза, экстракции, суперкретического растворения угля и.т.д. При этом получают более 50 основных химических продуктов (синтез-газ, монтан-воск, парафин, моторное и реактивное топливо, пластмассы и.т.д.) и многочисленные производственые вещества.

Ключевые слова: *бурые угли, техногенные минеральные образования (ТМО), препараты, технологии, некондиционный уголь.*

По запасам углей Казахстан входит в десятку стран-лидеров, уступая лишь Китаю, США, России, Австралии, Индии, ЮАР и Украине и содержит в недрах 4% от общемирового объема запасов. Наиболее ценные для промышленности энергетические и коксующиеся угли сосредоточены на 16 месторождениях. Основным импортером является Российская Федерация. За последние годы география зарубежных поставок угольной продукции значительно расширилась - потребителями Казахстанского угля стали Румыния, Чехия, Польша, Эстония, Турция, Украина и в перспективе все Европейские страны. В Республике 10 угольных бассейнов, 155 месторождений, 102 проявления каменного и бурого углей, горючих сланцев. Большинство угольных месторождений расположены на территории Карагандинской, Костанайской, Акмолинской, Павлодарской, Актюбинской и Восточно-Казахстанской областей. Казахстан располагает значительными запасами бурых углей, залежами биопрослоек, являющихся сырьем для получения этих материалов. Несмотря на наличие в Республике крупных месторождений бурых углей и достаточно развитой инфраструктуры до сих пор не налажено производство их переработки. Поэтому разработка и промышленное внедрение технологии получения модифицированных гуминовых препаратов является которой весьма актуальным. [1].

В Казахстане исследований по переработке углей проводятся в:

- Институте органического синтеза и углехимии (г.Караганда);
- Научно-исследовательский институт «Новых химических технологий и материалов» при КазНУ имени аль-Фараби;
- Институте химических наук имени А.Б. Бектурова.

В Институте горного дела им. Д.А. Кунаева разработана технология получения гуминовых препаратов из Кияктинского и Ой-Карагайского бурых углей. Представительная партия полученного препарата была опробована в качестве стимулятора роста различных сельскохозяйственных культур в экстремальных почвенно-климатических условиях Юга Казахстана. Засушливый климат, дефицит водных ресурсов и значительное участие в засоленных почв в структуре почвенного покрова Казахстана являются серьезным препятствием для повышения продуктивности земельных угодий классическими методами. Для решения задачи эффективного использования низко продуктивных земель и повышения рентабельности сельскохозяйственного производства разработаны нестандартные методологические подходы, базирующиеся на принципиально новой научно-теоретической концепции энергоинформационного земледелия. Рациональное применение на полях физиологически активных гуминовых препаратов с полифункциональными свойствами, повышающих биоэнергетику и экологическую устойчивость сельскохозяйственных культур

к экстремальным факторам среды обеспечит сельхозпроизводителей надежным средством для повышения урожайности товарной продукции с минимальной зависимостью от неблагоприятных почвенно-климатических условий. Получаемый, по разработанной технологии препарат будет конкурентоспособен на внутреннем и внешнем рынках вследствие его невысокой цены, экологической привлекательности, доступности и эффективности [2].

В Казахстане не было и до сих пор нет брикетной фабрики, кроме Карагандинской установки по переработке угольных отходов обогатительных фабрик в брикеты с большой зольностью, по этой причине не пользующимся спросом у потребителей. Сейчас многие частные предприниматели пытаются наладить производство брикетов, но без научно-технической и системной подготовки, все попытки оканчиваются неудачей, хотя на первый взгляд технология производства брикетов кажется простой. Основным препятствием развитию технологии брикетирования было и остается различие в свойствах углей и связующих веществ, которые требуют различных режимов и параметров технологии и вещественного состава брикетов. Поэтому для углей разных марок месторождений, а иногда даже для углей отдельных пластов и участков одного месторождения необходимо проводить предварительные изыскания и исследования для определения оптимальных составов брикетирования и параметров технологии их производства.

Месторождение Киякты, входящее в Байконурскую группу Тургайского бассейна, находится в Улытауском районе Карагандинской области, в 180 км западнее г.Жезказгана и в 40 км Северо-Западнее аула Байконур. Открыто в 1916 г. М.О. Клером, обследовалось Д.Н.Бурцевым, М.М. Пригоровским, М.В. Буниной. Разведка месторождения производилась К.И. Сатпаевым (1930-1941 гг.), Ф.Д. Стеценко и И.С. Русановым (1952-1953 гг.). Кроме угля на месторождении Киякты имеется гумус, который используется в качестве удобрений и для производства биологически активных препаратов, стимулирующих рост растений и повышающий продуктивность животных. Следовательно, в целях комплексного использования Кияктинского угля можно на первых порах производить из него биологически активные препараты и брикеты из отсева угля (штыба), которого только при добыче на месторождении образуется до 40% от общего объема добытого угля [3]. Это месторождение может служить основной базой снабжения бытовым топливом для Юго-Западных районов Карагандинской и для Кызылординской областей. Запасы только центрального участка месторождения составляют 32 млн т, а уголь относится к категории бурых гумусовых, технологической марки БЗ. Средняя зольность угля 21%, содержание летучих веществ - 39-44 %, смол - 3,0-7,5 %. По этим показателям уголь можно отнести к достаточно труднобрикетируемым.

Рисунок 1- Буроугольные брикет

Месторождение Ой-Карагай, расположено среди Юго-Восточных отрогов хр. Кетмень 90 км от пос. Нарынкол, в восточной части Алматинской области. Окисленные угли находятся в верхней части угольного пласта. Из приведенных данных следует, что месторождения бурого угля распространены по территории Республики неравномерно и отличаются по качеству и основным характеристикам. Анализ запасов бурых углей на

месторождениях и их основные характеристики включая географические положения, предопределили направление дальнейших исследований [2-3].

Таблица 1 – Химический состав проб бурого угля 2-х месторождений

Показатели	Кияктинское месторождение (среднее)	Ой-Карагайское месторождение	
		окисленные	полуокисленные
РН водной вытяжки	6,8	6,0	4,7-5,9
Гумус, %	20-69,2	30,0	64-72
Кремнезем (SiO_2)	38,2-5,0	25,5	25,5
Al_2O_3 ,%	20,5-4,0	21,6	21,6
Fe_2O_3, %	21-5,2	20,4	20,4
TiO_2, %	-	1,25	1,3
MgO	3,2-2,0	1,6	1,6
P_2O_5, %	0,03-0,05	0,08	0,08
K_2O	1,7-2,0	0,75	0,75
CaO	8,3-7,0	17,03	17,03
Na_2O	3,1-2,5	0,16	0,16
Азот	0,9-0,8	0,6	0,6
Цинк, мт/кг	122-120	1,13	0,16
Кобальт	0,3-0,1	0,19	0,06
Медь	64-60	2,5	0,08
Марганец	20-18	5,4	1,5
Молибден	17,0-13	0,25	0,1
Свинец	104,4-101,0	>32,0	-
Кадмий	4,1-3,1	>2,0	-

Как следует из приведенных данных, сырье для получения гуминового препарата весьма неоднородна и наблюдается значительный разброс по содержанию таких компонентом, как кремнезем, окислы алюминия и железа, а также микроэлементов.Эти данные подтверждают и многообразие технологий, технологических параметров.

Авторами проведены исследования по получению гумата из этих углей которой осуществляется следующим образом: исходное сырье очищается от посторонних включений с помощью системы сит и грохотов. Подготовленный уголь крупностью 0-5 мм обрабатывается 40% раствором гидроксида натрия в чане из расчета 0,4 л на 1 кг угля. Концентрация щелочи определена ранее проведенными исследованиями. Далее емкость герметично закрывается и оставляется на 12-15 часов. Затем подготовленная масса выгружается на специально подготовленную площадку, разравнивается слоем в 2-3 см и подсушивается на воздухе до влажности 18-22%. Оптимальные параметры были установлены в результате испытаний, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Оптимизация технологических параметров получения гумата натрия

Условия эксперимента: t –20-30^{0}С, концентрация - Na OH – 40%			
Гранулометрический состав, мм	Соотношение Т:Ж	Время выщелачивания, час	Выход гумата
0÷2	1:0,5	2 5 10 15	30 40 50 60
0÷5	1:0,75	2 5 10	40 60 78

		15	85
0÷10	1:1	2 5 10 15	30 45 60 70

Полученный гумат натрия, в зависимости от культуры растений, обогащается растворами солей микроэлементов (цинк, молибден, кобальт, медь) и макроэлементами (железо, калий, фосфор, азот) с варьированием концентраций.

Выводы. В результате выполненных работ установлена эффективность препарата, получаемого по разработанной технологии на низкопродуктивных почвах с уровнем засоления 0,8-2,2%. Повышение урожайности зерновых культур достигает 24,2-42,1%, риса-76,2-78,6, а сои-34,8%. В соответствии с поставленными задачами определено состояние запасов бурого угля месторождений Казахстана и их характеристики. Анализ запасов бурых углей на месторождениях и их основные характеристики предопределили направление дальнейших исследований и показали целесообразность разработки технологии переработки с использованием вышеуказанных углей содержащих гуминовые соединения высше 30%. В соответствии гуминово-кислотной гипотезой, высокое содержание гуминовых соединений способствует сцеплению угольных частиц при приложении давления, т.к. гуминовые кислоты обусловливают вязкость угольной массы. Разработанная технология переработки некондиционных углей могут быть использованы при эксплуатации других буроугольных месторождений, качество которых близки к Кияктинскому.

Литературы:

1. Ж.К. Каирбеков, М.Т. Токтамысов, Н.Ж. Жалгасулы, Ж.Т. Ешова. Монография // Комплексная переработка бурых углей Центрального Казахстана. Алматы. 2014. -С.26-36.

2. Г.М. Черний, Н.Ж. Жалгасулы, А.В. Когут и др. Отчет // Разработка технологии переработки бурого угля с получением продукции с высокой добавленной стоимостью. Алматы. 2014. -С.13-52.

3. Н.Ж. Жалгасулы, В.И. Галиц. Труды Первой международной научно-практической конференции // Комплексная переработка угля месторождений Казахстана. Алматы. 2000. -С.171-174.

Дарменкулова А.Б., Жалгасулы Н.

Қазақстанның бұрғылау көмір кен орындарының кондициялық емес шикізатын қайта өңдеу перспективалары

Аңдатпа. Ертеден көмір коммуналдық тұрмыста отын ретінде пайдаланылған, онан кейін түрлі қазандықтарда , пойыздарда, қайықтарда, вахталарда, шағылдырғыш пештерде, ал кейінгі кезде электр тогын өндіру үшін көптеп қолданылуда. Көмірге айыппұлдар Қазақстан Республикасында қоршаған ортаны қорғау және экологиялық қызметтеріне ерекше назар аударылды. Көмір, басқа пайдалы қазбалар сияқты, алуан түрлі минералдардан және химиялық элементтердің күрделі қоспаларынан тұрады. Осы уақытқа дейін оның органикалық және бейорганикалық бөліктері 50-ден аса химиялық элементтерден құралатыны және су мен ұшпа заттардан тұратынына көз жеткізілген. Мысалға (синтез газы, монтан балауызы, парафин, моторлы және реактивті отын, пластмасса және т.б.) және көптеген өндіріс заттарын алуға болады. Органикалық бөлігінде битумдар мен гуминдік қышқылдар да молынан кездеседі.

Түйін сөздер: қоңыр көмір, техногенді минералды шикізат (ТМШ), препарат, технология, көмірдің майдасы

Darmenkulova A. B., Zhalgasuly N.

Prospects of processing of substandard raw materials brown coal deposits of kazakhstan

Abstract. In early times, coal was used as fuel for public utilities, and then used in various boilers, trains, boats, berths, refractory furnaces, and then for the production of electricity. A distinctive feature of brown coal is the content of volatile substances, high humidity and relatively low calorific value, in addition, during the extraction and storage are greatly crushed. Coal fines are subject to special attention of environmental protection and environmental services of the Republic of Kazakhstan. Coals, like other minerals, contain a large amount of minerals and complex compounds of chemical elements. Its organic and inorganic parts contain water and volatile substances. In the organic part bitumen

and humic acids are also common. In various branches of the chemical industry, coal is processed by gasification, catalytic gasification, hydrogenation, multistep and high-speed hydrogenation, pyrolysis, hydropyrolysis, extraction, supercritical coal dissolution, etc. You get more than 50 basic chemical products (synthesis gas, montan wax, paraffin, motor and jet fuels, plastics, etc.) and numerous production substances.

Key words: brown coals, technogenic mineral formations (TMF), drugs, technology, substandard coal.

УДК 621.436.0

Заурбеков К.С.
Научный руководитель – Мырзахметов Б.А., профессор, канд. техн. наук
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Республика Казахстан, г.Алматы
kadmen.95@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ ПАРОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Аннотация. *Показана необходимость и возможность применения в современных условиях водотопливных эмульсий для работы парогенераторных установок. Рассмотрен процесс образования водотопливной эмульсии и эффективность его применения.*

Ключевые слова: *водотопливные эмульсии, вода, топливо, поверхностно-активные вещества, эмульгаторы.*

На настоящем этапе развития мировой экономики важнейшую роль в развитии каждой страны играет топливно-энергетический комплекс. Все больше возрастает потребность в ресурсах. Так, например, согласно источнику [1], уже через 20 лет потребность в топливных ресурсах увеличится в 2 раза. В современных условиях эксплуатации различных топливных установок при сжигании углеводородного сырья промышленность встречается с рядом проблем, которые не только влияют на надежность работы энергетического оборудования, но и приводят к перерасходу топлива , снижению технико -экономических показателей , загрязнению окружающей природной среды . В свете сказанного, энергосбережение и повышение эффективности использования имеющихся ресурсов является на данный момент одной из самых серьезных задач.

Характеристики большинства применяемых в настоящее время топлив уже не удовлетворяют постоянно возрастающим требованиям по их пожарной опасности и содержанию вредных примесей в отработавших газах . Рост экологических требований к топливам ведет к росту затрат на нефтепереработку, т. е. к росту цен на топливо.

Используемые энергетические установки не удовлетворяют предъявляемым требованиям, например как показано на рисунке 1, при сжигании мазута наблюдается повышенный расход топлива, завышенные показатели вредных веществ CO, NOx, SOx в выбросах, нестабильность процесса горения, срывы пламени из-за некачественного и обводненного мазута, нагар на экранах резервуарах, трубопроводах, приводящий к потерям и трудоемким процессам.

Использование водотопливных эмульсий позволяет повысить коэффициент сжигания топлива, повысить на 3-5% КПД топливных установок и уменьшить вредные выбросы продуктов сгорания. Еще одним важным фактором, характеризующим эффективность использования водотопливных эмульсий , является повышение эффективности и долговечности топочного оборудования Перерасход топлива из-за загрязнения поверхностей нагрева в котлах сажистыми и коксовыми частицами составляет 30-35% [2].

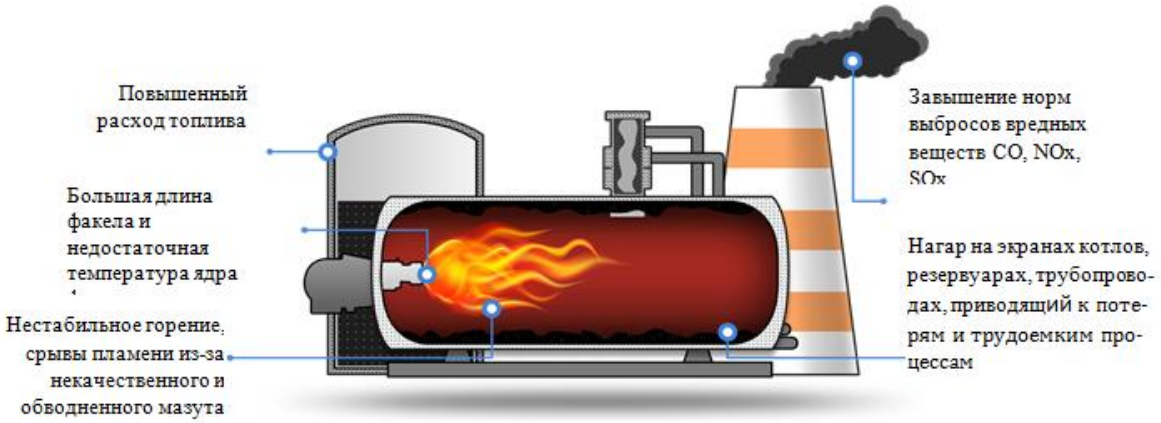


Рисунок 1 - Основные проблемы при сжигании мазута

Водотопливная эмульсия (ВТЭ) - это перспективный вид топлива, представляющее стабильную в течении длительного времени эмульсию, в которой вода являясь мелкодисперсной фазой, равномерно размещена в дисперсионной среде – углеводородном топливе и занимает до 30% от объема.

Применение ВТЭ позволяет обеспечить интенсификацию процесса горения, снизить температуру и концентрацию кислорода в зоне активной генерации вредных веществ, как это показано на рисунке 2.

Рисунок 2 - Эффективность применения ВТЭ

Использование ВТЭ позволяет повысить коэффициент сжигания топлива, сэкономить топливо и уменьшить вредные выбросы сажи, NO и CO в атмосферу. Механизм этого эффекта объясняется следующим. Топливо, поступая в горелку, распыляется форсункой. Дисперсность (размер капель) мазута составляет порядка 0,1-1 мм. Если в такой капле топлива находятся включения более мелких капелек воды (с дисперсностью около 1 мкм), то при нагревании происходит вскипание таких капелек с образованием водяного пара. Водяной пар разрывает каплю топлива, увеличивая дисперсность подаваемого в зону горения топлива.

В результате:

- увеличивается поверхность контакта топлива с воздухом.
- в высокотемпературной зоне котла капля эмульсии взрывается и происходит вторичное диспергирование топлива;

- возникают очаги турбулентных пульсаций;

- увеличивается число мелких капель топлива, что приводит к выравниванию температурного поля топки с уменьшением локальных максимальных температур и увеличением средней температуры в топке;

- повышается светимость факела (благодаря увеличению поверхности излучения);

- существенно снижается недожог топлива при предельно малом коэффициенте избытка воздуха, что позволяет уменьшить теплопотери с отходящими газами.

В результате проведения большого объема многолетних научных разработок, экспериментальных исследований и анализа материалов практической эксплуатации установлено, что вода в качестве добавки к топливу позволяет:

- увеличить детонационную стойкость, особенно низкооктановых моторных топлив;

- уменьшить до 10% удельный расход топлива на отдельных режимах работы двигателя;

- повысить долговечность работы и продлить срок службы двигателей;

- снизить концентрацию токсичных составляющих в выхлопных газах и обеспечить выполнение действующих норм.

Для использования ВТЭ в парогенераторных установках необходимо в систему подачи топлива установить диспергатор.

Диспергаторы для получения ВТЭ по принципу действия делятся на коллоидные мельницы, механические мешалки, струйные диспергаторы, барбатажные установки, ультразвуковые и кавитационные установки, гомогенизаторы, гидродинамические сирены.

Коллоидные мельницы приготавливают эмульсии высокого качества (средний диаметр капель d_K=3-5 мкм), однако требуют больших энергозатрат и имеют малую производительность.

Механические мешалки не позволяют получить мелкодисперсную эмульсию (d_K = 12~18 мкм), хотя имеют большую производительность и меньшие затраты энергии.

Струйные диспергаторы просты по конструкции, однако необходимо дополнительное оборудование (шестеренчатые насосы) и многократная (14~15 раз) обработка для получения высококачественной эмульсии (d_K - 2~8 мкм).

Барбатажные устройства характеризуются неравномерностью распределения частиц дисперсной фазы по объему эмульсии, крупными размерами капель (d_K = 5 мкм) и высоким расходом энергии.

Ультразвуковые и кавитационные установки имеют высокую стоимость, сложны по конструкции и в эксплуатации, хотя позволяют получать эмульсию с размерами частиц d_K = 5 мкм.

Гомогенизаторы используются для получения эмульсии с размерами капель 1 мкм и менее. Однако они сложны по конструкции, работают при высоких давлениях (до 35 МПа), что ведет к преждевременному износу и поломке деталей, требует многократной обработки эмульсии и больших энергозатрат.

Гидродинамические сирены (центробежно - и роторно-пульсационные аппараты) просты по конструкции, надежны в эксплуатации, имеют малые затраты энергии, причем интенсивность процессов тепло и массо-обмена в них на 1-2 порядка выше, чем в существующих устройствах.

В настоящее время наиболее перспективными, по нашему мнению, являются роторно-пульсационные аппараты (РПА), в которых при одно-двухкратной обработке можно получить эмульсию со средним размером частиц 3~6 мкм, причем время обработки составляет 20~30 с, что на 2~3 порядка меньше, чем при получении такой же эмульсии в аппарате с мешалкой. Доля частиц среднего размера доходит до 90-95%. Принципиально возможно получение эмульсий с размером частиц d_K = 0,5~1 мкм. По данным ряда исследований [3], мощность, потребляемая РПА, на два порядка меньше, чем у мешалки, в 4~6 раз ниже, чем в ультразвуковом диспергаторе, и меньше, чем у струйного аппарата. Поэтому роторно-пульсационные аппараты являются наиболее экономичными по сравнению

с устройствами других типов.В связи с тем, что работа горелки парогенераторной установки осуществляется при постоянном режиме нагрузки, считаем что для применения в системе парогенераторной установки являются роторно-пульсационные аппараты (РПА).

Из широкого спектра устройств данного типа, наиболее интерес представляет волновой диспергатор конструктивная схема которого представлена на рисунке 3 [4], который является промежуточным типом между «кавитаторами» статического типа и РПА. В работе волнового диспергатора используются сразу четыре метода физического воздействия на жидкости - интенсивная турбулизация, кавитационное воздействие, гидроудары высокой амплитуды прямого типа, а также трибостатический эффект. Кавитационный процесс реализован таким образом, что все ударно-волновые явления происходят непосредственно в потоке жидкости, не затрагивая материала корпуса и элементов конструкции, чем обеспечивается отсутствие кавитационной эрозии и долговечность диспергатора.

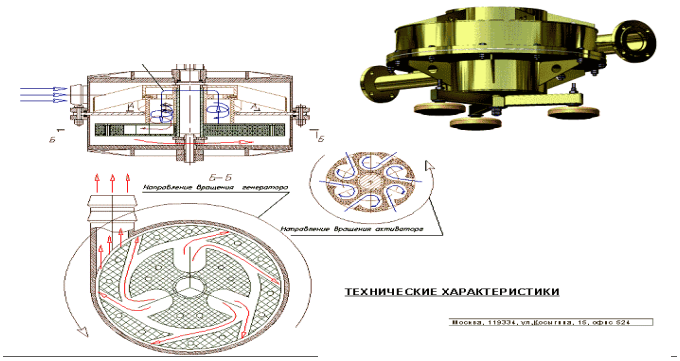


Рисунок 3 – Конструктивная схема устройства волнового диспергатора «Браво-ВД»

В процессе прямых гидроударов высокой амплитуды (которые генерируются при перекрытии генератором камер активатора) происходят структурные и молекулярные изменения агломератов, изначально присутствующих в мазуте, разрушение органических и минеральных примесей. Обеспечивается интенсивное перемешивание и диспергирование даже многокомпонентных несмешиваемых жидкостей (с наличием твердых включений) с образованием стойких к расслоению (не менее трёх месяцев) топливных эмульсий.

Литературы:

1. Федорова У.Д., Лебедева Е.А. Применение методики расчета процессов горения по обобщенным теплотехническим характеристикам к водомазутным эмульсиям // Международный студенческий научный вестник. – 2014. – № 4.

2. Курников А . С., Панов В . С. Повышение показателей качества водотопливных эмульсий // Журнал Университета водных коммуникаций. 2011, вып. 4. – С. 30-33.

3. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. Монография. – М.: Машиностроение -1, 2001. – 260 с.

4. http://www.zzu.ru/obschie/kontakty.html (патент РФ № 2347153).

К.С.Заурбеков

Бу шығаратын өсімдіктер үшін су-отын эмульсияларын қолдану мүмкіндігі

Аңдатпа. Қазіргі кезде бу генераторларын пайдалану үшін су-отын эмульсияларын қолданудың қажеттілігі мен мүмкіндігі көрсетілген. Су-отын эмульсиясын қалыптастыру процесі және оны пайдаланудың тиімділігі қарастырылады.

Түйін сөздер: су-отын эмульсиялары, су, отын, беттік белсенді заттар, эмульгаторлар.

K.S. Zaurbekov
The possibility of using water-fuel emulsions for steam generating plants
Abstract. The necessity and possibility of application of water-fuel emulsions for the operation of steam-generating plants in modern conditions is shown. The process of formation of a water-fuel emulsion and the effectiveness of its use are considered.
Key words: water-fuel emulsions, water, fuel, surfactants, emulsifiers

УДК 351.823.3(470)

Канагатова[1] А.А,. Бектур[2] Б.К
Научный руководитель – Т.М.Алменов, канд. тех. наук
[1]Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан
[2] Satbayev University, г.Алматы, Казахстан
aitgul.kanagatova@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРАВОВЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ, СТРАНАХ БЛИЖНЕГО И ДАЛЬНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ

Аннотация. *По содержанию горного законодательства составляются правовые акты и законодательные нормы, регулирующие горные отношения ближнего и дальнего зарубежья. Оно определяется в каждой стране в зависимости от сложившихся правовых систем. Вместе с тем основы горного законодательства составляет регулирование отношений недропользования. Существенное влияние на структуру горного законодательства оказывает принятая система отношений собственности.*

Ключевые слова: *недра, недропользования, право собственности, добыча, исследование, международного права, ресурс.*

Многие государства, добывающие полезные ископаемые, заняты совершенствованием своего законодательства в сфере недропользования, в том числе те, которые сформировались недавно как независимые государства и правовая сфера которых еще только формируется. При этом в качестве ориентира для анализа законотворчества в этой специальной области избрано международное право.

В настоящей статье исследуются законы о минеральных ресурсах, принятые в таких соседних с Казахстаном странах, как Россия и Узбекистан, анализируется опыт правового регулирования сферы недропользования в других государствах. При этом имеется в виду, что между Казахстаном, Узбекистаном и Россией особенно целесообразно международное сотрудничество в управлении трансграничными минеральными ресурсами.

Первые законы о недрах и недропользовании были приняты в Казахстане в 1995 году, а в Узбекистане - в 1994 году. То есть после распада Союза ССР и образования на базе его бывших республик независимых государств – членов ООН и до принятия данных законов прошло сравнительно немного времени. Структура названых законов весьма схожа, за небольшими исключениями. За период применения этих законов они не раз подвергались изменениям и дополнениям, в том числе относительно недавним [1].

Российский законодатель при толковании понятия «недра» удачно использовал термин «освоение», которое охватывает все виды основной хозяйственной деятельности в сфере недропользования (геологическое изучение недр, разведку и добычу, строительство и эксплуатацию подземных сооружения), поскольку слово «освоить» подразумевает «научиться пользоваться чем-либо, употреблять что-либо, овладеть чем-либо, включить в круг хозяйственной деятельности что-либо и т.д.».

Толкование, данное понятию «недра» в казахстанском законодательном акте, менее удачное, поскольку оно характеризуется сложностью определений, использованием слов и

терминов, которые усложняет правильное понимание этого важного законодательного положения для сферы недропользования. К примеру, не было надобности в перечислении видов водоемов, в использовании термина «операции по недропользованию». Одновременное использование слов «почвенный слой» и «земная поверхность» также вызывает сомнение, поскольку и эти понятия требуют отдельного толкования.

По законодательству Казахстана недра являются государственной собственностью. Государство предоставляет недра в пользование на основаниях, условиях и в пределах, предусмотренных Кодексом о недрах и недропользовании. Действия физических и юридических лиц, нарушающие право государственной собственности на недра, влекут ответственность, предусмотренную законами Республики Казахстан. Сделки, заключенные в нарушение государственной собственности на недра, являются ничтожными. (2 глава 11 ст) [2]. По российскому же законодательству недра являются государственной собственностью. Вопросы владения, пользования и распоряжения недрами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации (Раздел 1 статья 1.2 о недрах РФ) [3].

Целью анализируемых законов о недрах и недропользовании Казахстана и Узбекистана является обеспечение устойчивого развития минерально-сырьевой базы для экономического роста государства и благосостояния общества.

Регулирование отношений, возникающих при владении, пользовании и распоряжении недрами (горные отношения).

В первом разделе рассматриваемых законов содержатся общие положения: об обеспечении рационального, комплексного использования недр; охране недр; охране прав пользователей недр; защите интересов личности, общества и государства.

Провозглашено, что право собственности на недра в пределах данных стран является исключительным правом государства, т.е. недра являются исключительно объектом государственной собственности. А вот право собственности на добытые полезные ископаемые уже доступно, согласно гражданскому законодательству для вещных прав лиц. Ст.6 закона Узбекистана «О недрах» предусматривает, что полезные ископаемые (добытые) могут находиться в государственной собственности, а также в собственности юридических и физических лиц [4].

Пользование недрами в Республике Узбекистан. Согласно ст.20 Закона «О недрах» пользователями недр могут быть юридические и физические лица. Недра могут предоставляться в срочное (временное) и бессрочное пользование. Сроки временного пользования зависят от того или иного вида деятельности в области недропользования. В бессрочное же пользование могут предоставляться участки недр для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, а также образования особо охраняемых геологических объектов. Под последними, согласно ст. 2, понимаются «научные и учебные полигоны, геологические заповедники, памятники природы, пещеры и другие подземные полости, имеющие научное, историческое, культурное, эстетическое и иное значение».

В рассматриваемом законодательстве двух государств отсутствуют специальные акты (или отдельные разделы в законодательных актах), посвященные регулированию отношений, возникающих в связи с использованием трансграничных минеральных месторождений. Например, фактически Узбекистан имеет на своих границах с сопредельными государствами залежи нефти и газа. И отсутствие четко сформулированных правил управления трансграничными минеральными ресурсами на уровне международного договора и закона зачастую вызывает трудности и споры [1,4].

На современном этапе, в условиях экономических реформ в России, Казахстане и Узбекистане, управленческая, коммерческая, производственная деятельность в сфере использования трансграничных минеральных ресурсов все более регулируется нормами права. Соответственно, требуется уточнить применимые международно-правовые нормы,

сопоставить с ними национальные законы стран, в пределах территорий которых залегают трансграничные минеральные ресурсы. И российское, и узбекское законодательство обязывает пользователей недр сотрудничать при эксплуатации трансграничных ресурсов с целью рационального использования и охраны недр, хотя налицо отличия в отсылках к конкретным механизмам и методам такого сотрудничества. В их числе – механизм организации пула недропользователей (юнитизации), который становится распространенным договорным способом взаимодействия при разработке трансграничных минеральных ресурсов [1].

Здесь уместно привести слова кандидата юридических наук Ж. Елюбаева о том, что научные исследования, посвященные принципам права о недрах и недропользовании, свидетельствуют о наличии различных подходов, и это в первую очередь связано с тем, что ряд авторов расценивает горное право – как самостоятельную отрасль права, иные же включают его в состав природоресурсного права [5].

Значительные мировые запасы минерально-сырьевых ресурсов, имеющиеся на территории Республики Казахстан, активное вхождение страны во внешнеэкономические связи являются предпосылками признания Казахстана одним из серьезных игроков на международном рынке сырья, особенно углеводородного. Очевидно, что дальнейшее развитие Казахстаном международных экономических связей невозможно без признания и соблюдения норм международного права, а также законодательства других стран, регулирующего отношения в сфере недропользования, переработки минерального сырья и инвестиций. Именно этой причиной объясняется включение в настоящую работу исследования о состоянии правового регулирования недропользования в странах дальнего зарубежья. Предпримем попытку анализа законодательства некоторых стран о недрах и выработки рекомендации по имплементации позитивных положений этих актов в национальное законодательство Казахстана. Имея в виду, что практически невозможно и нецелесообразно анализировать законодательство всех стран, имеющих значительные запасы минерального сырья, остановимся на анализе законодательства нескольких стран, занимающих лидирующее положение на внешнем рынке полезных ископаемых[5].

В развитых странах функционируют довольно мощные научные центры, включающие и крупные подразделения, разрабатывающие проблемы горного права. Они имеют статус государственных, частных и смешанных учреждений. Из наиболее известных можно отметить действующие в США Институт горного права в Батон-Руже при государственном университете в штате Луизиана[6], Институт горного права в штате Колорадо, Институт горного права в Скалистых Горах[7]. В Канаде вопросами правового регулирования недропользования успешно занимается Канадский институт природоресурсного права в Калгари. В Германии вопросами горного права активно занимается Школа правовых исследований горного права в университете г.Мюнстер [1].

Многие правоведы отмечают стремительный темп развития современного законодательства о недрах в последние годы. Перед развитыми странами встала проблема коренной структурной перестройки горных отношений. В горнодобывающей отрасли основными направлениями являются изменение капиталовложений, изменение производственной базы, переход к новым технологиям, развитие информационной инфраструктуры, ведение жесткого экологического регулирования и т.д. Эти радикальные изменения естественно находят отражение и в значительном обновлении законодательства.

В заключение отметим следующее. Во-первых, очевидны различия в законодательных подходах к определению режима недр. Во-вторых, международное право уже содержит важные положения, применимые к деятельности государств по пользованию недр. В-третьих, исследование правового режима недр только с позиций гражданского права неизбежно влечет к искажению реальной правовой действительности. В-четвертых, приоритетным объектом научного исследования с точки зрения международного права являются трансграничные минеральные ресурсы. Если они станут объектом лишь

законодательного регулирования, то не будет общеприемлемой правовой основы урегулирования конфликтов в связи с использованием этих ресурсов.

Литературы:

1. Зикиряходжаев Л.Д. http://centralasia.narod.ru/articles/12.htm

2. О недрах и недропользовании // Статья 11. Собственность на недра// Действующий с изменениями и дополнениями. Проверено 27.01.2019 // http://kodeksy-kz.com/ka/kodeks_o_nedrah_i_nedropolzovanii/11.htm

3. Законы и кодексы РФ/ Раздел 1 Статья 1.2. Собственность на недра / по состоянию на 01.2019/ http://laws.gk-rf.ru/zakon-o-nedrah/statia1_2

4. О недрах/ Закон Республики Узбекистан от 23 сентября 1994 года №2018-XII / Статья 6. Право собственности на добытые полезные ископаемые, техногенные минеральные образования http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=815

5. https://www.zakon.kz/217188-principy-i-metody-regulirovanija.html Ж. Елюбаев

6. Baton Rouge, Luisiana State University. Law school and General Extension Division, USA

7. Rocky Mountains Minerals Law Institute

8. Российское горное законодательство. Документы и комментарии. Под редакцией В.Ж Аренса, А.Н. Вылегжанина. М. 1996г.

А.А.Қанағатова, Б.К.Бектұр

Қазақстандағы, жақын және алыс шет елдердегі жер қойнауын пайдалануды реттеудің құқықтық тетіктерінің салыстырмалы талдауы

Аңдатпа. Тау-кен заңнамасының мазмұны бойынша жақын және алыс шетелдердің тау-кен қатынастарын реттейтін құқықтық актілер мен заңнамалық нормалар жасалады. Ол қалыптасқан құқықтық жүйелерге байланысты әрбір елде айқындалады. Сонымен бірге тау-кен заңнамасының негіздері жер қойнауын пайдалану қатынастарын реттеуді құрайды. Тау-кен заңнамасының құрылымына меншік қатынастарының қабылданған жүйесі елеулі әсер етеді.

Түйін сөздер: жер қойнауы, жер қойнауын пайдалану, меншік құқығы, өндіру, зерттеу, халықаралық құқық, ресурс.

A.Kanagatova, B.Bektur

Comparative analysis of legal regulation of subsoil use in kazakhstan, countries near and far abroad

Abstract. According to the content of mining legislation, legal acts and legislative norms regulating mining relations of the near and far abroad are drawn up. It is determined in each country according to the existing legal systems. However, the basis of mining legislation is the regulation of subsoil use relations. The adopted system of property relations has a significant impact on the structure of mining legislation.

Key words: subsoil, subsoil use, ownership, mining, research, international law, resource.

УДК 622.271

Кардаш В.А

Научный руководитель Б.Е. Собко, зав. каф. Открытых горных работ, доктор технических наук, профессор

Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина, г. Днепр

V.Kardash.nmu@gmail.com

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ОБВОДНЁННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УКРАИНЫ

Аннотация: *В работе рассмотрена проблема отработки вскрышных пород большой мощности роторными комплексами в условиях обводнённых месторождений. Приведена краткая характеристика обводнённых россыпных месторождений. Проведён анализ*

существующих технологических схем, в ходе которого установлено значительное влияние расстояния транспортирования на себестоимость отработки покрывающих пород. Исходя из необходимости сокращения расстояния транспортирования разработаны новые технологические схемы отработки вскрышных пород роторными комплексами в условиях обводнённых месторождений. Для новых технологических схем установлены параметры, которые имеют наибольшее влияние на протяжённость конвейерных линий. Приведены зависимости расстояния транспортирования от параметров технологических схем. Полученные зависимости позволяют прогнозировать величину уменьшения расстояния транспортирования для исследуемых схем при различной длине фронта гонных работ и различном количестве уступов с высокой точностью.

Ключевые слова: *Роторный экскаватор, конвейер, обводнённые месторождения, россыпные месторождения.*

Украина обладает значительными запасами россыпных титановых руд, добыча которых имеет большое значение для экономики страны. В связи с исчерпанием запасов месторождений с более простой геологической структурой возникает необходимость отрабатывать месторождения с более сложной геологической и гидрогеологической структурой. Сложность таких условий заключается в высокой обводнённости месторождений, обусловленной свойствами покрывающих пород и рудоносных песков. Осушение таких месторождений не является экономически целесообразным при данном уровне развития техники и технологии. Исходя из вышеперечисленных причин принято решение отрабатывать такие месторождения средствами гидромеханизации на нижних горизонтах карьера. Однако вскрышные породы можно отрабатывать различными способами. Рассмотрена возможность применения роторных комплексов для обводнённых месторождений. Однако применение таких комплексов также имеет свои недостатки, такие как большая протяженность конвейерных линий. В работе рассмотрен способ транспортирования вскрышных пород, при котором становится возможным решение вышеизложенной проблемы.

Известна технологическая схема (Рис 1.), при которой вскрышные уступы отрабатываются роторными комплексами. Добычной уступ разрабатывается земснарядом. При такой схеме сухие вскрышные породы транспортируются по забойному конвейеру к торцу карьера, далее по торцевым конвейерам порода транспортируется к отвальному конвейеру и размещается с отвального конвейера во внутренний отвал отвалообразователем. При такой технологической схеме протяженность конвейерных линий имеет большое влияние на себестоимость вскрышных работ.

Разработана технологическая схема (Рис.2), при которой сухие вскрышные породы так же отрабатываются роторными комплексами, однако посредством ленточных перегружателей транспортируются на конвейер, концевые части которого размещены на площадках нижнего сухого вскрышного уступа и отвальном ярусе. Концевые части конвейера оснащены самоходными установками на гусеничном ходу. Такой конвейер перемещается вдоль фронта горных работ по мере отработки вскрышных пород. Также конструкцией такого конвейера предусмотрена центральная опора, которая обеспечивает большую устойчивость подвесного конвейера. Центральная опора размещена в обводнённой зоне карьера на понтоне. Понтон представляет собой плавучую конструкцию, которая закрепляется якорями ко дну карьера между перемещениями вдоль фронта горных работ. Добычной уступ, как и в первой схеме, разрабатывается земснарядом.

Рассчитано расстояние транспортирования для известной и предлагаемых схем. В качестве нижней границы по показателю «длина фронта горных работ» принята величина 500 м исходя из минимально возможной величины длины фронта при работе роторного экскаватора. В качестве верхней границы принято средний показатель длины фронта на горизонтальных месторождениях 2000 м. Полученные зависимости для приведенной

технологической схемы и схемы с одним вскрышным уступом приведены на рисунке 3. Результаты расчётов показывают, что наиболее значительное влияние на расстояние транспортирования оказывает количество вскрышных уступов и длина фронта горных работ.

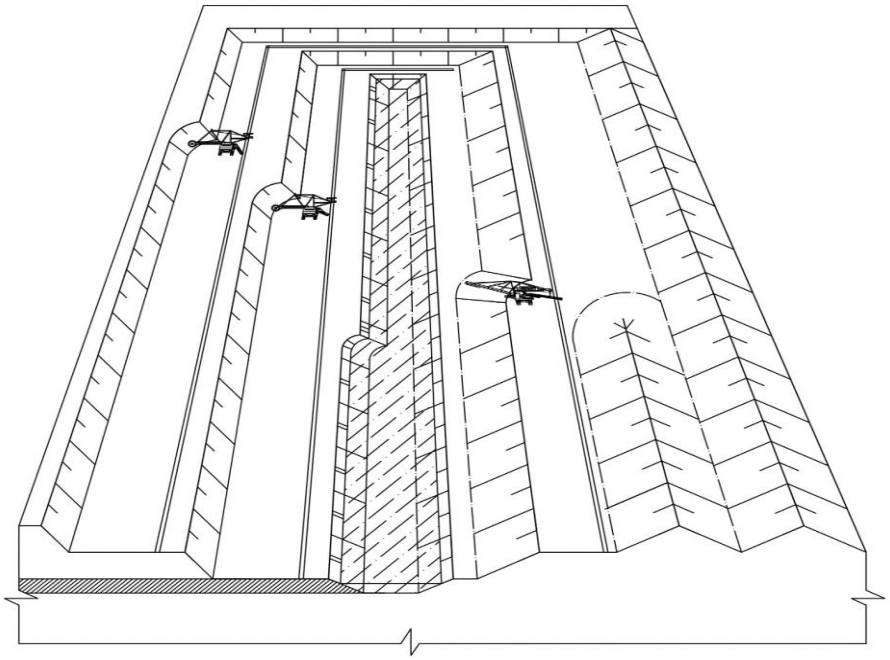


Рисунок 1 - Технологическая схема отработки вскрышных пород роторными комплексами

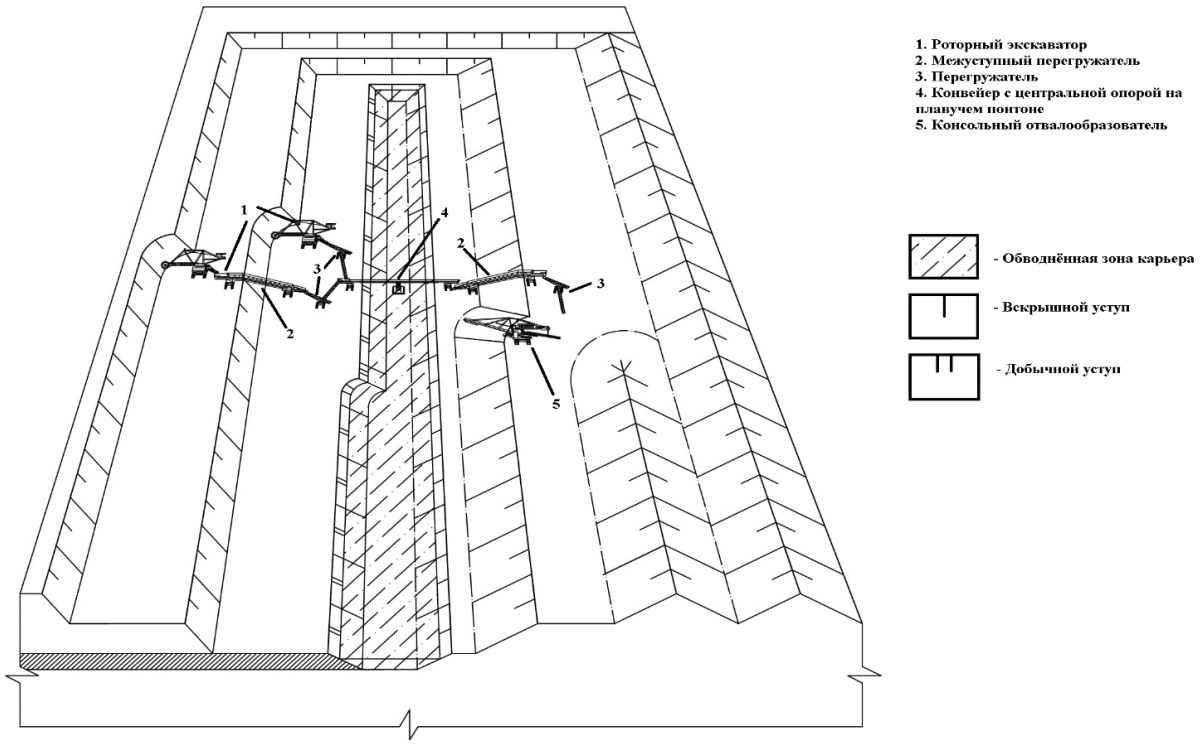


Рисунок 2 - Технологическая схема отработки месторождения с применением конвейера на понтоне

Для схемы с двумя вскрышными уступами сокращение расстояния транспортирования описывается следующей зависимостью:

$$y = 9{,}4463\ln(Lф) + 63{,}606 \quad (1)$$

Где Lф – длина фронта горных работ

Для схемы с одним вскрышным уступом получена следующая зависимость сокращения расстояния транспортирования:

$$y = 14{,}324\ln(Lф) + 44{,}967 \quad (2)$$

Где Lф – длина фронта горных работ.

Коэффициенты детерминации (R^2) полученных зависимостей составляют 0,997, что указывает на высокую точность приближения.

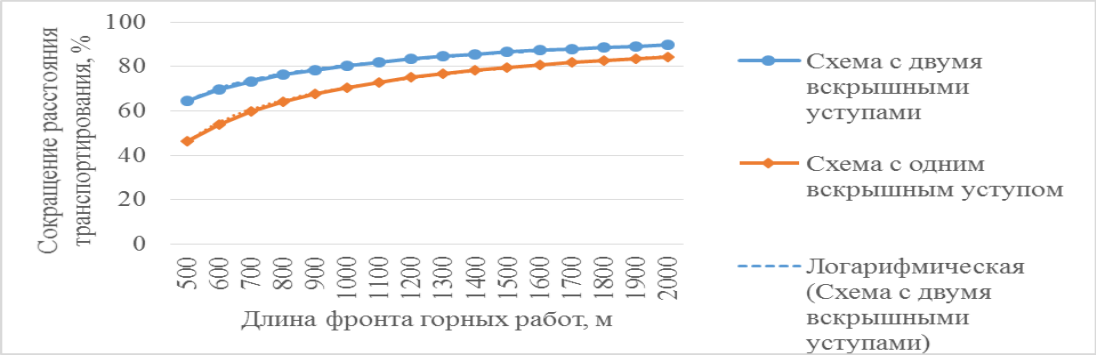


Рисунок 3 - График сокращения расстояния транспортирования в зависимости от длины фронта горных работ.

Выводы: Выявлены наиболее значимые параметры, влияющие на протяженность конвейерных линий. Рассмотренные в работе технологические схемы позволят в значительной степени сократить расстояние транспортирования вскрышных пород во внутренние отвалы в условиях обводнённых месторождений. Применение таких технологических схем позволит сократить расстояние транспортирования при схемах с одним и двумя вскрышными уступами на 84.5% и 89.7% соответственно при величине параметра «длина фронта горных работ» равном 2000м.

Литературы:

1. Гайдін А.М., Собко Б.Ю., Лазніков О.М.(2016) «Розробка обводнених родовищ титанових руд»: Монографія. Д. «Літограф»

2. Лазніков О.М. (2017) Обґрунтування раціональних технологічних схем відкритої розробки обводнених розсипних родовищ:автореферат. Дніпро.

3. Условия применения роторного комплекса при разработке вскрышных пород обводнённой Мотроновской россыпи [Текст]: зб. наук. пр. /мін. осв. І науки Укр., Національний гірничий університет. – Вып. 55 (2018).

Kardash V

Definition of efficiency for the new technological scheme for overburden development in conditions of the flooded placer deposits of ukraine

Abstract. The work reviewed the problem of developing watered placer deposits with high amount of overburden by bucket-wheel excavators. A brief description of watered placer deposits is given. The analysis of existing technological schemes was performed. The analysis showed a significant impact of transportation distance on the cost of mining overburden soils. Based on the need to reduce the distance of transportation, new technological schemes for mining of overburden by bucket-wheel excavators in conditions of watered placer deposits was developed. The parameters that have the greatest impact on the length of conveyor lines for new technological schemes are set. The dependences of the distance of transportation on the parameters of technological schemes are given. The dependences

obtained allow us to predict the magnitude of the decrease in the distance of transportation for the studied schemes with different lengths of the quarry face and different numbers of overburden benches with high accuracy.

Keywords: rotary complex, flooded placer deposit, technological scheme.

В. А.Кардаш

Украинаның суланған кен орындары жағдайында аршу тау жыныстарын өңдеудің жаңа технологиялық схемасының тиімділігін негіздеу

Түйіндеме. Жұмыста суланған кен орындары жағдайында роторлы кешендермен үлкен қуатты аршу жыныстарын өңдеу проблемасы қаралды. Суланған шашыраңқы кен орындарының қысқаша сипаттамасы келтірілген. Қазіргі бар технологиялық схемаларға талдау жүргізілді, оның барысында тасымалдау қашықтығының жабатын тау жыныстарын өңдеудің өзіндік құнына айтарлықтай әсері белгіленген. Тасымалдау қашықтығын қысқарту қажеттілігіне қарай, су басқан кен орындары жағдайында аршылған жыныстарды Роторлық кешендермен өңдеудің жаңа технологиялық схемалары әзірленді. Жаңа технологиялық схемалар үшін конвейерлік желілердің ұзындығына барынша әсер ететін параметрлер орнатылған. Тасымалдау қашықтығының технологиялық схемалардың параметрлеріне тәуелділігі келтірілген. Алынған тәуелділіктер қуыстық жұмыстар фронтының әр түрлі ұзындығында және жоғары дәлдікпен кемерлердің әр түрлі санында зерттелетін схемалар үшін тасымалдау қашықтығының азаю шамасын болжауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: роторлы экскаватор, конвейер, суланған кен орындары, шашыраңқы кен орындары.

УДК 622.271

Касымбаев Е.А

Научный руководитель – С.К. Молдабаев, профессор, д-р техн. наук

SatbayevUniversity, Казахстан, г. Алматы,

mirkau@mail.ru

К ВЫБОРУ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ

Аннотация. *Дальнейшее развитие получила теория комплектации комплексов циклично-поточной технологии (ЦПТ). Впервые для горнотранспортных систем с комбинированным автомобильно-конвейерно-железнодорожным видом транспорта при их использовании на карьерных полях округлой формы разработаны:*

- классификация транспортных средств комплексов ЦПТ, позволяющая на стадии проектирования установить оптимальный вид транспорта (автомобильный, железнодорожный, конвейерный и скиповой) по глубине карьера в зависимости от объемов перевозок и технических характеристик транспортных средств;

- систематизация подъемно-транспортного оборудования комплексов ЦПТ для использования на крутых бортах глубоких карьеров, в которой для крутонаклонных конвейеров, скиповых подъемников и канатных (подвесных дорог) обобщены показатели их главных параметров.

На основе разработанных новых элементов комплексов ЦПТ для стесненных условий глубоких и сверхглубоких карьеров предложены классификации перегрузочных устройств по их типу, характерному признаку, примерам использования и производителю, а также разгрузочных устройств со сквозным проездом автосамосвалов по их разновидностям, достоинствам и недостаткам.

Ключевые слова. *глубокий карьер, карьерное поле, карьерный транспорт, классификация транспортних средств, систематизация перегрузочных устройств.*

В разрезе развития теории комплектации внутрикарьерных средств транспорта при ЦПТ [1-4] на основании исследований и разработок предложены: классификация транспортных средств комплексов ЦПТ (таблица 1), систематизация перегрузочного и подъемно-транспортного оборудования комплексов ЦПТ для использования на крутых бортах глубоких карьеров (таблица 2).

Таблица 1 – Классификация транспортных средств комплексов ЦПТ

Классификационный признак	Автомобильный транспорт	Железнодорожный транспорт	Конвейерный транспорт	Скиповой транспорт
Характер работы во времени	Цикличного действия	Цикличного действия	Непрерывного действия	Цикличного действия
Способ перемещения грузов	В транспортных посудинах	В транспортных посудинах	На грузонесущих органах	В транспортных посудинах
Радиус поворота	8,7 – 19,8 м	120 – 150 м	300 – 1000 м	-
Годовой объем перевозок	70-100 млн. т	150 млн. т	20…40 млн. т	18 млн. т
Рациональное расстояние транспортирования	3…4 км	более 3 км	4…6 км	500 м
Рациональная глубина подъема груза из карьера	200…300 м	150…180 м	более 250…300 м	150…500 м
Максимальный размер транспортируемого куска породы	Ограничен геометрическими параметрами кузова автосамосвала	Ограничен геометрическими параметрами думпкара	25-35 % ширины грузонесущей ленты	Ограничен геометрическими параметрами приемного отверстия скипа
Основные требуемые характеристики и параметры	грузоподъемность, мощность двигателя, емкость кузова, колесная формула, минимальный радиус поворота, длина, ширина, скорость движения	мощность двигателя, грузоподъемность думпкара, емкость думпкара, общая масса локомотива и думпкаров, колесная формула, минимальный радиус поворота, скорость движения, ширина колеи, руководящий уклон и коэффициент тары	ширина ленты, расстояние между роликами, мощность привода, скорость движения ленты, диаметр приводного барабана, пропускная способность, высота подъема, угол наклона става	грузоподъемность, скорость движения скипов, угол уклона трассы, коэффициент тары, пропускная способность установки, высота подъема
Примечание: [1] автосамосвал гусеничный 300 ‰; [2] Желобчатый конвейерный транспорт – до 14-18°, с перегородками – до 22°, трубчатый – до 35°, с прижимной лентой – до 30-45°, типа «snakesandwich» – 45-90°.				

Таблица 2 - Систематизация подъемно-транспортного оборудования комплексов ЦПТ для использования на крутых бортах глубоких карьеров

Наименование	Показатель		
Тип и вид оборудования	Крутонаклонные конвейеры	Скиповые подъемники	Канатные (подвесные) дороги
Главные параметры:			
- тип несущего органа	резинотканевая, резинотросовая лента; резиновая лента с при вулканизированными перегородками и гофрированными бортами	скип	вагонетка
- высота подъема груза, м;	до 270-315, в перспективе и более	по факту 250 м	100
- ширина ленты, мм;	800 – 3000	-	-
- длина става (секции), м;	6 – 8[1]	500	100 – 500[2]
- угол наклона трассы, град.;	22 – 45°	75- 90°	до 45°
- расстояние транспортирования, км;	4 – 6	0,5	> 3
- размер куска, мм	200 – 1000	1200 – 1700	700 – 2000
Потребляемая мощность, кВт	до 5000	до 2600	н.д.
Производительность, $м^3$/ч	630 – 5000	200-прогноз 2860	100 – 200
Условия применения	сооружается в наклонном стволе, либо на нерабочем борту карьера	устанавливается на нерабочем борту карьера, либо в вертикальном стволе	в специфических горнотехнических и климатических условиях, в горной местности
Завод-изготовитель	ЧАО «НКМЗ»; Paakkola Conveyors Oy; Dos Santos International; Beumergrop	Thyssenkrupp Fördertechnik	н.д.
Сочетание с оборудованием смежных процессов	Используется в схемах ЦПТ в комбинации с автотранспортом. Как правило, оборудован дробильной установкой первичного дробления	Используется в схемах ЦПТ в комбинации с автотранспортом.	Используется в схемах ЦПТ в комбинации с автотранспортом при необходимости транспортирования по пересеченной местности
Примечание: [1] длина секции; [2]расстояние между опорами			

В классификации транспортных средств комплексов ЦПТ (таблица 1) заложены следующие отличительные признаки: характер работы во времени, способ перемещения грузов, радиус поворота, годовой объем перевозок, рациональное расстояние транспортирования, рациональная глубина подъема груза из карьера, максимальный размер транспортируемого куска породы и основные требуемые характеристики и параметры.

В систематизации подъемно-транспортного оборудования комплексов ЦПТ для использования на крутых бортах глубоких карьеров (таблица 2) приведены виды и типы оборудования, конструктивные параметры, потребляемая мощность, производительность, условия применения, заводы-изготовители, сочетание с оборудованием смежных процессов.

Разработана также классификация перегрузочных устройств разработана по их типу, характерному признаку, примерам использования и производителю, классификация разгрузочных устройств со сквозным проездом автосамосвалов - по их типу, достоинствам и недостаткам.

Составленная классификация транспортных средств позволяет сделать вывод, что для условий железорудных карьеров на карьерных полях округлой формы с производственной мощностью 10-30 млн. т руды в год до достижения глубины 180-200 м целесообразно применять железнодорожный транспорт. После чего следует переходить на комбинацию его с автомобильным транспортом до глубины 200-300 м в зависимости от условий залегания месторождения.

На глубине 250…300 м следует соорудить перегрузочный пункт автомобильно-конвейерного транспорта, который будет переноситься через каждые 40-90 м. При этом железнодорожные целики следует ликвидировать, начиная с нижнего горизонта к верхнему, чтобы иметь возможность эксплуатации железнодорожного транспорта на верхних горизонтах и при этом не разносить борта карьера, а повышать их углы откосов.

Выводы: Разработана систематизация перегрузочного и подъемно-транспортного оборудования при ЦПТ, учитывающая средства транспорта, руководящий уклон, угол поворота, рациональное расстояние транспортирование, глубину карьеров и размер транспортируемого куска. При этом годовой объем перевозок изменяется в пределах 18-150 млн. т. соответственно для скипового и железнодорожного транспорта.

Литературы:

1. Яковлев В.Л., Кармаев Г.Д., Берсенев В.А., Глебов А.В., Семенкин А.В., Сумина И.Г. Об эффективности применения циклично-поточной технологии горных работ на карьерах // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2016. - № 1. - С. 100-109.

2. Четверик М.С., Перегудов В.В., Романенко А.В. и др. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития: Монография. - Кривой Рог: Дионис (ФЛ-П Чернявский Д.А.), 2012. - 356 с.

3. Дриженко А.Ю., Козенко Г.В., Рыкус А.А. Открытая разработка железорудных руд Украины: состояние и пути совершенствования: Монография. - Днепропетровск: НГУ, 2009. - 452 с.

4. Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Новожилов С.М. и др. Перегрузочные пункты при автомобильно-конвейерном транспорте на рудных карьерах: Монография. - Днепропетровск: Полиграфист, 2001. - 139 с.

Е.А. Қасымбаев

Терең карьерлерде қолданылатын тасымалдау жабдықтарын таңдау

Аңдатпа, Тау жыныстарын тасымалдау кешенінде кейінгі кезде циклдік-ағымдық технология (ЦАТ) қарқынды дамуда Алғашқы рет тау-кен тасымалдау жүйесінде доғал пішінді карьер алаңында құранды автомобильді –конвейерлі темір жол типті көлікті пайдалану үшін келесі жағдайлар ұсынылған:

- ЦАТ кешенді тасымалдау жабдықтарының классификациясы, ол жобалау барысында карьер тереңдігіне және тасымалдау көлеміне, сонымен қатар тасымалдау жабдықтарының техникалық сипаттамасына байланысты ыңғайлы көлік түрін таңдауға (автомобильді, темір жол, конвейерлі және скиптік) мүмкіндік береді;

- терең карьердің күрт құлама жиектерінде ЦАТ кешенді жүйелік көтеріп тасымалдау қондырғыларын қолдану, ол өз кезегінде күрт еңісті конвейерлердің, скиптік көтерімдердің және арқанды (аспалы жолдардың) негізгі өлшемдерін қарастыруға мүмкіндік береді.

ЦАТ кешендерінің жаңа элементтерінің жасалынуы негізінде терең және аса терең карьерлерде тиеу қондырғыларының түрлері, сипаттамалық жағдайы, өндірушінің ұсынған пайдалану нұсқасына қарай, сонымен қатар автосамосвалдардың түрлеріне және де артықшылығы мен кемшіліктеріне байланысты классификациялары ұсынылған.

Түйін сөздер. терең карьер, карьерлік алаң, карьерлік көлік, тасымалдау жабдықтарының классификациясы, тиеу құрылғыларын жүйелеу.

E. A. Kasymbayev

The choice of means of transport in deep open pit mines

Abstract. Further development was the theory of complete sets of cyclic-flow technology (CPT). For the first time for mining transport systems with a combined road-conveyor-rail mode of transport when used on quarry fields of round shape developed:

- classification of vehicles of the PTC complexes, allowing at the design stage to establish the optimal mode of transport (road, rail, conveyor and skip) on the depth of the quarry, depending on the volume of traffic and technical characteristics of vehicles;

- systematization of lifting and handling equipment complexes for use on the steep sides of the deep pits in which to steeply inclined conveyors, skip hoists and the cable car (suspension rail) the article generalises indicators of their main parameters.

On the basis of the developed new elements of the CPT complexes for the constrained conditions of deep and ultra-deep quarries, the classifications of reloading devices by their type, characteristic feature, examples of use and manufacturer, as well as unloading devices with through passage of dump trucks according to their varieties, advantages and disadvantages are proposed.

Key words. deep quarry, quarry field, quarry, transport, transport classification means, classification of handling devices.

УДК: 669.227/228

Кенжетаев[1] Ж.С., Матаев[2] М.М., Алтынбек[3] А.Д

Научный руководитель – Б.Р. Ракишев, профессор кафедры «Горное дело» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, доктор технических наук, академик НАН РК.

[1]Satbaev University, г. Алматы, Казахстан

[2]ТОО «Институт высоких технологий» АО «НАК «Казатомпром», г. Алматы, Казахстан

[3]ТОО «Семизбай-U» АО «НАК «Казатомпром», г. Астана, Казахстан

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СКВАЖИННОЙ ДОБЫЧИ УРАНА В РУДАХ С НИЗКИМИ ФИЛЬТРАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Аннотация: *Описана технология скважинной добычи урана, применяемая на добычных предприятиях Казахстана, подробно изучены факторы, влияющие на снижение фильтрационных характеристик продуктивных пластов, а также описан эффективный метод, восстановления первоначальной пористости. Рассмотрены процессы, протекающие при скважинной добычи урана, с применением серной кислоты в качестве растворителя, а также условия и причины снижения производительности геотехнологических скважин в ходе их эксплуатации. Рассмотрены воздействия понижения проницаемости вмещающих пород в сложных горно-геологических условиях на процессы скважинной добычи урана и причины снижения эффективности скважинной добычи урана. Обсуждены результаты экспериментальных работ на скважинах по повышению фильтрационных характеристик продуктивных пластов с применением химических реагентов. Рекомендованы оптимальные методы химической обработки скважин, с целью повышения фильтрационных характеристик продуктивных пластов.*

Ключевые слова: *скважинная добыча урана, осадкообразования, химическая обработка, проницаемость.*

Технология скважинной добычи урана предусматривает откачивание продуктивных растворов (ПР) из добычных скважин эксплуатационного блока, сорбционное извлечение из растворов, осветление маточника с последующим подкреплением концентрированной серной кислотой, подачу подкисленного выщелачивающего раствора (ВР) через нагнетательные скважины в рудное тело блока [1]. При этом, выщелачивание является основной операцией подготовки урановой руды к добыче, так как оно определяет количество и стоимость конечного продукта. Применение серной кислоты в качестве реагента - растворителя на предприятиях Казахстана обусловлено низкой стоимостью, доступностью, возможностью относительно полного перевода урана в раствор. Однако высокая кинетика взаимодействия серной кислоты с полевыми шпатами и карбонатными минералами рудовмещающих пород в сложных горно-геологических условиях вызывает осадкообразование в виде геохимического барьера, препятствующего процессу выщелачивания.

Сложно растворимые осадки и перемещенные глинистые частицы в продуктивном горизонте увеличивают гидравлические сопротивление и образуют непроницаемые участки геохимических барьер, перекрывающие линии тока растворов. Как правило, понижение фильтрационных характеристик продуктивного горизонта ведет к снижению содержания урана в продуктивных растворах (ПР), и уменьшению межремонтного цикла (МРЦ) скважин, что замедляет процесс отработки эксплуатационных блоков, вследствие чего, повышается расход серной кислоты и других химических реагентов [2]. Скважины на данных блоках часто останавливаются на проведение ремонтно-восстановительных работ и нуждаются в дополнительном повышении проницаемости прифильтровой зоны пласта (ПЗП). В некоторых случаях проведение затратных, тяжелых комплексных обработок с применением буровых установок включающих промывку, химическую обработку, свабирование и компрессорную прокачку не дают положительного результата. Сложные горно-геологические условия залегания урана такие как: глубокое залегание, глинистость (>20%) и карбонатность (>1,5%) вмещающих пород, фильтрационная неоднородность продуктивного горизонта и т.д. характерны месторождениям, приуроченным к Сырдарьинской депрессии. Одним из них является урановое месторождение «Ирколь» расположеное на севере Сырдарьинской впадине, характеризуется повышенным содержанием глинистых минералов и низкими фильтрационными характеристиками продуктивного горизонта на отдельных блоках и залежах.

Для решения вышеизложенных вопросов на урановом месторождении «Ирколь» были проведены эксперименты по увеличению фильтрационных характеристик в сложных горно-геологических условиях с применением химических реагентов. Экспериментальные работы проводились на геотехнологических скважинах с низкими значениями МРЦ и недостаточной производительностью по ПР, а также, на скважинах с низким содержанием урана в ПР. Полу-промышленные испытаний включали подачу специально подобранных химических реагентов в продуктивный горизонт через устье выбранных технологических скважин с одновременным нагнетанием выщелачивающего раствора (ВР) в них, до достижения расчетного радиуса растекания растворов от фильтра скважин. Далее, после подачи, необходимого количества химических реагентов и ВР, на добычных скважинах производили компрессорную прокачку, и запускали в работу, а нагнетательные скважины оставались в работе под давлением ВР. Подбор химических реагентов осуществлялся по характеристикам, на соответствие поставленной задаче каждого агента в сложных горно-геологических условиях сернокислотного выщелачивания урана. Эффективность воздействия того или иного химического реагента на интенсификацию скважинной добычи урана определялась по

результатам мониторинга и анализа геотехнологических параметров до и после проведения экспериментальных работ.

При изучении эффективности воздействия химических реагентов на интенсификацию скважинной добычи урана были подобранны и применены следующие химические реагенты:

- *Бифторид аммония ($NH_4F*HF+NH_4F$)(БФА)* - существует в виде бесцветных кристаллов, легко и быстро растворимых в воде. Выбор бифторида аммония, для повышения проницаемости продуктивного горизонта, обусловлен его способностью к реакции обмена с минеральными кислотами (серная, соляная, азотная кислоты) и образованию плавиковой кислоты. Плавиковая кислота, образуемая в результате реакции, с легкостью взаимодействует с алюмосиликатами и кремнистыми соединениями, являющихся составной частью рудовмещающих пород и осадкообразований. В результате происходит растворение, как осадков, так и части терригенной составляющей песков, в целом увеличивая эффективную пористость массива рудного блока [3].

- *Сульфаминовая кислота (САК)*– (моноамид серной кислоты, амидосерная кислота) NH_2SO_2OH, кристаллический продукт бело-серого цвета. Выбор сульфаминовой кислоты обусловлен активным взаимодействием с металлами, их оксидами, гидроксидами и карбонатами. По результатам обменных химических реакций САК образует прочный комплекс с ионами Fe^{2+}, снижает их активность в растворе, в результате чего повышается соотношение Fe^{3+}/ Fe^{2+} и повышается значение Eh раствора, что интенсифицирует процесс выщелачивания урана.

- *Лигносульфанаты* – анионные ПАВ. В воде обычно находятся в коллоидном состоянии (степень гидратации 30-35%). Применение лигносульфоната аммония для повышения проницаемости продуктивного горизонта обусловлено его способностью понижения поверхностного натяжение растворов, создание стойких эмульсии и пен. Лигносульфанат понижает вязкость глинистых растворов, способствуя более эффективному диспергированию глинистых образований значительно повышая пористость продуктивного горизонта [4].

Таблица 1 – Геотехнологические параметры скважины до и после экспериментов

Месяц	1		2		3		4		5		6	
Эксперимент	До эксперимента				После эксперимента							
Me, mg/l	23	23	23	15	39	43	41	39	36	34	32	31
Q, m^3/h	4,0	4,0	4,0	9,0	9,4	8,8	7,8	6,7	6,2	5,6	5,5	5,3
МРЦ,суток	30				60							

Интенсивность отработки вскрытых запасов эксплуатационных блоков зависит от производительности добычных скважин по ПР и содержанию урана в растворе, при учете коэффициента использования скважин. В связи с этим мониторинг геотехнологических параметров скважин до и после проведения экспериментальных работ включал ежедневные замеры среднесуточных данных дебита скважин по ПР, а также еженедельное определение содержания урана в ПР и расчет МРЦ. После чего данные скважины усреднялись, до среднемесячных значений, которые приведены в таблице 1.

На основании данных мониторинга геотехнологических параметров скважин построены кривые динамики изменения параметров во времени, для дальнейшего изучения и проведения анализа. Результаты анализа позволяют сделать выводы о, эффективности воздействия того или иного химического реагента на основные характеристики экспериментальных скважин. Из усредненных данных скважины (таблица 1) видно, что содержание урана в ПР до проведения экспериментальных работ было на стабильно низком уровне и составляло 23 мг/л, и недостаточной производительности в 4,0 $м^3/ч$. Средние значения МРЦ не превышали 30 суток, данные параметры не соответствуют проектным

значениям, и замедляют скорость отработки технологического блока, подобные скважины требуют проведения ремонтно-восстановительных работ (РВР) и повышают эксплуатационные расходы. После чего скважину остановили, для проведения экспериментальных работ по повышению проницаемости продуктивного горизонта. Период подачи и объем химических реагентов производился в режиме пуш-пул и зависит от геологических характеристик продуктивного горизонта и требуемого расчетного радиуса растекания от фильтра для полного устранения осадкообразований в ПЗП. На рисунке 1 показаны кривые изменения содержания урана в ПР и дебит скважины до и после проведения экспериментальных работ.

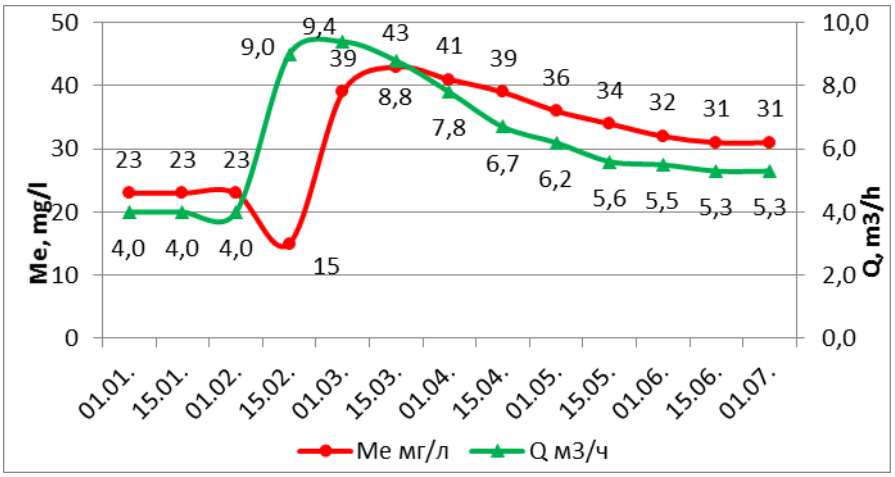


Рисунок 1 – Динамика изменения содержания урана в ПР и дебита скважины до и после проведения экспериментальных работ

Из рисунка видно, что после проведения экспериментальных работ и запуска скважины в режим добычи, содержание урана в ПР опустилось с 23 до 15 мг/л а дебит скважины повысился с 4,0 до 9,0 м^3/ч в связи с отбором поданного в ПЗП выщелачивающего раствора. Однако позднее, содержание урана в ПР начало постепенно повышаться и достигло 43 мг/л при дебите скважины в 8,8 м^3/ч, обусловленное повышением проницаемости обработанного продуктивного горизонта и подходом насыщенных растворов с ранее не проницаемых участков. Значения МРЦ после проведения экспериментальных работ составили более 60 суток бесперебойной работы скважины. Увеличение проницаемости удалось добиться благодаря воздействию плавиковой кислоты на осадкообразования в продуктивном горизонте, а повышение содержания урана в ПР способствовало влияние сульфаминовой кислоты на активность трехвалентного железа и окислению четырехвалентного урана. На повышение периода бесперебойной работы скважины отразилось воздействие лигносульфаната аммония, активно понижающая вязкость и диспергируя глинистые минералы в продуктивном горизонте. Последующее плавное понижение содержание урана в ПР и снижение дебита скважины вызвано осаждением продуктов взаимодействия серной кислоты с глинистыми материалами и карбонатными породами.

В результате проведения экспериментальных работ было установлено, что подобранные химические реагенты положительно влияют на процессы скважинной добычи урана, в сложных горно-геологических условиях. При подборе оптимальных концентраций и соотношения химических реагентов, при правильном расчете радиуса растекания от фильтра скважины в глубину продуктивного горизонта, повышается экономическая и экологическая эффективность химического метода интенсификации скважинной добычи урана. Повышается производительность скважин и увеличивается содержание урана в ПР, возрастает период бесперебойной работы скважин и снижаются материальные затраты на отработку эксплуатационных блоков.

Литературы:

1. Молчанов, А.А. Повышение эффективности добычи урана из месторождений гидрогенного типа, разрабатываемых методом подземного скважинного выщелачивания Республики Казахстан (на примере месторождения восточный Мынкудук) / А.А. Молчанов, Ю.В. Демехов // Актуальные проблемы урановой промышленности VII междунар. конф: сб. науч. работ. – Алматы: НАК Казатомпром, 2014. – С. 92-98.

2. Матаев, М.М. Новые подходы регенерации скважин при подземном выщелачивании урана / М.М. Матаев, Ж.С. Кенжетаев // Инновации в комплексной переработки минерального сырья: сб. научн. работ международного научно-практ. конференции Абишевские чтения-2016. – Алматы: 2016. – С. 138-142.

3. Rakishev, B.R. The impact of ammonium bifluoride complex on colmataging formations during the process ofin situ uranium leaching / M.M. Mataev, B.R.Rakishev, G.S.Kenzhetaev // International journal of advanced research. -2017. - № 5. P.147-154.

4. Филипов, А.П., Нестеров, Ю.В. Редокс-процессы и интенсификация металлов. Москва. 2009. 543 с.

Б.Р.Ракишев, Ж.С. Кенжетаев, М.М. Матаев, А.Д. Алтынбек
Фильтрациялық сипаттамалары төмен рудадағы уранды тау-кен жұмыстарын қарқындатудың инновациялық әдістері

Аңдатпа. Қазақстанның тау-кен кәсіпорындарында қолданылатын уранды төмендету технологиясы сипатталған, өндірістік құрылымдардың сүзу сипаттамаларының төмендеуіне әсер ететін факторлар егжей-тегжейлі зерделеніп, түпнұсқада кеуекті қалпына келтірудің тиімді әдісі сипатталған. Уранның ұңғымалы уран өндіру кезінде, еріткіш ретінде күкірт қышқылын пайдаланатын процестер, сондай-ақ оларды пайдалану кезінде геотехнологиялық ұңғымалардың өнімділігін төмендету шарттары мен себептері қарастырылады.

Уран кен орындарын игеру процестеріне кешенді тау-кен және геологиялық жағдайларда тау-кен жыныстарының өткізгіштігінің төмендеуі және уранның ұңғыманы өндірудің тиімділігін төмендету себептері қарастырылады. Химиялық реагенттерді қолдану арқылы өнімді қабаттардың сүзу сипаттамаларын жақсарту үшін ұңғылардағы тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері талқыланды. Өнімді құрылымдардың сүзу сипаттамаларын арттыру үшін ұңғымаларды химиялық өңдеудің оңтайлы әдістерін ұсынамыз.

Түйін сөздер: уранды тау-кен өндіру, шөгінділер, химиялық өңдеу, өткізгіштігі.

B.R. Rakishev, Z.S. Kenzhetaev, M.M. Mataev, A.D. Altynbek
Innovative methods for the intensification of in situ mining of uranium in ores with low filtration characteristics

Abstract. Technology of well extraction of uranium implemented by mining enterprises of Kazakhstan is described, factors influencing filtration characteristics of productive seams are studied in details, also effective method of restoring initial porosity is viewed. Processes occurring during usage of sulfuric acid as a solvent in well extraction of uranium are reviewed, also conditions and reasons of productivity decline of geotechnological wells during their implementation. Impact of host rock permeability decline in complex mining-geological conditions on well extraction of uranium processes and reasons of efficiency decline of well extraction of uranium. Experimental results of wells operating to increase filtration characteristics of productive seams using chemical reagents are discussed. Optimal methods of chemical processing wells with a purpose of increasing filtration characteristics of productive seams are recommended.

Keywords: well extraction of uranium, sedimentation, chemical processing, repairing-restoration operations.

УДК 622.83

Ли А.А.
Научный руководитель – доцент, к.т.н. О.Г. Бесимбаева
Карагандинский Государственный Технический Университет, Казахстан, г. Караганда
Arina.Lee@bk.ru

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРА «ГЛАВНЫЙ»

Аннотация. *Развитие деформаций массива горных пород в бортах карьеров, как и возникновение нарушений устойчивости, захватывает какой-то период времени. Любое*

нарушение устойчивости, даже обрушение, имеет «скрытую» стадию подготовки, в процессе которой происходит последовательное разрушение многочисленных структурных связей пород.

На бортах карьера «Главный» широко развиты такие геологические процессы, как эрозия, оползни, выветривание, осыпи и обвалы. Эти процессы оказывают существенное влияние на состояние откосов и их устойчивость. Характер геологических процессов определяется в первую очередь генетическим типом, литологией и возрастом вскрытых карьером отложений.

Расчет устойчивости горного массива необходим для установления очертания откоса, при котором эта устойчивость обеспечивается с определённой надежностью. Оценка местной устойчивости производится для прогнозирования интенсивности осыпания продуктов выветривания с откосов в процессе эксплуатации и возможности появления поверхностных обрушений или оползней [1].

Оценка устойчивости бортов карьера «Главный» выполнялась с целью обеспечения безопасного функционирования, созданного в нем хвостохранилища, а также для обеспечения бесперебойной работы насосной станции.

Для производства поверочных расчетов по оценке устойчивости западного и южного бортов карьера «Главный» с учётом сложившейся ситуации в настоящее время, использована разработанная сотрудниками КарГТУ методика расчёта устойчивости откосов.

Ключевые слова: *оценка состояния устойчивости бортов карьера, геологический разрез, расчетные схемы, коэффициент запаса устойчивости, кривая депрессии.*

Для проведения расчетов устойчивости бортов на цифровой модели карьера «Главный» выделены наиболее ответственные направления и сечения, которые проходят по линии насосной станции и максимальной глубины карьера, а так же сечения по линиям западного, юго-западного и южного бортов карьера, перпендикулярные к откосам уступов.

На основании изучения геологического строения, литологического состава пород и тектоники месторождения, гидрогеологической характеристики массива и анализа физико-механических свойств скальных пород определены прочностные свойства горных пород, слагающие прибортовой массив.

Расчету устойчивости бортов предшествует обоснование расчетных прочностных характеристик пород, слагающих прибортовые массивы. Такое обоснование основывается на данных выполненных исследований по определению прочностных свойств горных пород в образце по классической схеме. Исходные данные физико-механических свойств горных пород, слагающих прибортовые массивы карьера «Главный», изучались в лабораторных условиях, при этом определялась прочность пород на сжатие (растяжение), которая колеблется в пределах 488 - 1076 кг/см^2, 2667 кг/см^2 (133-144 кг/см^2), а коэффициент крепости изменяется от 12,4 до 19,5. В полученные значения сцеплений пород в образце был введен коэффициент структурного ослабления для определения сцепления в массиве [2].

Для получения расчетных прочностных характеристик согласно исследованиям ВНИМИ [3], необходимых для оценки устойчивости откосов уступов и бортов карьера, в ранее полученные значения сцепления и угла внутреннего трения ($k_м$ и $\varphi_м$) в зависимости от свойств пород, структурных особенностей месторождения и срока службы бортов карьера вводится коэффициент запаса $n_з$, равный 1,3 в соответствии с данными таблицы 1.

Расчетная программа КарГТУ учитывает неоднородность прибортового массива, наличие поверхностей ослабления, глубину разработки, значения углов наклона уступов и ширину берм, общий угол наклона всего борта карьера. На рисунке 1 представлено окно расчетной программы «КарГТУ».

Таблица 1 - Расчетные прочностные свойства пород прибортовых массивов карьера

Тип породы	Сцепление k, с учетом $n_3 = 1.3$, т/м^2	Угол внутреннего трения с учетом $n_3 = 1.3$, град.	Объемный вес, т/м^3
Туфоалевролиты	49,23	26,5	2,5
Туфогенные песчаники и алевролиты	67,46	27,4	2,64
Туфы, туффиты	46,92	26,5	2,73
Известняки	51,54	24	2,76
Глинистые отложения	3,00	18	1,8

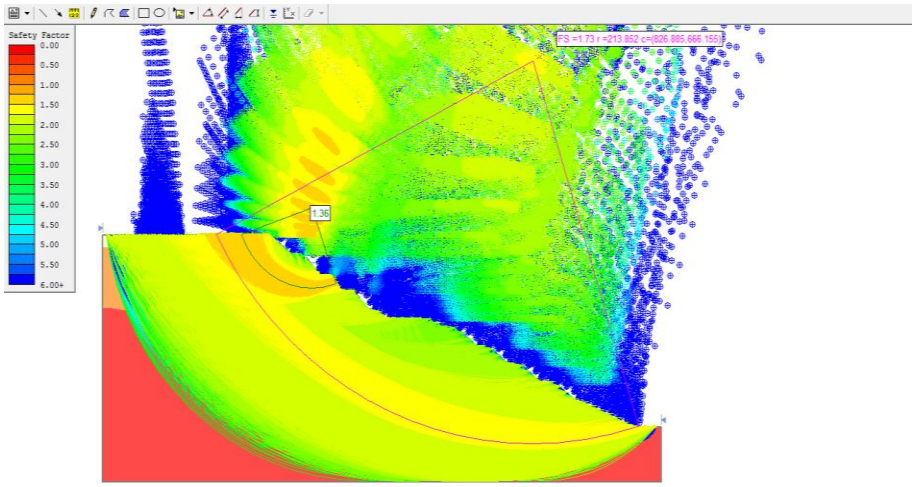


Рисунок 1 – Окно расчетной программы «КарГТУ» по определению коэффициента устойчивости откоса

Программа просчитывает до 4000 поверхностей возможного обрушения и производит выбор поверхности возможного обрушения с минимальным коэффициентом запаса устойчивости откосов.

Расчёт выполнен по четырём выделенным сечениям (рисунок 2), по которым построены геологические разрезы.

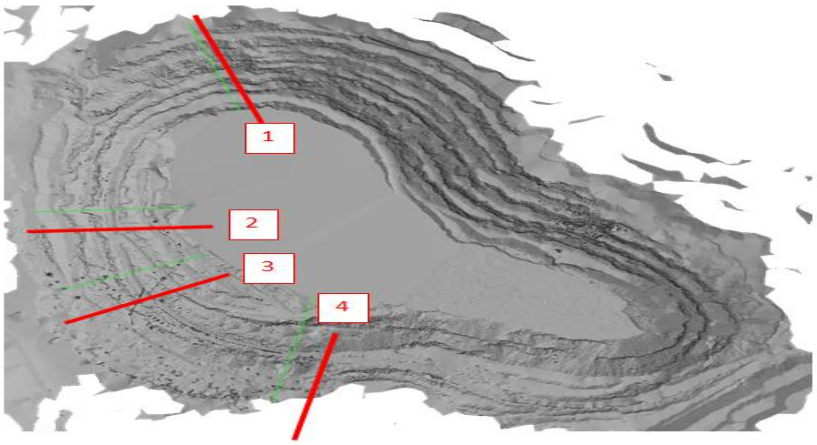
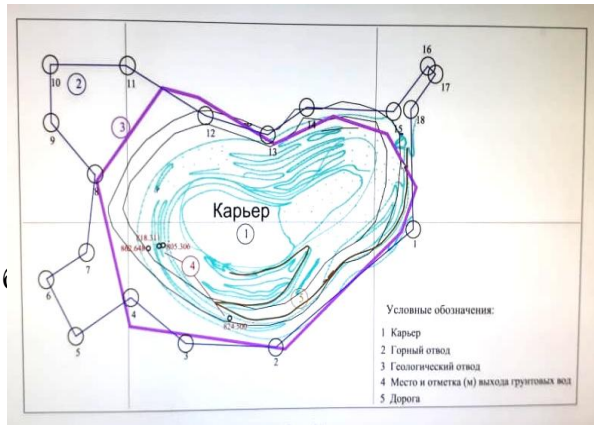
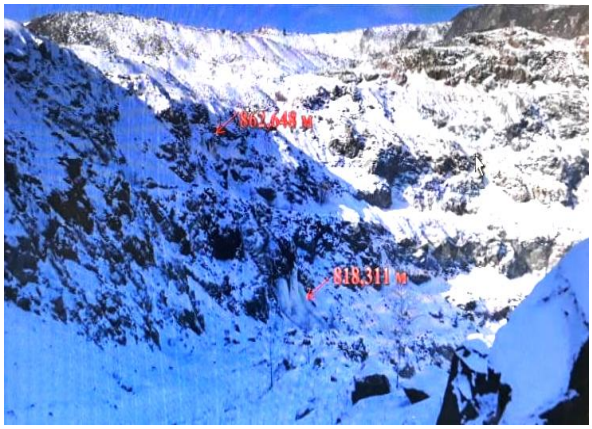


Рисунок 2 – Расположение основных расчетных сечений на плане карьера «Главный»

Расчеты устойчивости бортов карьера по каждому сечению выполнены дважды с учетом разного положения кривой депрессии:





2) Расчет с учетом депрессионной кривой, построенной по аналогии с гидрогеологическим разрезом участка «Главный».

Анализ полученных данных расчётов по оценке устойчивости фактических профилей бортов карьера «Главный» показывает следующее:

1) Западный борт (разрез 1 - 1) при его высоте в 266 м и угле наклона в 35° , с учетом наличия подпирающей пульпы высотой 78 м, будет находиться в устойчивом состоянии, т.к. коэффициент его запаса устойчивости равен 1,18 при введенном в прочностные характеристике пород, согласно инструкции, коэффициента запаса $n_з = 1,3$. В расчётах также было учтено наличие уровня депрессионной кривой воды в откосе.

2) Южный борт (разрезы: 2 - 2, 3 - 3 и 4 - 4) при его высоте от 210 м до 220 м и угле их наклона 21° до 28°, с подпирающей пульпой, внутри (на дне) карьера, высотой от 78 м до 92 м, находится в устойчивом состоянии, т.к. коэффициент запаса устойчивости колеблется от 1,40 до 2,62 при допустимом значении 1,2 и 1,3, согласно существующего положения методических указаний, утвержденного МЧС РК [4].

В целом рассматриваемые борта карьера «Главный» находится в устойчивом состоянии. Однако локальные его участки на откосах уступов подвержены осыпям и обрушениям. Породным осыпям, как правило, подвержены все откосы уступов без исключения и локальным породным вывалам лишь откосы уступов с наличием согласнопадающих с откосом поверхностей ослаблений (трещин, разрывных нарушений и т.п.).

Литературы:

1. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. - М.: Недра, 1965. – 378 с.

2. Отчет по НИР «Определение устойчивых углов откосов уступов и бортов карьера «Дальний» и «Главный» Карагайлинского ГОка», шифр: 01.01.74(12). Попов И.И., Окатов Р.П., Низаметдинов Ф.К. – Караганда: Кар.ПТИ, 1986. – 136с.;

3. Попов И.И., Низаметдинов Ф.К., Окатов Р.П., Долгоносов В.Н. Природные и техногенные основы управления устойчивостью уступов и бортов карьера. Алматы: Гылым,1997. – 215 б.

4. «Рекомендации по параметрам и обеспечению устойчивости южного борта карьера Карагайлинского ГОка». Пушкарев В.И., Федоров В.Г. и др. Труды Казахского филиала ВНИМИ. – Караганда, 1981. – 24с.

Arina A. Li

Calculation of stability of pit sides of the career «glavny»

Abstract. An assessment of the stability of the actual contours of the sides of the «Glavny» open-pit mine was made taking into account the level of the depression curve and the level of settled water in the quarry along four critical sections constructed perpendicular to the strike of the sides.

The stability calculations of the pit walls for each section were performed twice, taking into account the different positions of the depression curve: 1) Calculation taking into account the depression curve, constructed in accordance with

the groundwater outlets in the sides of the «Glavny» open-cast mine; 2) Calculation taking into account the depression curve constructed by analogy with the hydrogeological section of the «Glavny» site.

In general, the considered sides of the Main pit are in steady state.

Key words: estimation of condition of stability of open pit walls, geological section, formulaic schemes, stability coefficient, depression curve.

А.А. Ли

«Главный» ашық кенішінің тараптардың тұрақтылығын есептеу

Аңдатпа. «Главный» ашық кенішінің тараптарының тұрақтылығын бағалау, онда пайда болған қалдық қоймалардың қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету, сондай-ақ сорғы станциясының үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету мақсатында жүргізілді. «Главный» ашық кенішіндегі тараптардың нақты контурларының тұрақтылығы депрессия қисық деңгейіне және карьерлерде орналастырылған судың деңгейі тараптардың ереуіліне перпендикуляр салынған төрт сыни учаске бойынша бағаланды. Әрбір секция үшін шұңқырлардың қабырғаларының тұрақтылығын есепке алу депрессия қисықтарының әртүрлі позицияларын ескере отырып, екі рет орындалды:

1) «Главный» ашық кенішінің жағалауындағы жер асты суларына сәйкес салынған депрессиялық қисықты ескере отырып есептеу;

2) Главный сайттың гидрогеологиялық бөлімімен ұқсас салынған депрессиялық қисық сызықты есептеу.

Жалпы алғанда, карьердің қарастырылған жағы тұрақты күйде.

Түйін сөздер: қабырғалардың тұрақтылығын бағалау, геологиялық бөлім, есептеу схемалары, қауіпсіздік факторы, депрессиялық қисық.

УДК 622.271

Ложников А.В.

Научный руководитель – Б.Ю. Собко, заведующей кафедры открытых горных работ, д.т.н., профессор

Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина, г. Днипро

Oleksii.Lozhnikov@gmail.com

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ГОДОВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА ОТ ШИРИНЫ ЗАХОДКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация. *Установлены эффективные параметры работы гидравлических экскаваторов в условиях отработки вскрышных уступов обводненных россыпных месторождений. Приведены результаты расчетов по определению зависимости количества заходок экскаватора в год от их ширины. Установлено влияние ширины заходки гидравлического экскаватора на его годовую производительность с учетом врезки в новую заходку. Рассмотрено влияние ширины заходки экскаватора на коэффициент его годового использования. Приведена схема для определения объемов вскрышных пород в торцах заходки. Установлена зависимость коэффициента годового использования экскаватора от ширины заходки. Обоснована эффективная ширина заходки гидравлического экскаватора при отработке вскрышного уступа состоящего из мягких сыпучих пород путем установления годовой производительности с учетом отработки торцевых участков.*

Ключевые слова: *открытые горные работы, экскаватор, ширина заходки, производительность, длина фронта работ*

Определение эффективной ширины заходки гидравлического экскаватора является актуальной задачей при разработке мягких вскрышных пород с погрузкой в автосамосвалы. Особенностью данной технологической схемы при разработке обводненного титано-циркониевого месторождения карьером Мотроновского ГОКа (г. Вольногорск, Украина) является то, что помимо гидравлического экскаватора и автомобильных дорог на рабочей площадке уступа проектируется расположение системы водопонижающих скважин. Также

на данной рабочей площадке расположен драглайн, отрабатывающий надрудный уступ нижним черпанием с верхней погрузкой породы в автосамосвалы.

Основными исходными параметрами для выполнения расчетов являются годовой объем добычи пород на вскрышном уступе, ширина фронта горных работ и высота уступа. Цель проводимых исследований заключалась в установлении влияния ширины заходки экскаватора на эффективность работы экскаватора. При выполнении исследований рассматривалась ширина заходки экскаватора в диапазоне 20 – 40 м. При этом годовой объем пород на вскрышном уступе составил 2,83 млн м^3, ширина фронта горных работ – 1920 м, высота уступа – 10 м, годовое подвигание фронта горных работ – 147,4 м. На основании полученных результатов установлено влияние ширины заходки экскаватора на объем пород в заходке и их количество в год. Результаты расчетов по установлению влияния ширины заходки на параметры вскрышных заходок приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1 - Зависимость годового количества заходок гидравлического экскаватора от их ширины

Параметры	Ширина заходки, м					
Ширина заходки, м	10	12	14	16	18	20
Объем породы в заходке, млн м^3	192000	230400	268800	307200	345600	384000
Кол-во заходок в год, шт	15	13	11	10	9	8

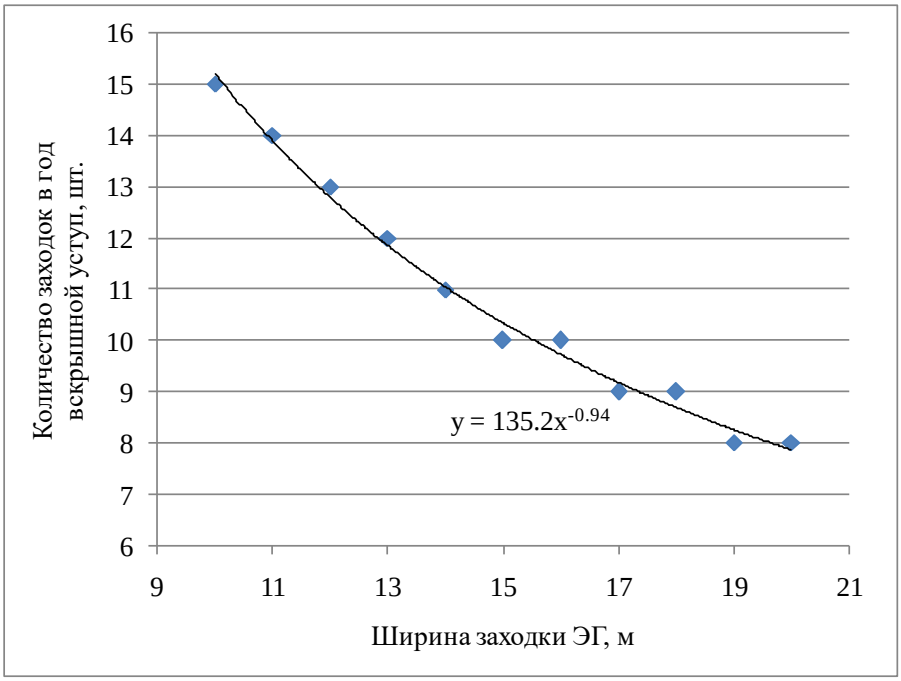


Рисунок 1 – Зависимость количества заходок экскаватора от их ширины в течение года

Как видно из данных (рис. 1) количество заходок гидравлического экскаватора в год при их ширине от 10 до 20 м, имеет степенную зависимость $N_З = 135Ш_{ЕГ}^{-0,94}$. При ширине заходки 10 м, в год необходимо осуществлять до 15 перегонов экскаватора и врезок в новые заходки. Такое частое количество перегонов экскаватора имеет непосредственное влияние на их годовую производительность.

Из практики открытых горных работ известно, что увеличение ширины заходки позволяет увеличить производительность одноковшового экскаватора. Увеличение годовой производительности экскаватора происходит за счет уменьшения времени простоев, связанных с холостыми перегонами экскаваторов к новой заходке и с уменьшением производительности при врезке в новую заходку.

Однако данное утверждение относится к определению производительности экскаваторов механических лопат, которые имели низкие скоростные показатели передвижения по поверхности. Также при использовании мехлопат необходимо перемещать коммуникации, обеспечивающие электроснабжение экскаватора.

Влияние ширины заходки на производительность гидравлического экскаватора, предлагается рассматривать с помощью коэффициента годового использования экскаватора:

$$K_{И}^{Г} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{З} \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} V_{B.H}}{Q'_{ЭГ}} + \frac{\sum_{i=1}^{n} V_{B.T}}{Q''_{ЭГ}} + T_{П} \right)}{N \cdot T \cdot n_{СМ}}, \quad (1)$$

где $N_З$ – количество заходок в год; $V_{B.H}$ – объем вскрышных пород в заходке без торцевой части, м^3; $V_{B.T}$ – объем вскрышных пород в торцевой части заходки, м^3; $Q'_{ЭГ}$ – часовая производительность экскаватора, м^3/ч; $Q''_{ЭГ}$ – часовая производительность экскаватора при врезке в новую заходку, м^3/ч; $T_П$ – время на перемещение экскаватора между заходками, ч; N – количество рабочих дней в году; T – продолжительность смены, ч; $n_{СМ}$ – количество смен в сутки; i – порядковый номер заходки; n – количество заходок в году.

Объемы вскрышных пород в частях одной заходки $V_{B.H}$ и $V_{B.T}$ изменяются в зависимости от ширины рабочей площадки экскаватора, которая влияет на объем ниши, проводимой при врезке в новую заходку. Расчет указанных объемов выполняется исходя из параметров ниши, представленных на рисунке - 2.

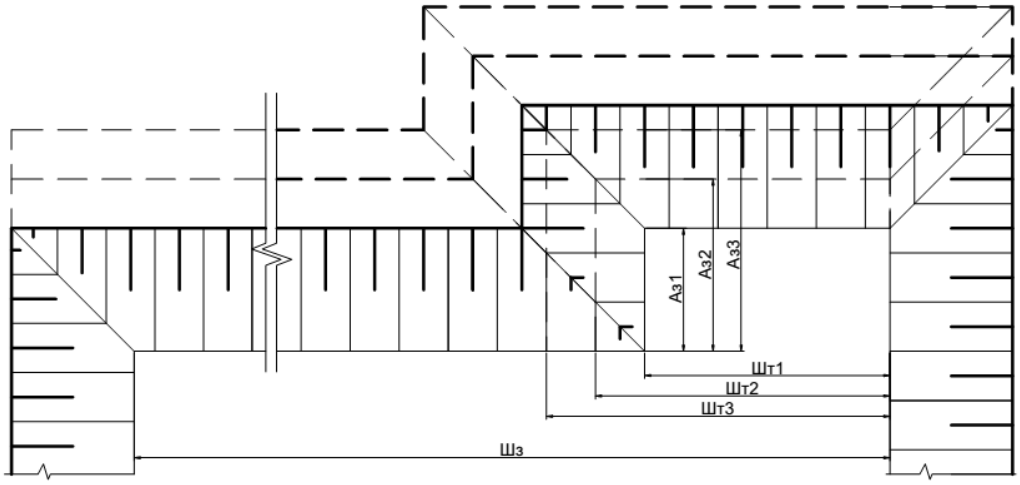


Рисунок 2 - Схема к определению объемов вскрышных пород в торцах заходки

Для вычисления объемов ниши используются следующие выражения:

$$V_{B.H} = Ш_З \cdot А_З \cdot Н_У - V_{B.T}, м^3, \quad (2)$$

$$V_{B.T\,n} = (Ш_{Тп} + Н_У \cdot ctg\alpha) \cdot Н_У \cdot А_{З\,n}, м^3, \quad (3)$$

где *Шт* – ширина врезки экскаватора, м; *Ну* – высота уступа, м; α – угол откоса уступа, град.; *Аз* – ширина заходки экскаватора, м; *n* – порядковый номер заходки.

При определении коэффициента годового использования гидравлического экскаватора на вскрышном уступе принимались следующие исходные данные: годовое подвигание

фронта горных работ – 147 м; высота уступа – 10 м; угол откоса уступа – 40°; ширина заходки изменялась в диапазоне от 10 до 20 м. Результаты исследований влияния параметров заходки на коэффициент использования гидравлического экскаватора при отработке 2,83 млн м^3 вскрышных пород в год, приведены на рис. 3.

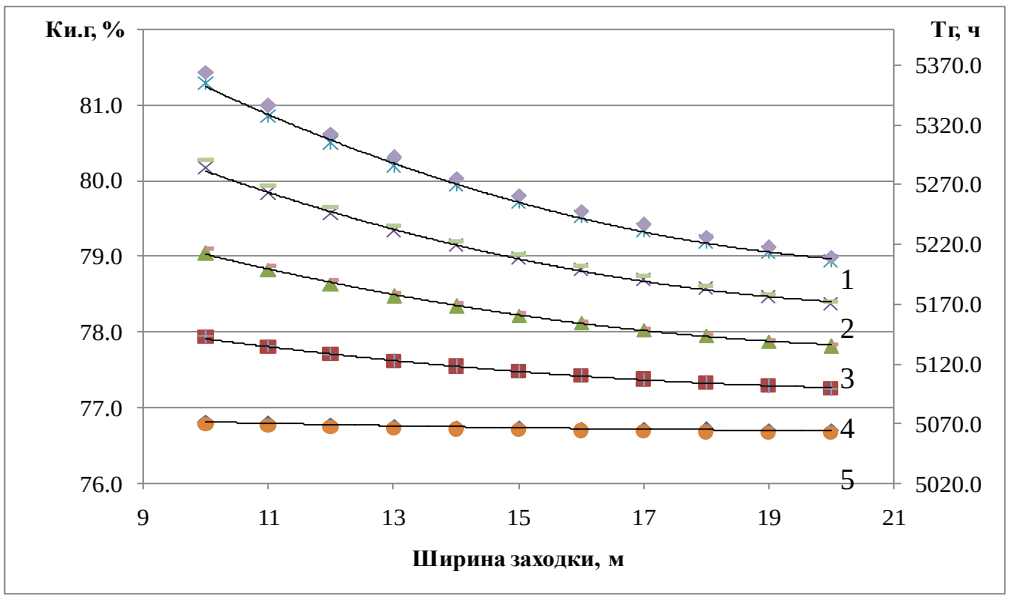


Рисунок 3 - Зависимость коэффициента годового использования экскаватора и количества часов его работы в год от ширины заходки: 1, 2, 3, 4, 5 – время перегона экскаватора при врезке в новую заходку, соответственно, – 21, 16, 11, 6, 1 ч

Как видно из показателей установленных зависимостей, представленных на рис. 3, для отработки годового объема пород на вскрышном уступе (2,83 млн м^3) достаточно одного гидравлического экскаватора при любой ширине заходки (10 – 20 м). Однако при детальном анализе результатов исследований удалось установить, что ширина заходки имеет незначительное влияние на производительность экскаватора. Если продолжительность перемещения экскаватора между отработанной и новой заходками не превышает одного часа, то коэффициент годового использования экскаватора находится в пределах – 76,7 %.

При увеличении времени перемещения экскаватора между заходками до 21 часа, коэффициент годового использования экскаватора увеличивается на 4,6 % до 81,3 % при ширине заходки 10 м, и постепенно уменьшается до 79 % при увеличении ширины заходки до 20 м.

Выполненные исследования позволяют рекомендовать минимальную ширину заходки гидравлического экскаватора при погрузке в автомобильный транспорт – 10 м. Уменьшение ширины заходки также позволит обеспечить минимальный объем горно-подготовительных работ на вскрышном уступе.

Литература:

1. Sobko B.Yu., Lozhnikov O.V., Laznikov, O.M. Substantiation of Rational Mining Method at the Motronivskyi Titanium-Zirconium Ore Deposit Exploration / Natsional'nyi Hirnychyi Universytet. Naukovyi Visnyk. 2016. №6. p.41.

2. Sobko, B., Drebenstedt, C. and Lozhnikov, O. Selection of environmentally safe open-pit technology for mining water-bearing deposits / Mining of Mineral Deposits. 2017.

3. Ombiro, S. and Komu, J. Mineral sand handling: Kwale mineral sand equipment selection / International Journal of Mining and Mineral Engineering. 2016. 7(3), pp. 265-280.

4. Singh, R., Rishi, M. S., & Sidhu, N. (2016). An overview of environmental impacts of riverbed mining in Himalayan terrain of Himachal Pradesh. Journal of Applied Geochemistry, 18(4), 473.

5. Costea, M. (2018). Impact of floodplain gravel mining on landforms and processes: a study case in Orlat gravel pit (Romania). Environmental Earth Sciences, 77(4), 119.

O. Lozhnikov

Establishment the dependence hydraulic excavator annual output on the mining cut width during the development placer deposits

Summary. The effective hydraulic excavator parameters in the conditions of mining flooded placer deposits overburden benches have been established. The calculations results at the determination dependence on the excavator mining cut number per year, depending on their width are shown. The influence hydraulic excavator mining cut width on the annual output taking into account the new cutting in rock has been established. The influence of excavator cutting width on its output due to the coefficient of annual use is considered. The dependence of the excavator annual use coefficient on the new cut width is established. The efficient width of the hydraulic excavator cut during the mining overburden bench consisting with soft rocks by establishing the annual output taking into account the development of bench faces is substantiated.

Keywords: open-pit mining, excavator, cut width, output, mining cut length

Ложников А.В.

Шашыраңқы кен орындарын қазу кезінде гидравликалық экскаватордың жылдық өнімділігінің еніне тәуелділігін анықтау

Аңдатпа. Суланған шашыраңқы кен орындарының аршу кемерлерін қазу жағдайында гидравликалық экскаваторлар жұмысының тиімді параметрлері белгіленді. Экскаватор кірмелерінің санына олардың еніне тәуелділігін анықтау бойынша есептеу нәтижелері келтірілген. Гидравликалық экскаватордың кіру енінің оның жылдық өнімділігіне жаңа кіріске кесуді ескере отырып әсері анықталды. Экскаватордың енінің жылдық пайдалану коэффициентіне әсері қарастырылды. Бетпе шетінде аршу жыныстарының көлемін анықтауға арналған схема келтірілген. Экскаваторды жылдық пайдалану коэффициентінің еніне тәуелділігі анықталды. Жұмсақ сусымалы жыныстардан тұратын аршу кемерін өңдеу кезінде гидравликалық экскаватор кірмесінің тиімді ені, бүйірлік учаскелерді қазуды есепке ала отырып, жылдық өнімділікті орнату жолымен негізделген.

Түйінді сөздер: Ашық тау-кен жұмыстары, экскаватор, кіру ені, өнімділік, жұмыс фронтының ұзындығы

УДК 622.271.4:622.271.32-027.235

Луценко С.А

Научный консультант – В.Г.Близнюков, доктор технических наук, профессор
Криворожский национальный университет, Украина, г. Кривой Рог

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ ОБЪЕМОВ ЛИКВИДАЦИИ ОТСТАВАНИЯ ПО ВСКРЫШЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА ПО РУДЕ

Аннотация: *Нормальные условия для добычи полезного ископаемого требуют формирования рабочей зоны карьера рабочими площадками, включающими нормативные запасы скальной горной массы, готовые к выемке. Для увеличения производительности карьера по руде необходимо произвести расширение рабочих площадок с целью ликвидации вскрышного отставания. В таких условиях составление производственных программ предприятий, а в последующем и их выполнение, становится все более проблематичным, что подтверждается практикой производства, поэтому в первую очередь необходимо определить годовые объемы ликвидации вскрышного отставания.*

Установлено, что годовые объемы ликвидации вскрышного отставания необходимо определять исходя из граничных объемов ликвидации вскрышного отставания, а также количества горного оборудования, которое предусмотрено для обеспечения производственной мощности по горной массе. Предложенная методика определения годовых объемов ликвидации вскрышного отставания при изменении производительности карьера по руде позволяет учитывать взаимосвязь режима горных работ и

производительности карьера по руде при условии обеспечения в карьере норматива готовых к выемке запасов.

***Ключевые слова**: железорудные карьеры; вскрышные работы; коэффициент вскрыши; отставание вскрышных работ.*

В процессе эксплуатации железорудных месторождений карьерами, соотношение объемов добычи руды и выемки вскрышных пород определяется проектами их разработки, которые составляются согласно норм технологического проектирования. Установленное соотношение определяет необходимые параметры системы разработки для эффективной и безопасной добычи полезного ископаемого. Такая работа считается нормальной и определена требованием формировать рабочую зону карьера с рабочей площадкой включающей нормативные запасы руды и вскрышных пород готовые к выемке.

Увеличение производительности карьера по руде приводит к увеличению ширины рабочих площадок [1]. Поэтому выполнение заданной производительности карьера по руде возможно за счет изменения режима горных работ [2] вследствие корректировки параметров системы разработки для обеспечения нормативных запасов руды готовых к выемке [3].

Ликвидации вскрышного отставания обычно идет с нарушением планомерного и соразмерного развития вскрышных и добычных работ. В таких условиях составление производственных программ предприятий, а в последующем и их выполнение, становится все более проблематичным, что подтверждается практикой производства, поэтому в первую очередь необходимо определить годовые объемы ликвидации вскрышного отставания.

Чтобы запланировать производственные показатели карьера в период ликвидации вскрышного отставания необходимо определить годовые объемы ликвидации вскрышного отставания, которые и определят необходимое количество основного горного оборудования.

Годовые объемы ликвидации вскрышного отставания определяются:

1. Исходя из граничных объемов ликвидации вскрышного отставания.

В основу способа положен расчетный принцип, согласно которого полная себестоимость производства и реализации конечной товарной продукции (концентрата) $C_{K.}$ должна быть меньше или равна значению допустимой себестоимости концентрата $C_{K.П.}$.

Годовой объем ликвидации вскрышного отставания определяется по формуле:

$$V_{отст}^{год} = n^{гр}_{отст} A_р \text{ , м}^3\text{/год,} \quad (1)$$

где $n^{гр}_{отст}$ - граничный коэффициент ликвидации вскрышного отставания, м^3/т.

2. Исходя из количества горного оборудования, которое предусмотрено для обеспечения производственной мощности по горной массе $Q'_{гм}$ при производительности карьера по руде $A'_р$.

В основу данного способа положено условие

$$Q_{пр}^{г.о.} \geq Q_{гм(i)} \quad (2)$$

или

$$Q_{пр}^{г.о.} \geq A_{р(i)} n_{(i)} + A_{р(i)} + V_{отст(i)} \quad (3)$$

где $Q_{пр}^{г.о.}$ - суммарная производительность горного оборудования в карьере, м^3/год; $Q_{гм(i)}$ - производственная мощность по горной массе с учетом объемов ликвидации вскрышного отставания при увеличении производительности по руде с $A_р$ до $A_{р(i)}$; $V_{отст(i)}$ - объем вскрышного отставания при увеличении производительности по руде с $A_р$ до $A_{р(i)}$;

Исходя из условия (3) объем вскрышного отставания, который можно ликвидировать за один год без дополнительных капитальных вложений определиться по формуле:

$$V_{отст}^{год} = Q_{пр}^{г.о.} - (A_{р(i)} n_{(i)} + A_{р(i)}), \text{ м}^3 \quad (4)$$

Время ликвидации вскрышного отставания определяется по формуле:

$$t_{лво} = \frac{V'_{отст}}{V_{отст}^{год}}, \text{ лет} \quad (5)$$

где $V'_{відст}$ - объем отставания по вскрыше, который необходимо ликвидировать при увеличении производительности карьера с $A_р$ до $A_{р(i)}$.

Опыт эксплуатации карьеров показывает, что нередки случаи, когда в результате нарушения законов развития карьерного пространства на карьерах имеется отставание вскрышных работ (которое представлено временно нерабочими бортами). В связи с этим необходимо рассмотреть вариант ликвидации вскрышного отставания при изменении производительности карьера, когда на момент планирования горных работ в карьере имеется отставание по вскрыше.

Для повышения эффективности разработки месторождения ликвидацию вскрышного отставания в первую очередь необходимо осуществлять на участке карьера, размеры которого после реконструкции будут соответствовать необходимой активной площади рабочей зоны исходя из оптимальных параметров системы разработки и плановой производительности карьера по руде [4].

Возможные варианты работы карьера с учетом ликвидации вскрышного отставания определим на примере условного карьера. Рабочие борта карьера сформированы рабочими площадками шириной 40-45м, при этом число площадок на вскрышных уступах с нормативной шириной составляет 40%. Кроме этого имеются участки в пределах нескольких горизонтов, где ширина рабочих площадок соответствует ширине транспортных и предохранительных берм. Современное положение горных работ представлено линией *BCOD* (рис. 1*)*, а проектное положение рабочей зоны линией *ECOD*. Объем вскрышного отставания составляет 30 млн. м^3. Углубка карьера принята по висячему боку рудного тела (линия *OA*). Максимально возможная производительность карьера составляет 19 млн. т/год.

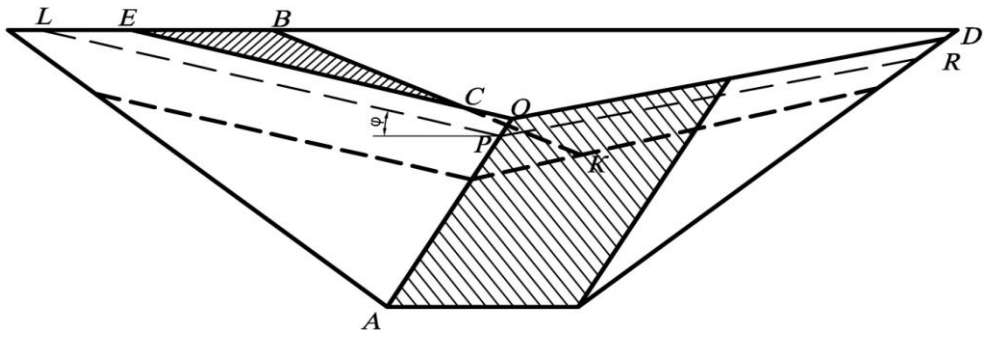


Рисунок 1 - Схема развития горных работ при ликвидации вскрышного отставания

Дальнейшее понижение горных работ возможно по линии *CK*. При этом будет происходить выбытие производственной мощности карьера.

Для предотвращения дальнейшего накопления вскрышного отставания при углубке карьера формирование рабочей зоны необходимо осуществлять рабочими площадками, включающими нормативные запасы скальной горной массы, готовые к выемке (*LPR*). При

этом угол откоса рабочего борта (φ) зависит от плановой производительности карьера по руде.

В том случае если на момент планирования горных работ достигнутая производительность меньше максимально возможной (например - 10 млн. т/год) и планируется ее увеличение, то все варианты работы карьера с различной производительностью по руде возможны только при условии дополнительных капитальных вложений на развитие производственной мощности, реконструкцию (ликвидацию вскрышного отставания) и поддержание производственной мощности. При этом необходимо чтобы соблюдалось условие:

$$t_{лво} \le t_{пр} \tag{6}$$

где $t_{пр}$ - максимально возможная продолжительность работы карьера, с плановой производительностью по руде, исходя из горных возможностей (до начала выбытия производительности по руде), лет.

На рис. 2. показана зависимость времени бесперебойной работы карьера с заданной производительностью и времени ликвидации вскрышного отставания от значения производительности по руде.

Из рис. 2 видно, что для вариантов производительности по руде находящиеся на отрезке *ОК* условие (6) выполняется, поэтому исходя из рис. 3 (линия *ОА*) размер дополнительных капитальных вложений может быть уменьшен при этом объемы ликвидации вскрышного отставания определяются по формуле:

$$V_{отст}^{год} = \frac{V'_{отст}}{t_{пр}}, \text{ м}^3/\text{год} \tag{4.68}$$

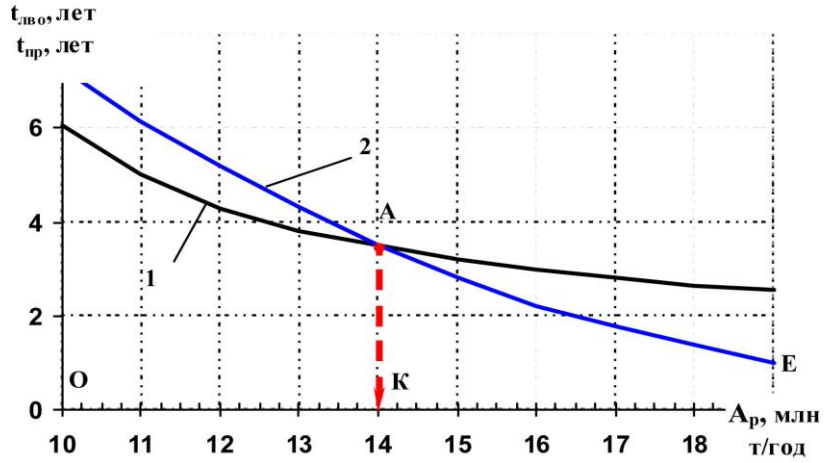


Рисунок 2 - Изменение продолжительности бесперебойной работы карьера с плановой производительностью по руде (2) и продолжительности ликвидации вскрышного отставания (1) при увеличении производительности по руде.

Для вариантов производительности по руде находящиеся на отрезке *КЕ* (рис. 2) условие (6) не выполняется. В связи с этим для исключения выбытия производственной мощности необходимо увеличение годовых объемов ликвидации вскрышного отставания, за счет снижения планируемой нормы прибыли, что приведет к увеличению себестоимости товарной продукции, а также потребует значительных капитальных вложений (линия *АЕ* на рисунке - 2).

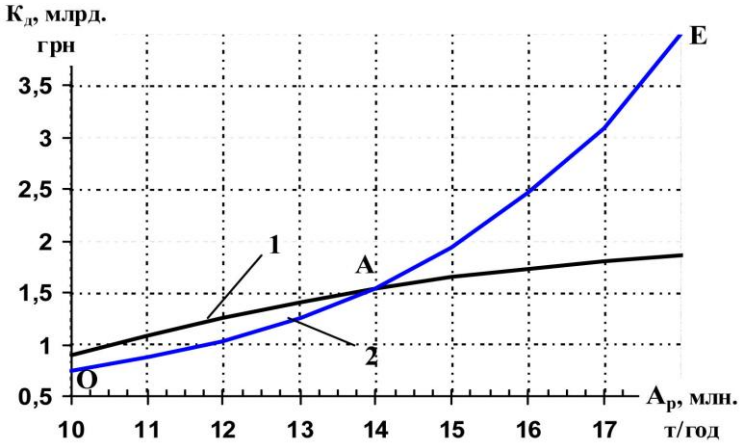


Рисунок 3 - Изменение дополнительных капитальных затрат на увеличение производительности карьера по горной массе в зависимости от производительности карьера по руде: 1- исходя из граничных объемов ликвидации вскрышного отставания; 2 - исходя из максимально возможной продолжительности работы карьера, с плановой производительностью по руде

Таким образом, разработана методика определения оптимальных годовых объемов ликвидации вскрышного отставания при изменении производительности карьера по руде, которая позволяет учитывать взаимосвязь режима горных работ и производительности исходя из условии обеспечения в карьере норматива готовых к выемке запасов.

Литература:

1.Луценко, С.А. Разработка метода определения максимальной, по горным возможностям, производительности карьера по руде [текст] / С.А. Луценко // Геотехническая механика. – 2017. – №130. – С. 168-175.

2.Луценко, С. А. Исследование режима горных работ, обеспечивающего достижение максимально возможной производительности карьера по руде [текст] / С.А. Луценко // Вісник НТУУ "КПІ". – 2017. - № 34. – С. 34-40.

3.Луценко, С. А. Исследование взаимосвязи параметров системы разработки [текст] / С.А. Луценко // Вісник ЖДТУ. – 2018. - №1 (81). – С. 269-273

4.Луценко, С. А. Определение ширины рабочей площадки и длины фронта горных работ при изменении производительности карьера по руде [текст] / С.А. Луценко // Сборник научных трудов НГУ. – 2017. – №50. – С. 63-69.

S.A. Lutsenko.

Determining annual volume of stripping lag removal when changing ore tonnage to be mined in the open pit.

Abstract. Normal conditions for the minerals extraction require the formation of a working area of the open pit by workstations, which include regulatory reserves of rock mass, ready to be mined. In order to increase the ore productivity of the open pit, it is necessary to expand the workstations in order to eliminate the overburden lag. In such conditions, the assembly of production programs of enterprises, and their implementation in future, becomes more and more problematic, that is confirmed by the practice of production, therefore, first of all, it is necessary to determine the annual volumes of liquidation of the overburden lag.

It has been determined that the annual volume of stripping lag removal needs to be defined on the basis of the economic volumes of stripping lag removal, as well as on the amount of mining equipment that is provided for the run-of-mine production capacity. The proposed methodology for determining the annual volume of liquidation of the overburden lag when changing the ore productivity of the open pit allows you to take into account the relationship between the mining regime and the productivity of the open pit, providing the standard of ready-to-remove minerals.

Key words: iron ore open pits, overburden works, overburden factor, lag of overburden works.

С.А.Луценко
Кен бойынша карьердің өнімділігі өзгерген кезде ашуы бойынша артта қалуды жоюдың жылдық көлемін анықтау

Аңдатпа. Пайдалы қазбаны өндіруге арналған қалыпты жағдай кен қазбасын қазуға дайын Тау-кен массасының нормативтік қорларын қамтитын жұмыс алаңдарымен карьердің жұмыс аймағын қалыптастыруды талап етеді. Кен бойынша карьердің өнімділігін арттыру үшін аршу орнынан қалуды жою мақсатында жұмыс алаңдарын кеңейту қажет. Мұндай жағдайларда кәсіпорындардың өндірістік бағдарламаларын жасау, ал кейіннен оларды орындау да неғұрлым қиын болады, бұл өндіріс практикасымен расталады, сондықтан бірінші кезекте ашылудан қалуды жоюдың жылдық көлемін анықтау қажет.

Аршу орнынан қалуды жоюдың жылдық көлемін аршу орнынан қалуды жоюдың шекаралық көлемдеріне, сондай-ақ тау-кен массасы бойынша өндірістік қуатты қамтамасыз ету үшін көзделген тау-кен жабдықтарының санына сүйене отырып айқындау қажет екендігі анықталды. Кен бойынша карьердің өнімділігі өзгерген кезде ашылмалы қалуды жоюдың жылдық көлемін анықтаудың ұсынылған әдістемесі карьерде қорларды алуға дайын нормативпен қамтамасыз етілген жағдайда кен жұмыстары режимінің және кен бойынша карьердің өнімділігінің өзара байланысын ескеруге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер. темір кенді карьерлер; ашу жұмыстары; ашу коэффициенті; ашу жұмыстарының артта қалуы.

УДК 622.83

Мазур-Соцкий К.А.
Научный руководитель – Бесимбаева О.Г., доцент, к.т.н.
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан, Караганда)
mazsot@gmail.com

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ МОНИТОРИНГА ЗА СДВИЖЕНИЕМ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы возникновения деформаций земной поверхности в результате ведения подземных горных работ, способы их предрасчета и методика мониторинга. В качестве базы для проведения исследовательской работы было взято шахтное поле шахты «Абайская» Карагандинского угольного бассейна. Сложная геология и длительная разработка выбранного участка, позволяют учесть множество факторов, влияющих на скорость, характер и протекание процесса сдвижения. Особое внимание уделяется разработке проекта наблюдательной станции, расположенной непосредственно над очистным забоем. При планировании размещения наблюдательной станции учитывались как геометрические, так и горно-геологические параметры выемочного участка. По полученным с наблюдательной станции данным можно прогнозировать возможные деформации и на других участках Карагандинского угольного бассейна.*

Ключевые слова. *Шахта, очистной забой, деформации, сдвижение, наблюдательная станция.*

Наблюдения за сдвижением земной поверхности проводят для определения параметров процесса сдвижения на месторождении и получения фактических данных для обоснованного решения вопросов охраны сооружений и выемки полезного ископаемого из предохранительных целиков.

В геологическом строении поля района № 1 шахты «Абайская» принимают участие отложения карбонового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Карбоновые отложения представлены полным разрезом карагандинской свиты, разделенной на три подсвиты. Литологический состав пород представлен переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов, углистых аргиллитов и угольных пластов. Мощность отложений

свиты составляет 750 м. Залегание пород угленосной толщи моноклинальное, преимущественно пологое под углами от 10 до 25° с северо-западным простиранием. Оно сложено пологими складками и разрывными нарушениями. По характеру выдержанности мощности и строения угольных пластов, структурных особенностей и горно-геологических условий их отработки, поле шахты отнесено ко второй группе сложности классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.

Работы на шахте ведутся по двум угольным пластам: $К_{18}$ и $К_{12}$. Пласт $К_{18}$ является самым верхним разрабатываемым пластом шахты «Абайская», состоит из четырех угольных пачек, три из которых сближены, а нижняя четвертая отделена от основной части пласта породным прослоем мощностью от 0,2 до 0,4 м. На большей части поля рабочая мощность пласта составляет не более 2,20 м. Глубина разработки от 250 до 350 м. Пласт $К_{12}$ по степени выдержанности мощности и строения в целом отнесен к относительно выдержанным, характеризуется рабочей мощностью от 3 до 9 м. Глубина разработки от 500 до 580 м. Из-за различных горно-геологических условий двух разрабатываемых пластов, их отработка будет по-разному проявляться на земной поверхности. В первую очередь необходимо определить безопасную глубину извлечения полезного ископаемого. Безопасная глубина – это такая глубина, ниже которой горные работы не вызывают в сооружениях деформаций, более допустимых. Безопасная глубина откладывается от охраняемого объекта по вертикали до разрабатываемого пласта. Выемка пласта ниже горизонта безопасной глубины может производиться без специальных мер охраны сооружений, однако при их подработке должны приниматься специальные меры предосторожности [1].

В случаях, когда в качестве допустимых для охраняемого сооружения приняты наиболее опасные горизонтальные деформации земной поверхности, безопасная глубина разработки определяется из выражения [2]:

$$H_б = K_i, \quad (1)$$

где: $Н_б$ – безопасная глубина ведения горных работ;

$К_i$ – коэффициенты, определяемые для угольного бассейна, для Карагандинского угольного бассейна равны 1,0 и 1,15 для первичной и повторной подработки соответственно;

m – мощность вынимаемого пласта;

ε_q – допустимые величины горизонтальных деформаций.

Принимая мощности пластов $К_{18}$ - 2,2 м и $К_{12}$ - 3,0 м, получаем безопасную глубину для пласта $К_{18}$ – 440 м, для $К_{12}$ – 600 м.

В обоих случаях работы ведутся на недостаточной для безопасной отработки глубине.

Для определения характера и величин сдвижений и деформаций земной поверхности, сооружений и природных объектов закладываются наблюдательные станции, на которых проводятся систематические инструментальные наблюдения.

Срок службы наблюдательной станции выбирается исходя из продолжительности отработки лавы. Подготавливаемая лава 221-К18-С рассчитана на 13 месяцев работы. Глубина отработки 331-356 м. Для наблюдения всего процесса деформации наблюдательная станция должна иметь срок службы не мене трех лет.

К параметрам процесса сдвижения земной поверхности, используемым при расчётах ожидаемых сдвижений и деформации земной поверхности относятся [3]:

1) граничные углы β_0, γ_0, δ_0;

2) угол максимального оседания θ;

3) углы полных сдвижений ψ_1, ψ_2, ψ_3;

4) относительные величины сдвижений $q_0 = \frac{\eta_0}{m}$ и $a_0 = \frac{\xi_0}{\eta_0}$.

Исходные данные:	
m пласта	1,9
Δlд	160
n1	1,2
n2	1
n3	1
n4	1,2
n5	1
Стор здан	70
Рез Δlд	230,4
Ед	5,48571
Безопасная глубина	**346,35**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ

Δlд определяется из таблицы ниже:

Разряд	Объект	Этажность	Допустимые	Предельные
1	Общественные здания особой значимости, монументальные здания с большими залами, пролетами более	от 1 до 3	70	140
		от 4 до 5	100	140
2	Детские дошкольные учреждения, поликлиники, школы, роддома, больницы, театры, дворцы культуры	от 1 до 3	80	160
		от 4 до 5	120	160
3	Жилые здания, гостиницы	от 1 до 3	100	160
		от 4 до 5	130	160
4	Учреждения общественного обслуживания, вспомогательные здания	от 1 до 3	110	160
		от 4 до 5	160	160

n1 определяется из таблицы ниже:

Грунты	
С высокой несущей способностью (скальные, крупнообломочные, плотные глины)	0,9
Пески, супеси, суглинки, глины	1
Слабые, с низкой несущей способностью (глины пластичные, рыхлые пески)	1,2
Многолетнемерзлые	0,8

Рисунок 1 – Определение безопасной глубины ведения горных работ

Углы сдвижения принимаются из «Правил охраны…» для Карагандинского бассейна [2].

Число профильных линий и расстояние между ними устанавливаем в зависимости от геологических условий, параметров выемочного блока, рельефа и ситуации местности. Как правило, число линий должно быть не менее трех; двух вкрест простирания и одной - по простиранию пластов. Опорные реперы профильных линий вкрест простирания должны находиться вне зоны сдвижения, по линии простирания вне этой зоны может находиться один из концов. Расстояние между рабочими реперами составляет 25 м [4].

Геометрический параметры определяются из условия залегания выбранного участка пласта (рис. 2 и 3)

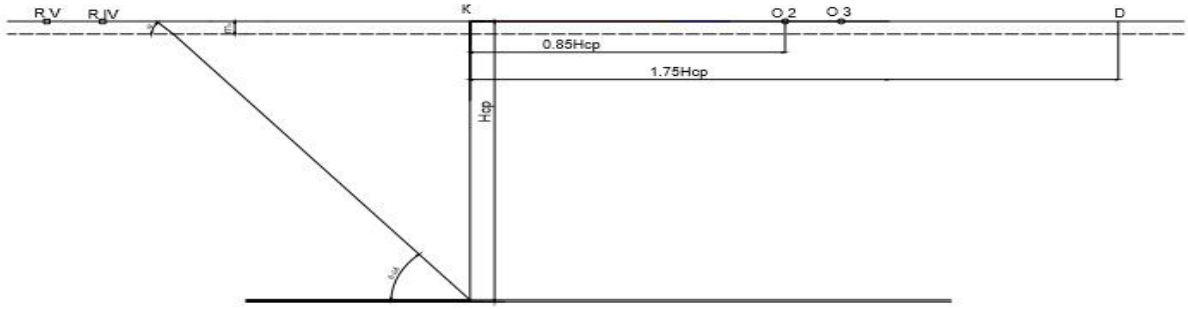


Рисунок 2 - Определение длины профильной линии вкрест простирания пласта

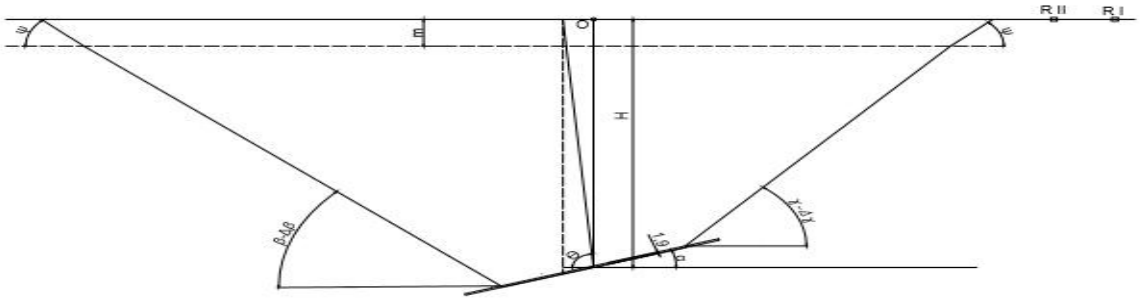


Рисунок 3 - Построение разреза профильной линии по простиранию пласта

При проектировании отрабатываемого участка на земную поверхность, можно видеть, какие объекты могут быть подвержены деформациям. Нанесение проекта наблюдательной станции позволяет выбрать более удобные места закладки реперов, находящихся вне зоны возможных деформации (рис. 4).

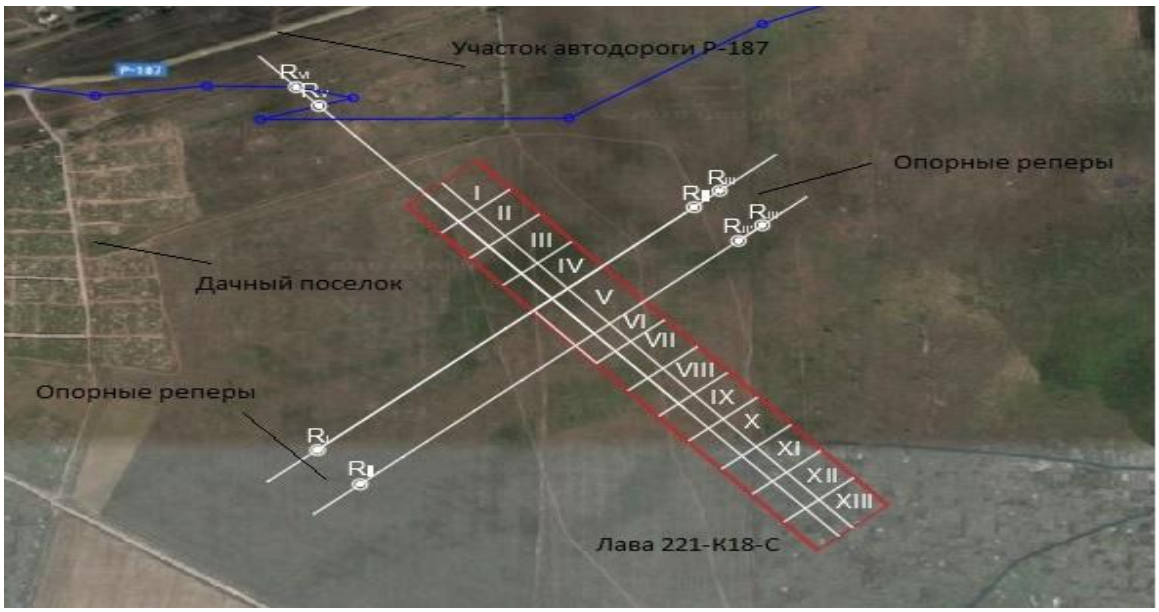


Рисунок 4 – Проекция лавы 221-К18-С и схема реперной станции

Данные мониторинга сдвижения земной поверхности в результате ведения подземных горных работ позволяют разрабатывать соответствующие мероприятия по охране различных объектов, линий электропередач, автомобильных дорог и других инженерных сооружений. Особенностью Карагандинского угольного бассейна является то, что происходит многократная подработка одних и тех же участков земной поверхности.

Литературы:

1. Паспорт выемочного участка лавы 331-К18-С. УД АО «Арселор Миттал Темиртау». Шахта «Абайская», 2017. – 35с.

2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. - М.: Недра, 1981.- 288с.

3. Инструкция по наблюдениям за сдвижением земной поверхности и за подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях. - Л.:Недра,1985.-172с.

4. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. - Л.: Недра, 1977, с. 304-359.

Kirill Mazur-Sotskiy

Improving the methodology for monitoring the movement of the earth's surface as a result of underground mining

Abstract. The article describes the causes of the occurrence of deformations of the earth's surface as a result of underground mining, the methods of their pre-calculation and the monitoring method. The mine field of the Abai mine of the Karaganda coal basin was taken as the basis for the research work. The complex geology and long-term development of the selected site allow us to take into account many factors affecting the speed, nature and course of the displacement process. The practical part of the work is to build an observation station directly above the mining site. The initial parameters of the steel geometric characteristics of the work area. The construction of profile lines, the location of working benchmarks on them and reference benchmarks outside the deformation zone, in the aggregate, create a working observation station. Data acquisition from the station provides information for further analysis of the deformation of this section.

Key words: mine, clearing face, deformation, displacement, observation station.

К.А. Мазур-Соцкий
Жер асты тау-кен жұмыстарының нәтижесінде жер бетінің қозғалысына мониторинг жүргізу әдістемесін жетілдіру

Аңдатпа. Мақалада жер асты тау-кен жұмыстарының нәтижесінде жер бетінің деформациясының пайда болу себептері, оларды алдын ала есептеу әдісі және мониторинг әдісі сипатталған. Зерттеу жұмысының негізі Қарағанды көмір бассейнінің Абай кенішінің шахтасы болды. Кешенді геология және таңдалған жердің ұзақ мерзімді дамуы жылдамдыққа, табиғатқа және ауыстыру үдерісіне әсер ететін көптеген факторларды ескеруге мүмкіндік береді. Жұмыстың практикалық бөлімі тікелей тау-кен учаскесінің үстінен бақылау станциясын салу болып табылады. Жұмыс аймағының болат геометриялық сипаттамаларының бастапқы параметрлері. Профиль желілерінің құрылысы, оларға арналған жұмыс критерийлерінің орналасуы және деформация аймағынан тыс анықтамалық көрсеткіштер жиынтықта жұмыс байқау станциясын құруға мүмкіндік береді. Станциядан деректерді алу осы бөлімнің деформациясын одан әрі талдау үшін ақпарат береді.

Түйінді сөздер: кеніш, тазарту беті, деформация, жылжыту, байқау станциясы.

УДК 669

Х.А.Юсупов, О.М. Отарбаев
Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Казахстан, г. Алматы
Oralkhan.otarbayev@erg.kz

ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ РУД СИСТЕМОЙ РАЗРАБОТКИ ЭТАЖНОГО САМООБРУШЕНИЯ С ИСКУССТВЕННЫМ ДНИЩЕМ

Аннотация. *В статье описаны сложности разработки хромовых руд месторождений Донского ГОКа. Приведены причины снижения эффективности традиционных вариантов применяемых систем разработки этажного и подэтажного самообрушения с применением переносного оборудования и системой горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой и применением самоходного оборудования. Подготовительно-нарезные выработки подвергаются к потере сечения из-за высокого опорного давления, что приводит к восстановлению их сечения через каждые 40-50 тыс.т. руды, с увеличением глубины через каждые 30-40 тыс.т. В связи с этим предложен вариант системы разработки этажного самообрушения с искусственным днищем.*

Создание искусственного (бетонного) днища блока в данной системе разработки предусматривается с целью уменьшения давления и сохранения подготовительных и нарезных выработок, пройденных в бетонном массиве.

Ключевые слова*. месторождения хромовых руд, рудовмещающие породы, коэффициент крепости, инженерно-геологические условия, горнотехнические условия, опорное давление, система разработки, тектонические нарушения, восстановление, искусственное днище.*

Месторождения хромовых руд«Миллионное», «Алмаз-Жемчужина», № 21, «Первомайское», «Западная залежь», составляющие сырьевую базу Донского ГОКа, расположены в Хромтауском районе Актюбинской области.

Руды и рудовмещающие породы месторождений по коэффициенту крепости шкалы профессора М.М. Протодъяконова), в основном относятся к категории средней крепости (реже к крепким, либо мягким).

Инженерно-геологические условия отработки запасов относятся к категории сложных, а горнотехнические условия – к разряду весьма сложных.

Неблагоприятным горнотехническим фактором отработки хромовых руд является их слеживаемость, которая резко снижает подвижность руды, что затрудняет технологию ее добычи. Кроме того, на устойчивую технологию разработки месторождения существенное влияние оказывает значительные остаточные напоры подземных вод, что может вызвать

оплывание сыпучих разностей руд, размокание и суффозионный вынос заполнителя трещин, образование в зонах дробления интенсивных путей фильтрации, значительные (20-60 %) потери прочности пород при замачивании и интенсификации процессов выветривания. Допустимые остаточные напоры для сильнотрещиноватых разностей ультраосновных пород не должны превышать 1,0-1,5 МПа. В водной среде минералы группы серпентинита (заполнитель трещин) растворяются, что снижает устойчивость как сильнотрещиноватых, так и слаботрещиноватых горных пород.

Уменьшение плотности ведет к увеличению объема, а при отсутствии свободного пространства – к возникновению внутреннего напряжения в горной породе. Эти процессы в свою очередь приводят к нарушению устойчивости кровли и стенок горных выработок (осыпи, вывалы, обрушения) и к выдавливанию (пучению) почвы горных выработок. Наблюдениями на шахте «Молодежная» зафиксировано, что максимальная скорость разрушения стенок выработок составляет 2-3 м в глубину за 5-6 месяцев, а максимальное выдавливание (пучение) подошвы горной выработки достигало 0,4 м.

В соответствии с технологическим регламентом ВНИИцветмета [1] и с опытом промышленной отработки запасов наместорожденийпринимаются в основном системы этажного и подэтажного самообрушения с применением переносного оборудования и в меньшей части система горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой и применением самоходного оборудования.

Применение систем этажного и подэтажного самообрушения со скреперной доставкой руды для загрузки в электровозный транспорт через погрузочные полки дает возможность повысить эффективность, производительность труда и снизить себестоимость добываемой руды.

Применяемая система горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой позволяет уменьшить опорное давление на вскрывающие (откаточные) квершлаги и их сохранность при отработке запасов на нижележащих горизонтах.

Опыт отработки с применением вышеуказанных систем разработки показывает, что в лучших условиях находятся горные выработки, которые расположены вне зон тектонических нарушений, контактах руда-порода. А горные выработки, которые находятся непосредственно в участках где ведутся очистные работы подвергаются к потере сечения из-за высокого опорного давления. Т.е. с добычей руды, объемом 40-50 тыс.т. необходимо восстанавливать все нарезные выработки, по которым выполнялась добыча, и близлежащие подготовительные выработки (откаточная и вентиляционная выработки).

Как известно, что увеличение глубины разработки характеризуется в основном увеличением величины гравитационного давления, что приведет к частому восстановлению нарезных выработок (≈через каждые 30-40 тыс.т). В связи с этим предложен вариант системы разработки этажного самообрушения с искусственным днищем [2].

Создание искусственного (бетонного) днища блока в данной системе разработки предусматривается с целью уменьшения давления и сохранения на период отработки всех запасов блока подготовительных и нарезных выработок, пройденных в бетонном массиве.

Для определения технико-экономических показателей по предлагаемой системе разработки в качестве экспериментального блока выбран блок, запасы которого расположены в этаже минус 480 м- минус 560 м в разрезе линии ортов 23-25.

Запасы выбранного блока располагаются на разных уровнях по отношению к откаточным выработкам горизонта, поэтому оформление днищ для отработки запасов будет как по породе (высокая подсечка панелей) так и по руде (низкая подсечка панелей).

Исходя из технологических условий (создание искусственного днища) и горно-технических условий (расположение запасов блока на разных уровнях) отработка запасов блока предусматривается в три очереди.

В начале отрабатываются запасы блока для создания искусственного (бетонного) днища. После создания искусственного (бетонного) днища отрабатываются запасы блока, расположенные выше уровня откаточных выработок.

В последнюю очередь отрабатываются основные запасы блока после проходки подготовительных и нарезных выработок в искусственном (бетонном) днище блока.

Создание искусственного днища блока высотой 12 м производится путем отработки запасов днища блока системой горизонтальных нисходящих слоев с закладкой. Высота слоя составляет 4 м.

Конструктивными основными элементами в слое данной системы разработки является разрезные штреки (орты), которые проходятся со слоевых заездов, пройденных в первую очередь с доставочного штрека самоходного оборудования.

Доставочный штрек самоходного оборудования предусматривается по высоте 12 м от уровня откаточных выработок горизонта.

По данной конструкции отработки днища блока основным является разрезной штрек, который сбивается с восстающими рудоспусками.Из разрезных штреков проходятся очистные заходки первой очереди с расстоянием между ними 8 м рудного целика, для заходок второй очереди целик составляет 4 м из руды и 4 миз заложенной бетоном заходки.Разрезные штреки и очистные заходки проходятся под углом 3-50 в сторону растекания закладочной смеси. Обуривание забоев очистных заходок производится буровой установкой типа Бумер, доставка руды из очистных заходок до рудоспусков осуществляется погрузочно-доставочной машиной типа TORO 301.

После выемки руды из заходок их выработанное пространство заполняется твердеющей смесью.

По окончании отработки запасов днища, расположенных на уровне кровли откаточных выработок, заполнения выработанного пространства твердеющей смесью, производится оформление конструкции днища запасов, расположенных выше уровня откаточных выработок (высокая подсечка панелей).

Выпускные дучки и воронки оформляются перед обрушением руды.

Отработка запасов с высокой подсечкой производится в первую очередь после отработки запасов днища с низкой подсечкой и закладкой выработанного пространства твердеющей смесью.

После набора прочности бетоном не менее 4 МПа в искусственным (бетонном) днище блока производится проходка подготовительных и нарезных выработок по бетону.

Литературы:

1. Технологический регламент для проектирования бетонозакладочного комплекса (БЗК) месторождения «Первомайское» (корректировка). ДГП «ВНИИцветмет», Усть-Каменогорск, 2009.

2. Проект промышленной разработки месторождений хромовых руд «КАЗГИПРОЦВЕТМЕТ» 2013 г.

Х.А.Юсупов, О.М. Отарбаев

Кенді жасанды түбімен қабатты-өздігінен құлау өңдеу жүйесімен өңдеу технологиясы

Аңдатпа. Дон ТКБК-ның хром кен орынын игеру қиындықтары қарастырылған. Қол жабдықтарын қолданып, қабатаралық қабаттармен және қабаттармен құлата қазу жүйелерінің дәстүрлі вариантарын және өзжүргіш мәшинелерді қолданып жазық қатпармен төмен қарай толтыра қазу жүйесін қолданғандағы тиімділіктің тқмендеу себетері келтірілген. Жоғары қысымның әсерінен даярлау, тілме қазбаларының ауданының кішіреуі, әр 40-50 мың тонна руда игерген сайын қайта қалпына келтіріледі, ал тереңдік оскен сайын әр 30-40 мың тонна сайын болады. Сондықтан қабаттармен құлата қазу жүйесінде, блоктың төменгі жағын жасанды әдіспен жасау нұсқасы ұсынған.

Бұл жүйеде блоктың төменгі жағын жасанды әдіспен жасау мақсаты, бетоннан жасалған массивте жүргізілген барлық даярлау және тілме қазбаларын сақтау, қысымды азайту болып саналады.

Түйін сөздер: хром кендерінің кен орындары, кен орнын ауыстыратын жыныстар, бекініс коэффициенті, инженерлік-геологиялық жағдайлар, тау-кен техникалық жағдайлар, тірек қысымы, игеру жүйесі, Тектоникалық бұзылулар, қалпына келтіру, жасанды түбі.

Yusupov H. A., Otarbayev O.M.

The technology of development of the Deposit of chrome ores with application of system of development of storey self-destruction with an artificial bottom

Abstract. The article describes the complexity of the development of chrome ore deposits of the Donskoy Ore Dressing Mining Plant. The reasons for the decrease in the efficiency of the traditional variants of the applied systems for the development of storey and sub-storey self-destruction with the use of portable equipment and in a smaller part the system of horizontal descending layers with a hardening tab and the use of self-propelled equipment are given. Preparatory-board gate workings are subjected to a loss of section due to high reference pressure, which leads to the restoration of their section every 40-50 thousand tons of ore, with an increase in depth every 30-40 thousand tons.In this regard, a variant of the system of development of floor self-destruction with an artificial bottom is proposed. The creation of an artificial (concrete) bottom of the block in this development system is envisaged in order to reduce the pressure and save for the period of working off all the reserves of the block of preparatory and board gate workings passed in the concrete massif.

Keywords: Deposit of chrome, ore and host rocks, fortress ratio, geotechnical conditions, mining conditions, reference pressure, development system, tectonic disturbances, recovery, artificial bottom.

УДК 622.272

Рустемов С.Т., Ахметканов Д.К., магистрант Долдашева А.Е.
Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

АРАҚАБАТТЫҚ-КАМЕРАЛЫ КЕНДІ БҮЙІРДЕН ШЫҒАРЫП, АТЫЛЫС КҮШІМЕН ЖЕТКІЗЕ ҚАЗУ ЖҮЙЕСІНДЕ КЕННІҢ ҚҰНАРСЫЗДАНУЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. *Минералды шикізат кен орындарын игерудің тиімді әдістері мен жүйелерін құру, оларды өндірудің, байыту мен өңдеудің технологиялық процестерін жетілдіру мен кеннен минералды компоненттерді толығымен алу, ол халық шаруашылығының ғылыми-техникалық және әлеуметтік дамуының маңызды міндеттерінің бірі болып табылады. Бұл міндет пайдалы қазба кенорындарын игеру үшін барлық технологиялық операцияларды дамытуға қойылатын белгілі талаптарды қарастырады.*

Бұл мақалада "Ақбақай" кен орны жағдайында арақататтық-камералы кенді бүйірден шығарып, атылыс күшімен жеткізе қазу жүйесінің параметрлерін оңтайландыру арқылы кен өндірудің сапалық көрсеткіштерін арттыру бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

Уатылатын қабаттың қалыңдығын кенорнының тау-кен геологиялық және кен техникалық әр түрлі шарттар үшін кеннің және жанас жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттерін ескере отырып анықтау ұсынылған.

Түйін сөздер. *Кеннің құнарсыздануы; қазу жүйесі; кен сапалық көрсеткіштері; уату; кенді шығару.*

Халық шаруашылығының ғылыми-техникалық және әлеуметтік дамуының маңызды міндеттерінің бірі кендерден пайдалы компоненттерді толық және кешенді алуды қамтамасыз ету мақсатында пайдалы қазбалар кенорындарын игерудің тиімді тәсілдері мен жүйелерін, оларды өндірудің, байытудың және өңдеудің технологиялық процестерін жетілдіру және оларды өндіріске енгізу болып табылады. Бұл міндет пайдалы қазбалар кен орындарын игеру жөніндегі барлық технологиялық операциялардың тепе-теңдікте дамуына белгілі бір талаптарды негіздейді.

Бұл міндетті шешу кезінде кеннің ең төмен жоғалымы мен құнарсыздануын қамтамасыз ететін пайдалы қазба кенорындарын жер астында игеруді жетілдіру әдістері маңызды орын алады.

Төмен қуатты, желі кен орындарында кен қазу жұмыстары тереңдігінің өсуі пайдалы компоненттер құрамының азаюымен, жер қойнауын пайдалану толықтығының төмендеуімен, қазбаларды өту және тазарта қазып алу жұмыстарындағы тау-кен қысымының пайда болу қарқындылығын білдіретін геомеханикалық жағдайдың күрделенуімен және осының нәтижесінде кен өндірудің қымбаттауымен ерекшеленеді. Осылайша, 1 т кен өндіру өзіндік құнының өсуі төмен қуатты кен орындары үшін жұмыстың әрбір 100 м тереңдігіне 2-3% шегінде, ал тазарту блоктарындағы жыныстардың қатпарлануының артуы есебінен кеннің құнарсырсыздануы деңгейі 5-8 %-ға өсумен сипатталады. Сондай-ақ, терең деңгейжиектерге ауысуына қарай, тау-кен қысымының динамикалық түрде пайда болу санының артуы байқалады.

Қазу жүйесін таңдау – кеннің құнсыздандыруы, өнімділігі, өзіндік құны мен кен өндіру арасындағы теңдікті сақтаушы ретінде маңызды роль атқарады [1,3]. Негізінде өндіру технологиясының екі балама нұсқасын белгілі: қазіргі заманғы өздігінен жүретін техника мен технологияларды қолдана отырып, жалпы қазу арқылы кенді қазып алудың жоғары өнімді жүйелері және кен қорларын жер қойнауынан барынша төмен құнарсыздануымен қазып алуға қол жеткізуге бағытталған жүйелер [2]. XX ғасырда кен өндірісін дамытудың негізгі жолы жұқа кен денелерін игерудің жоғары өнімді технологияларына көшу болды [3, 4].

Сондықтан кен жұмыстарын тиімді жүргізу және кен қорын барынша толық алу кен өндіру кәсіпорындарының өзекті мәселесі болып табылады. Бұл кәсіпорындардағы кен өндіру көлемін ұлғайту Арақабаттық құлатумен кенді бүйірден шығарып қазу жүйесін қолдану есебінен жүргізілуі мүмкін. Арақабаттық құлатумен кенді бүйірден шығарып қазу жүйесі икемділігінің және ыңғайлылығы мен жоғары өнімділігінің арқасында кен денелерінің жіктік (приконтактные) аймақтарын барынша үнемді қазып алу мүмкіндігіне ие. Алайда, арақабаттық құлатумен кенді бүйірден шығарып қазу жүйесі кенді шығару кезінде кеннің құнарсыздануы жоғары екенін атап өткен жөн. Қазіргі уақытқа дейін арақабаттық құлатумен кенді бүйірден шығарып қазу жүйесі үшін әсер етуші факторларға байланысты кен сапасының көрсеткіштерін анықтаудың бірыңғай әдістемесі жоқ және қолданыстағы эмпирикалық формулалар нақты кентехникалық шарттар үшін ғана пайдаланылады және көп жағдайда қолданылмайды [5].

Осыған байланысты, "Ақбақай" кен орны жағдайында арақататтық-камералы кенді бүйірден шығарып, атылыс күшімен жеткізе қазу жүйесінің параметрлерін оңтайландыру есебінен кеннің толық алынуын арттыру мақсатында зерттеулер жүргізілді.

"Ақбақай" кенорнын құраушы кен денелері орнықты жанас жыныстарда орналасқан төмен қуатты кварцты желілермен ұсынылған, тек көлбеу және тік құламалы желілердің түйіскен жерлерде әлсіреген учаскелер байқалады, бұл учаскілерде жыныстар мен кендердің тұрақтылығы мен орнықтылығы орташа келеді. Кен орындарының тау-кен геологиялық және кентехникалық жағдайлары бойынша жанас жыныстар берік, тұрақты, қосымша бекітуді талап етпейтін, кенді жыныстар-берік, орташа тұрақтылық ретінде сипатталады. Сондықтан, негізінен дайындау және жазық тілме қазбалар бекітпесіз жүргізіледі, жыныстардың опырылып құлауы және қатпарлануы мүмкін орындар темірбетонды немесе полимерлі қарнақтармен, төбе күмбезі бойында металл торлармен бекітіледі.

Кенді желілердің қуаты үлкен емес және 0,5 м-ден 3,0 м-ге дейін ауытқиды. Орташа қуаты шамамен 1,7 м. Құлау бұрыштары бойынша кен желілері шартты түрде екі топқа бөлінеді:

- 55^0-85^0 құлау бұрышымен күртқұлама;
- 30^0-50^0 құлау бұрышымен көлбеу желілер.

Зерттеу барысында арақабаттарға бөлу арқылы қабаттың биіктігін жоғарылату үрдісі ескерілді. Кен денелерін игере қазу "арақататтық-камералы кенді бүйірден шығарып, атылыс күшімен жеткізе қазу жүйесі" құлау бұрышытары:

- көлбеу 50° дейін;
- күртқұлама 50°-ден 85° дейінгі екі желі түрін қазуды қарастырады.

Бұл қазу жүйесі созылымы және құлама бағыты бойынша келесі параметрлермен блоктарға бөлінеді:

- желінің созылымы бойынша блоктың ұзындығы - 400м;
- кен денесінің құлауы бойынша, қабаттың барлық биіктігінде созылымы бойындағы блоктың биіктігі ($H_{бл}$) - 60,0 м;
- арақабаттық қазбалар арасындағы қашықтық, ($l_{ақ}$)= 10-15м тең.

Блокты игере қазу қапталдардан блоктың ортасына қарай жүргізіледі, камералар өрлей игеріліп, төменнен жоғары қазу тәртібімен қазылады.

Арақабаттық құлатумен кенді бүйірден шығарып қазу жүйесінің негізгі параметрлері, уатылатын қабаттың қалыңдығы мен биіктігі болып табылады. Кенді шығарып алудың жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз ету үшін шығару кезінде қалыптасатын шығарылым фигурасының ("эллипсоид") параметрлері уатылатын қабаттың қалыңдығы мен биіктігіне барынша сәйкес келуі қажет. Кері жағдайда, егер шығару "эллипсоидының" кіші жарты осьі уатылатын қабаттан аз болса, онда мерзімінен бұрын құнарсыздану қаупі күрт өседі, жартылай осьтің мөлшері уатылатын қабаттың қалыңдығынан аз болған жағдайда кеннің жоғалым деңгейі артады. Бірқатар зерттеулер нәтижелері бойынша [6,7,8] уатылатын қабаттың қалыңдығының оның биіктігіне тәуелділігін келесі арақатынас бойынша анықтау керек

$$hc = (2,7 \div 3,5)\, M_p, \text{ м}, \qquad (1)$$

мұнда M_p – уатылатын қабаттың қалыңдығы, м;

h_c – уатылатын қабаттың биіктігі, м.

Бұл арақатынасты Ақбақай кенорнының әртүрлі тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық шарттары үшін кеннің және жанас жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттерін, көбінесе кенорнының тұтас учаскесін ескере отырып анықталуы тиіс.

Жүргізілген зерттеулер негізінде кенді қазып алу көрсеткіштерін анықтау бойынша жалпы әдістемелік тәсіл тұжырымдалды, ол келесі кезеңдерді жүргізуді қамтиды:

- қазу жүйесін толыққанды зерттеу, оның ішінде қазу жүйесінің кеннің құнарсыздануы қалыптасатын конструктивтік элементтерін анықтау:
- кеннің құнарсыздану деңгейін есептеу және оның шамасына кентехникалық және технологиялық факторлардың әсерін анықтау.

Арақабаттық құлатумен кенді бүйірден шығарып қазу жүйесіндегі кеннің құнарсыздануын анықтау бойынша жүргізілген зерттеулер қазу жүйесінің құрылымдық элементтерін және тазарта қазып алу камералары айналасында кеннің құнарсыздану деңгейін азайтудың ғылыми жолдарын іздеудің өзектілігін растайды.

Әдебиеттер:

1. RAJ K Singhal, Mine Planning and Equipment Selection 1998 //Federal Gouverment of Canada, International Journal of Surface Mining, Reclamation and Enviroment, Canada, 1998 p 93–97.

2. Ломоносов Г.Г. Производственные процессы подземной разработки рудных месторождений. – М.: изд-во «Горная книга», 2011. – 517 с.

3. Мельниченко А. М. Особенности оценки разубоживания руд при подземной разработке маломощных месторождений //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2016. - №1.

4. Stewart P.C, Trueman R. Strategies for minimizing and |Predicting Dilution in Narrow Vein Mines-The narrow Vein Dilution Method., Narrow Vein Mining Conference, Ballarat, Vic., 2008.

5. Леонтьев А.А., Демидов Ю.В., Белоусов В.В. Методика расчета показателей извлечения полезного ископаемого для системы разработки с подэтажным обрушениеми торцевым выпуском руды // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2012. - No7. –С. 48-55.

6. Каплунов Р.П. Подземная разработка рудных месторождений в зарубежных странах. – М.: Недра, 1964.

7. Малахов Г.М., Безух В.Р., Петренко П.Д. Теория и практика выпуска руды.- М.: «Недра», 1968. – 312 с, // Сб. «Разработка рудных месторождений».- Киев, №14.- 1972.- С. 13-16.

8. Павлов А.А., Мустафин В.И., Романов В. А., Сухов Д. И. Влияние гранулометрического состава рудной массы на параметры торцевого выпуска при изменяющейся высоте подэтажа // Геотехнологии при разработке рудных месторождений // ГИАБ. Отдельные статьи (специальный выпуск).-2013.-№04.-28с.- М.: изд. «Горная книга».

9. Мустафин В.И. Обоснование параметров этажного торцевого выпуска при двухъярусном расположении буродоставочных выработок. //Диссертация на соискание ученой степеникандидата технических наук, М.: 2015.

Рустемов С.Т., Ахметканов Д.К., Долдашева А.Е.

Исследование разубоживание руды при подэтажно-камерной системе разработки с торцевым выпуском руды силой взрыва

Резюме. Создание и внедрение эффективных способов и систем освоения месторождений полезных ископаемых, технологических процессов их добычи, обогащения и переработки с целью обеспечения более полного и комплексного извлечения полезных компонентов из руд относятся к одним из важнейших задач научно-технического и социального развития народного хозяйства. Эта задача обуславливает определенные требования к пропорциональному развитию всех технологических операций по разработке месторождений полезных ископаемых.

В данной статье приведены результаты исследований по повышению показетелей качества извлечения руды за счет оптимизации параметров подэтажно-камерной системы разработки с торцевым выпуском руды силой взрыва в условиях месторождения «Акбакай». Предлагается определять толщину отбиваемого слоя с учетом физико-механических свойств руды и налегающих пород для различных горно-геологических и горнотехнических условий месторождения.

Ключевые слова. Разубоживание руды; система разработки; показатели качества руды; отбойка; выпуск руды.

Rustemov S. T., Akhmetkhanov D. K., A. E. Doldasheva

The study of ore dilution in sublevel-chamber system development with the end production of ore by the force of the explosion

Abstract. Creation and incorporation of effective ways and systems of mineral deposits development, technological processes of their production, enrichment and processing for the purpose of ensuring more complete and complex extraction of the valuable components from ores fall within one of the most important problems of scientific and technical and social development of the national economy. This task causes particular requirements to proportional development of all technological operations on development of mineral deposits.

Results of the conducted researches on increase in completeness of ore extraction due to optimization of parameters of pillar method of development with front ore drawing by explosion force in the conditions of the Akbakay field are given. It is offered to determine thickness of the breaking layer taking into account physicomechanical properties of ore and the roof strata for various mining-and-geological and mining conditions of the field.

Keywords. contamination of ore; system of development; indexes of ore grade; breaking; ore drawing.

УДК 622.272

Рысбеков К.Б., Калыбеков Т.
Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Казахстан, г. Алматы
t.kalybekov@mail.ru, kanay_r@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ОБОСНОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ВЫЕМОЧНЫХ ЕДИНИЦ НА ГОРНЫХ РАБОТАХ

Аннотация: *В статье приведены изучения обоснования количества выемочных единиц на горных работах. При разработке месторождений полезных ископаемых изучение планируемого объема вскрышных работ, подготовительных и нарезных выработок, нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов способствует рациональному извлечению полезных ископаемых из недр и безопасности горных работ по каждой выемочной единице. Для этого при производстве горных работ следует обосновать рациональное количество одновременно разрабатываемых выемочных единиц с целью обеспечения добычи полезных ископаемых требуемого объема и содержания руды. Обоснованные параметры выемочных единиц при ритмичной работе рудника должны обеспечить безусловное выполнение производственного плана, учитывать специфику горно-геологических условий, способствовать наиболее рациональному использованию запасов минерального сырья, соответствовать минимальному объему горно-капитальных и горно-подготовительных работ.*

Ключевые слова: *карьер, месторождения, нормативы, запасы, выемочная единица, рудник, добыча, залежь, полезные ископаемые.*

В период ведения горных работ установление оптимальной нагрузки на забои разрабатываемых выемочных единиц и соблюдение календарных графиков добычи полезного ископаемого из каждой выемочной единицы и определение сроков их погашения создают благоприятные условия разработки имеющихся участков месторождения. Поэтому соответствие фактических горно-геологических условий месторождения рациональному извлечению полезных ископаемых из недр и безопасности горных работ по каждой выемочной единице, планируемых объемов подготовительных и нарезных выработок нормативам подготовленности запасов способствует выполнению запланированного объема добычи полезного ископаемого. Целесообразному решению вышеуказанных задач способствует своевременное определение геологических данных о качественном составе добываемого полезного ископаемого по каждой выемочной единице и в целом по предприятию.

При составлении плана горных работ следует обратить внимание на обеспечение наиболее полного извлечения из недр основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых. Обоснование добычи полезных ископаемых планового объема руды и ее качества зависит от рационального количества одновременно разрабатываемых выемочных единиц. Из-за этого в процессе добычи руд следует установить оптимальные нагрузки на забои выемочных единиц и не допустить чрезмерное извлечение запасов, находящихся в благоприятных условиях разработки участков месторождения. В этой связи определение нормативного числа выемочных единиц на горных работах с соблюдением календарного графика добычи полезного ископаемого с плановым объемом и содержанием из каждой из них является важной задачей календарного планирования горных работ.

В процесе разработки месторождений полезных ископаемых обоснованные нормативы запасов по степени их подготовленности к добыче должны [1]:

- способствовать выполнению производственных планов при ритмичной работе

предприятий по добыче полезных ископаемых;

- отражать технический прогресс в горном деле;
- учитывать специфику горно-геологических и горнотехнических условий разрабатываемых месторождений;
- обеспечить наиболее рациональное использование запасов минерального сырья;
- соответствовать принципу минимальных объемов горно-капитальных, горно-подготовительных и нарезных работ.

На горных работах учет состояния и движения запасов по степени их подготовленности к выемке осуществляется по подготовленности к выемке запасам, способам разработки руд, применяемым системам разработки и выемочным единицам. Вследствие этого при эксплуатации месторождения необходимо следить за обеспеченностью предприятия запасами по степени подготовленности к выемке, ожидаемое выполнение объемов добычи по выемочным единицам и качественный состав добываемого полезного ископаемого из них.

При разработке месторождений в процессе составления годового плана горных работ следует обратить внимание на обоснование и принятие следующих технических решений с целью обеспечения следующих задач [2]:

- рациональное ведение горных работ, исключающее выборочную отработки более богатых залежей;
- оптимальная концентрация горных работ при добыче минерального сырья с целью исключения их разбросанности;
- обеспечение восполнения подготовленности запасов полезных ископаемых при разработке месторождения;
- соблюдение нормативов готовых к выемке запасов полезных ископаемых по выемочным единицам, их качество, нормативы потерь и разубоживания;
- определение количества выемочных единиц исходя из необходимости отработки различных по качеству запасов в соотношениях, обеспечивающих наиболее полное извлечение полезных ископаемых из недр с получением заданного качества при оптимальной концентрации горных работ.

Для нескольких выемочных единиц технологически необходимое количество запасов $Р_{тг}$ каждой категории готовности зависит от количества и размеров выемочных единиц, находящихся в одновременной разработке [3]:

$$Р_{тг} = f\ (N, q, m),$$

N - число выемочных единиц, одновременно находящихся в разработке; q – масса запаса балансовой руды, находящейся в выемочной единице; m – число одновременно разрабатываемых технологических сортов.

Из формулы следует, что становится вполне очевидной необходимость дифференцированного учета технологических сортов руд. При изменении не только содержания, но и гранулометрического состава алмазов изменяются и нормативы подготовленных запасов. При изменении горно-геологических условий вскрытия рудного тела или россыпи в пределах выемочной единицы, технологии очистных работ, а также технико-экономических показателей, плановые нормативы подготовленности запасов руды и песков, рассчитываемые в соответствии методическими указаниями, утверждаются в органах Госгортехнадзора.

При комплексном подходе все промышленные запасы карьеров необходимо делить на производственные запасы, включающие доступные (готовые) и подготавливаемые для добычи, и резервные. В сумме доступные и подготавливаемые запасы образуют производственные запасы – это запасы в незавершенном производстве с не полностью выполненными вскрышными, горно-подготовительными и добычными работами или не прошедшие приемки по качеству на складе готовой продукции [4]. Доступным для добычи

относятся запасы, которые могут быть безопасно извлечены, не требуюшие удаления пород вскрыши, включая зачистку. Для подготавливаемых к добыче запасов проводятся минимально необходимом объеме подготовительные и вскрышные работы. Резервные запасы находятся в границах работ, для которых не начаты горно-подготовительные работы по вскрыше. Показатель степени доступности запасов доступных для добычи равен 1, подготавливаемых и резервных запасов, всех запасов в диапазоне от 0 до 1. Запасы резервные после начала вскрышных работ становятся производственными, подготавливаемыми, постепенно повышают степень своей доступности ближе к 1 и после окончания вскрышных работ.

Для планирования горных работ используются модели выемочных единиц, несущие в своей структуре информацию о содержании полезного ископаемого и других технологических свойствах [5]. Решение задач годового планирования основано на инструментах интерактивного формирования прирезок с автоматическим определением объемных и качественных показателей по руде и вскрыше. Работа инструмента строится на использовании каркасных моделей текущего и конечного положения карьера и блочной модели рудных тел. Инструмент представляет собой шаблон рабочей зоны, геометрия которого определяется параметрами уступов: угол откоса уступов, ширина площадок, максимально допустимая подвижка вглубь массива и ограничение минимальной шириной рабочей площадки по вышележащему уступу.

Расчет количества добычных единиц, обеспечивающих достижение установленной производительности карьера и требований к внутрикарьерному усреднению качественного состава добываемого железорудного сырья, производится в следующей последовательности [6]: расчетные добычные единицы должны обеспечить выполнение плана; расчет характеристик усреднения качества руды в карьере; определение эффективности усреднения качества руды на складе; добычные единицы способствуют выполнению плановой добычи и требований к усреднению качества руды.

На горных работах оптимальные нормативы подготовленности запасов обеспечивают равномерную достаточность всех добычных единиц готовыми к выемке запасами, их стабильную работу, достижение принятой производительности и усреднение качественного состава добываемого сырья, каждую добычную единицу запасами в количестве, необходимом для ее максимальной производительности. Регулирование объемов готовых к выемке запасов на уступах, размеры формирование рабочей зоны карьера, соответствующее установленной производительности карьера и эксплуатационному коэффициенту вскрыши, повысить надежность работы горнотехнической системы - карьер.

На горном предприятии обоснованные нормативы подготовленности запасов полезных ископаемых и оптимальные параметры выемочных единиц обеспечивают рациональный уровень полноты извлечения полезных ископаемых из недр [7]. На подземном руднике Нурказган при разработке месторождения системой подэтажного обрушения, расчетной производительности выемочной единицы составляет 79,2 тыс. т/мес., среднем запасе выемочной единицы 294,0 тыс. т и четырех одновременно работающих выемочных единицах обеспечивается проектная производительность предприятия [8]. В этой связи следует отметить, что обоснование рационального числа выемочных единиц на рудниках в соответствии с горно-геологическими и горнотехническими условиями способствует успешному выполнению производственного плана.

Составление плана горных работ связано с реализацией проектных решений в период производства подготовки руды к добыче. Важным элементом планирования является создание моделей выемочных единиц, для чего в GeoTech-3D существуют стандартные и специализированные средства [9]. Планирование традиционно делится на долгосрочное, среднесрочное и краткосрочное. Долгосрочное или календарное планирование осуществляется при создании проекта отработки месторождения и выполняется в основном проектной организацией. На горном предприятии в основном осуществляется среднесрочное

и краткосрочное планирование с учетом геометрии горных работ на основании использования моделей выемочных единиц. В этих условиях важной задачей оперативного планирования является формирование рудопотоков заданного качественного состава минерального сырья, что достигается регулированием объемов добычи по забоям.

При разработке месторождений полезных ископаемых неравномерность ведения горных работ, колебание проектной производительности отдельных выемочных единиц в процессе добычи и изменчивость качественного состава руд влияет на ритмичное выполнение горного предприятия. Вследствие этого в процессе добычи минерального сырья обоснование рационального количества выемочных единиц с учетом горно-геологических условий месторождения, производственной мощности рудника, планового содержания добываемой руды и равномерной готовности запасов руд благоприятствует нахождению целесообразного варианта планирования горных работ. В результате своевременного проведения этих работ происходит нахождение эффективного способа эксплуатации месторождения полезного ископаемого горным предприятием.

Статья подготовлена по проекту ПЦФ МОН РК 2018/BR05235618

Литературы:

1. Методика расчета нормативов запасов руды (песков) по степени подготовленности к добыче на предприятиях министерства цветной металлургии СССР. ВНИИцветмет, Усть-Каменогорск. 1975.

2. Правила охраны недр ПБ-07-601-03. Ростехнадзор. 10.07.2017. № 254.

3. Акишев А.Н., Бахтин В.А., Васильев П.В. Нормирование запасов при выемке кимберлитовых руд с учетом извлекаемой ценности алмазов // Горный информационно-аналитический бюллетень 2010, № 12. -С.222-226. cnb.uran. ru/files/4ec1e1d69592g.pdf.

4. Ермолаев В.А., Сысоев А.А., Литвин Я.О., Селюков А.В. О степени доступности запасов полезных ископаемых для добычи // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 1. -С.26-30. https://vestnik.kuzstu.ru/php/download.php?year=2017&issue=1&id...2.

5. Лукичёв С.В. Компьютерные технологии для комплексного решения задач освоения и эксплуатации месторождений твёрдых полезных ископаемых. Информационные технологии в горном деле: доклады Всероссийской научной конференции с международным участием 12-14 октября 2011. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. -С.110-117.

6. Фомин С.И., Шевелев В.А., Маринин М.А. Определение количества добычных единиц, обеспечивающих достижение установленной производительности карьера и требований к внутрикарьерному усреднению руды. https://cyberleninka.ru/article…dobychnyh…dostizhenie…i…k.

7. Kalybekov T., Rysbekov K.B., Soltabayeva S.T. The study of the influence of preparedness of the ore reserves on the planning of underground mining operations. International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative Development of Resource-Saving Technologies of Mineral Mining and Processing”. Book of Abstracts. - Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2018.p26-28.

8. Расчет нормативов запасов руды по степени подготовленности подземных рудников ТОО «Корпорация Казахмыс». П 18-01/09-ПЗ. - Жезказган: Головной проектный институт. - 2018. - 26 с.

9. Лукичёв С.В., Наговицын О.В. Инженерное обеспечение горных работ на основе моделирования объектов и процессов горной технологии. https://cyber-leninka.ru/.../inzhenernoe-obespechenie-gornyh-rabot-na-osnove-modelir.

Калыбеков Т. Рысбеков К.Б.

Тау-кен жұмыстарындағы кенді қазып алу бөлігінінің мөлшерін негіздеуді зерделеу

Аңдатпа. Мақалада тау-кен жұмыстарындағы кенді қазып алу бөлігінінің мөлшерін негіздеуді зерделеу келтірілген. Пайдалы қазбалардың кен орындарын игеру кезінде аршу жұмыстарының, дайындау және қазу алу

жұмыстарының жоспарланған көлемін, ашылған, дайындалған және алуға дайын қорлардың нормативтерін зерттеу пайдалы қазбаларды жер қойнауынан ұтымды қазып алуға және кенді қазып алу бірлігі бойынша тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігіне ықпал етеді. Бұл үшін тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде кеннің қажетті көлемі мен құрамын пайдалы қазбаларды өндіруді қамтамасыз ету мақсатында бір уақытта даярланатын кенді қазып алу бөлігінің ұтымды мөлшерін негіздеу қажет. Кеніштің ырғақты жұмысы кезінде кенді қаызп алу бөлігінің негізделген параметрлері өндірістік жоспардың сөзсіз орындалуын қамтамасыз етуі, тау-кен-геологиялық жағдайлардың ерекшелігін ескеруі, минералдық шикізат қорларын неғұрлым ұтымды пайдалануға ықпал етуі, тау-кен-күрделі және тау-кен-дайындық жұмыстарының ең аз көлеміне сәйкес келуі тиіс.

Түйіні сөздер: карьер, кен орындары, нормативтер, қорлар, кен алу бірлігі, кен өндіру, кен шоғыры, пайдалы қазбалар.

Kalybekov T. Rysbekov K.B.

Study basing the amount of excavation units in the mining operations

Abstract. The article presents the study of the substantiation of the number of excavation units in mining. In the development of mineral deposits, the study of the planned volume of overburden, preparatory and rifled workings, standards of exposed, prepared and ready for excavation reserves contributes to the rational extraction of minerals from the depths and safety of mining operations for each excavation unit. To do this, in mining operations, a rational number of simultaneously mined mining units should be justified in order to ensure the mining of minerals of the required volume and ore content. The justified parameters of excavation units in the rhythmic operation of the mine should ensure the unconditional fulfillment of the production plan, take into account the specifics of the mining and geological conditions, promote the most rational use of mineral reserves, and correspond to the minimum volume of mining and mining and preparatory work.

Key words: quarry, deposits, standards, reserves, mining unit, mine, mining, deposit, minerals.

УДК 622.271

Сарыбаев[1] Н.О., Адамчук[2] А.А

Научный руководитель – С.К. Молдабаев, профессор, д-р техн. наук

[1]Satbayev University, Казахстан, г. Алматы,

[2]НТУ «Днепровская политехника», Украина, г. Днепр

nurzhigit@inbox.ru

К УСТАНОВЛЕНИЮ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КРУТОНАКЛОННЫХ КОНВЕЙЕРОВ В КАРЬЕРАХ

Аннотация: *На основании данных ведущих зарубежных производителей получены зависимости годовых расходов на амортизацию основных фондов, текущих затрат и металлоемкости крутонаклонного конвейера от высоты подъема горной массы. зависимости количества потребления дизельного топлива автосамосвалов за транспортный цикл в зависимости от высоты подъема горной массы при транспортной схеме с тупиковым фронтом и тупиковой разгрузкой, со сквозным фронтом и тупиковой разгрузкой в бункер, с тупиковым фронтом и сквозным проездом над бункером, со сквозным фронтом и сквозным проездом над бункером. Дана динамика спада эффективности исследуемых транспортных схем со сквозным фронтом и тупиковой разгрузкой в бункер, с тупиковым фронтом и сквозным проездом над бункером, со сквозным фронтом и сквозным проездом над бункером относительно повсеместно применяемых схем. Приведена динамика роста эффективности исследуемых транспортных схем со сквозным фронтом и тупиковой разгрузкой в бункер, с тупиковым фронтом и сквозным проездом над бункером, со сквозным фронтом и сквозным проездом над бункером относительно существующей схемы.*

Ключевые слова: *Карьер, крутонаклонный конвейер, тупиковый и сквозной фронт работ, автотранспорт, схемы разгрузки, динамика затрат*

Основным параметром конвейерного транспорта, наиболее существенно влияющего на стоимость ведения горных работ, является угол наклона конвейерного става [1, 2]. Для определения рациональной величины уклона трассы были построены кривые, отражающие

зависимость годовых расходов на амортизацию основных фондов, текущих затрат и металлоемкости установки от высоты подъема горной массы. Экономические показатели приняты на основании опыта проектирования и строительства крутонаклонных конвейеров фирмы Dos Santos Internationali (США) [3].

Динамика роста суммы амортизации капитальных затрат с увеличением высоты подъема горной массы при эксплуатации конвейерного транспорта с различным углом наклона трассы представляет из себя выпуклые квадратичные функции, которые существуют в первом координатном угле, так как сумма расходов на амортизацию и высота подъема являются величинами положительными. Уравнения функций $A = f(H)$ для углов уклона 15°, 30° и 45° соответственно имеют вид:

$$A_{15} = 0{,}0034\,H^2 + 0{,}18\,H + 3{,}94, \text{ млн. USD}, \quad (1)$$
$$A_{30} = 0{,}0019\,H^2 + 0{,}21\,H + 4{,}18, \text{ млн. USD}, \quad (2)$$
$$A_{45} = 0{,}0004\,H^2 + 0{,}23\,H + 4{,}41, \text{ млн. USD}. \quad (3)$$

Полученные графические зависимости динамики роста суммы текущих затрат с увеличением высоты подъема горной массы при эксплуатации конвейерного транспорта с различным углом наклона трассы показывают, что при высоте подъема 20-27 м годовые амортизационные отчисления при эксплуатации конвейеров под углом наклона 45 градусов превышают затраты на эксплуатацию конвейеров под углом 15 градусов. Однако, начиная с 27 м применение крутонаклонных конвейеров экономически целесообразнее.

Кривые представляют из себя вогнутые квадратичные функции, которые существуют в первом координатном угле, так как, величина текущих затрат и высота подъема являются величинами положительными. Уравнения функций $З = f(H)$ для углов уклона 15°, 30° и 45° соответственно имеют вид:

$$З_{15} = -0{,}0002\,H^2 + 0{,}12\,H + 2, \text{ млн. USD}, \quad (4)$$
$$З_{30} = -0{,}0003\,H^2 + 0{,}13\,H + 2{,}6, \text{ млн. USD}, \quad (5)$$
$$З_{45} = -0{,}0004\,H^2 + 0{,}15\,H + 3{,}15, \text{ млн. USD}. \quad (6)$$

Из полученных графиков видно, что при высоте подъема до 150 м годовые эксплуатационные затраты при использовании конвейеров под углом наклона 45 градусов превышают затраты на эксплуатацию конвейеров под углом 15 градусов. Однако, начиная со 150 м применение крутонаклонных конвейеров экономически целесообразнее.

Динамика роста металлоемкости конвейерной установки при увеличении высоты подъема горной массы при эксплуатации конвейерного транспорта с различным углом наклона трассы представляет из себя выпуклые квадратичные функции, которые существуют в первом координатном угле, так как, масса конвейерной установки и высота подъема являются величинами положительными. Уравнения функций $m = f(H)$ для углов уклона 15°, 30° и 45° соответственно имеют вид:

$$m_{15} = 0{,}07\,H^2 + 0{,}31\,H + 43{,}8, \text{ млн. USD}, \quad (7)$$
$$m_{30} = 0{,}04\,H^2 + 0{,}64\,H + 28, \text{ млн. USD}, \quad (8)$$
$$m_{45} = 0{,}008\,H^2 + 1{,}6\,H + 12{,}24, \text{ млн. USD}. \quad (9)$$

Из графиков видно, что металлоемкость крутонаклонных конвейеров ниже, чем пологих. Это объясняется тем, что за счет большего угла наклона конвейерного става достигается меньшая длина конвейерной галереи.

На глубоких железорудных карьерах Украины наиболее распространенным видом транспорта является автомобильно-конвейерный. Благодаря преимуществам автосамосвалов, а именно, автономности привода и маневренности, они применяются при вскрытии глубоких

горизонтов карьеров и в условиях интенсивной подвижки забоев и высокого темпа углубки горных работ при различной производительности карьеров, от нескольких сотен тысяч до 70-100 млн т горной массы в год и расстояния транспортировки горной массы до 4 км (в отдельных случаях 6-7 км), а также в период строительства карьеров.

Однако, основным недостатком применения автомобильного транспорта является высокая себестоимость транспортировки горной массы. Так, согласно статистическим данным, себестоимость транспортировки автосамосвалами составляет около 0,28 USD/т.км, в то время как транспортировка железнодорожным транспортом стоит 0,09 USD/т.км, конвейерным – 0,57 USD/т.км при расстоянии транспортировки в 3-4 раза меньшей, чем при автомобильном транспорте [4].

Значительная часть этих расходов приходится на стоимость дизельного топлива. Кроме того, их значительное потребление при разработке глубоких горизонтов карьера приводит к выделению вредных выхлопных газов и их накопление во внутрикарьерном пространстве. Поэтому поиск путей уменьшения объемов потребления топлива, в частности энергосберегающих схем транспорта, является актуальной задачей.

При использовании колесного транспорта горная масса после погрузки перемещается вдоль фронта горных работ к транспортному выходу с уступа. При этом возможен тупиковый фронт, при котором движение транспортных средств осуществляется в обратном направлении, и сквозной фронт, при котором на уступе эксплуатируют два и более специализированных транспортных выходов – отдельно для подачи порожних и груженых машин для перемещения горной массы [5]. Кроме того, возможна разгрузка в бункер-перегружатель с тупиковым разворотом автосамосвалов и с их сквозным проездом [6].

Динамика спада эффективности исследуемых транспортных схем со сквозным фронтом и тупиковой разгрузкой в бункер, с тупиковым фронтом и сквозным проездом над бункером, со сквозным фронтом и сквозным проездом над бункером относительно повсеместно применяемых схем приведена на рис. 1.

Исследование транспортных схем показало, что наиболее эффективной с точки зрения энергосбережения является схема со сквозным фронтом работ и сквозным проездом автосамосвалов при разгрузке в бункер. Эффективность достигается за счет уменьшения времени на маневровые операции. Наибольший эффект достигается для высоты подъема горной массы до 45 м. Наименее эффективной является схема с тупиковым фронтом работ и тупиковым разворотом автосамосвалов при разгрузке.

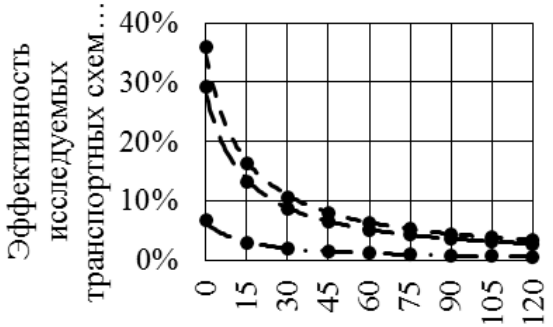


Рисунок 1 - Динамика спада эффективности исследуемых транспортных схем со сквозным фронтом и тупиковой разгрузкой в бункер (_.), с тупиковым фронтом и сквозным проездом над бункером (_ _), со сквозным фронтом и сквозным проездом над бункером (_ _ _ _) относительно существующей

Динамика роста эффективности исследуемых транспортных схем со сквозным фронтом и тупиковой разгрузкой в бункер, с тупиковым фронтом и сквозным проездом над бункером, со сквозным фронтом и сквозным проездом над бункером относительно существующей схемы приведена на рисунке - 2.

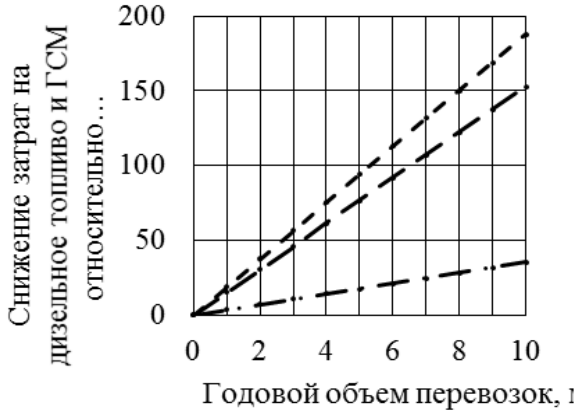


Рисунок 2 - Динамика роста эффективности исследуемых транспортных схем со сквозным фронтом и тупиковой разгрузкой в бункер (_), с тупиковым фронтом и сквозным проездом над бункером (_ _), со сквозным фронтом и сквозным проездом над бункером (_ _ _ _) относительно существующей

Эффективность предложенных схем возрастает с ростом годового объема перевозок. Годовая экономия расходов на дизельное топливо и ГСМ составляет 3,5-190 тыс. USD в зависимости от схемы транспорта и производственной мощнос

Литературы:

1. Картавый, А.Н. (2009) *Сравнительная оценка крутонаклонных ленточных конвейеров: Горный информационно-аналитический бюллетень*. № 12, С. 98-113.

2. Дриженко, А.Ю., Молдабаев, С.К., Анисимов, О.А., & Никоненко, А.В. (2015) *Исследование эффективности использования крутонаклонных конвейеров в глубоких карьерах: Горный журнал Казахстана.* Алматы, № 6. С. 36-41. ISSN 2227-4766.

3. Babets, Ye.K., Melnykova I.Ye., Hrebeniuk, S.Ya., & Lobov, S.P. (2015). *Doslidzhennia tekhniko-ekonomichnykh pokaznykiv hirnychovydobuvnykh pidpryiemstv Ukrainy ta efektyvnosti yikh roboty v umovakh zminnoi koniunktury svitovoho rynku zaliznoi rudy : monohrafiia*. Kryvyi Rih: Vyd. R.A. Kozlov.

4. Dos Santos, J. A. (2012, November 30). The Cost and Value of High Angle Conveying – 2012 (D. Stephan, Ed.). Retrieved from https://www.process-worldwide.com/the-cost-and-value-of-high-angle-conveying-2012-a-387531/

5. Drizhenko A.Ju. (2011). *Kar'ernye tehnologicheskie gornotransportnye sistemy*. Dnepropetrovsk: NGU, 542 s.

6. Dryzhenko, A.Iu., Adamchuk, A.A., Shustov, O.O., Moldabayev, S.K. & Nikiforova, N.A. (2018) *Prystrii dlia rozvantazhennia porid iz avtosamoskydiv u bunker.* Patent № 123290, Ukraina.

Н.О. Сарыбаев, А.А. Адамчук

Аса көлбеу конвейерлерді қолданудың орындылығын орнату

Аңдатпа. Жетекші шетелдік өндірушілердің деректеріне сүйеніп, негізгі құралдардың құнсыздануына жылдық шығындардың ағымдық шығындарға және тау жынысы массасының биіктігіне аса көлбеу конвейердің металды қарқындылығына тәуелділіктері алынды, сонымен қатар көліктік цикл ішінде автосамосвалдардың дизелді тұтынуның көлемінің тау жынысы массасын көтеру биіктігіне тұйыққа тірелген фронты мен тұйыққа тірелген түсіру, өтпелі фронты мен бункерге тұйыққа тірелген түсіру, бункерден жоғары орналасқан тұйыққа тірелген фронты мен өтпелі өту, бункерден жоғары орналасқан өтпелі фронты мен өтпелі жол сұлбалары

кезіндегі тәуелділігі алынды. Зерттеліп отырған өтпелі фронты мен тұйыққа тірелген бункерге түсіру, бункерден жоғары орналасқан тұйыққа тірелген фронты мен өтпелі өту, қолданылып жатқан сұлбаларға қатысты өтпелі фронты мен өтпелі жолы бар көлік сұлбаларының тиімділігінің түсуі динамикасы көрсетілген. Зерттеліп отырған өтпелі фронты мен тұйыққа тірелген бункерге түсіру, бункерден жоғары орналасқан тұйыққа тірелген фронты мен өтпелі жол, қолданылып жатқан сұлбаларға қатысты өтпелі фронты мен өтпелі жолы бар көлік сұлбаларының тиімділігінің арту динамикасы көрсетілген.

Түйін сөздер: Карьер, аса көлбеу конвейер, тұйыққа тірелген және өтпелі жұмыстар фронты, автокөлік, түсіру сұлбалары, шығындар динамикасы

N.O. Sarybayev, A.A. Adamchuk

Establishing expediency of installing steeply inclined conveyors on open pit mines

Summary. Dependences on annual costs for depreciation of main funds, current costs and metal consumption of a steeply inclined conveyor from height of rock mass lift are derived based on data of leading foreign manufacturers, also dependences of diesel consumption by dump trucks for transport cycle depending on rock mass lift height during transport scheme with dead end front and dead end unloading, with through front and dead end unloading to a bunker, with dead end front and through passage above bunker, with through front and through passage above bunker. Efficiency decline dynamics of studied transport schemes with through front and dead unloading into bunker, with dead end front and through passage above bunker, with through front and through passage above bunker relative to overall used schemes is given. Efficiency increase of studied transport schemes with through front and dead end unloading in to bunker, with dead end front and through passage above bunker, with through front and through passage above bunker relative to existing scheme is given.

Keywords: Open pit mine, steeply inclined conveyor, dead-end and through front of work, automobile transport, unloading schemes, costs dynamics

УДК 622.235

***Титов Д.А**, студент; **Скачков А.А.**, горный инженер, аспирант;*
Научный руководитель – С.А. Жуков, заведующий кафедрой открытых горных работ,
д-р техн. наук, проф. joukov07@rambler.ru
Криворожский национальный университет, Украина, г. Кривой Рог

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИММЕТРИЧНОЙ РАБОТЫ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ЭНЕРГОНАСЫЩЕНИИ ПОРОДНОГО МАССИВА

***Аннотация.** Предложено комбинированное взаимодействие скважинных зарядов, расположенных в приконтурной зоне уступа, который взрывается ими. Рассмотрено формирование напряженно-деформированного состояния породного массива и обоснована целесообразность разрушения пород с изменением порядка подрывания зарядов. В нечетных рядах заряды формируются по нормальному (расчетному) энергонасыщению, а в четных – ниже на 30-45%. Начинается инициирование взрыва в обратном относительно традиционного порядке – с уменьшенного заряда во втором ряду, затем, с задержкой, – ближайшего полного заряда в первом ряду, после чего – следующая пара и т.д. Затем инициируются заряды следующих пар рядов: от уменьшенных зарядов – к полным. По рядам уменьшенных зарядов формируются отражающие щели, которые обеспечивают симметричное действие зарядов полной массы. При этом породный массив еще и разупрочняется ослабленными зарядами, опережая взрыв основных.*

***Ключевые слова:** породный массив, скважинные заряды, дифференцированное взрывное энергонасыщение.*

Научные исследования и производственная практика ведения взрывных работ в карьерах свидетельствуют о том, что уступ горных пород наиболее неравномерно разрушается в зоне, прилегающей к откосу, в результате чего образуется горная масса с самой неоднородной кусковатостью [1-3]. Исключительно сложное напряженно-деформированное состояние массива в этой части при взаимодействии скважинных зарядов, которые подрываются в первом и втором рядах, является одной из главных причин неконтролируемого выхода

негабаритной и переизмельченной фракций при ведении взрывных работ, что негативно сказывается на технико-экономических показателях всего горнодобывающего производства. Поэтому поиск путей решения данной задачи является весьма актуальным [3, 4], так как в свою очередь способствует решению проблемы повышения эффективности буровзрывных работ (БВР).

Как показывает анализ последних исследований по теории взрывного разрушения кристаллических массивов и практики БВР [2-4], одним из наименее исследованных теоретически и нерешенных практически вопросов является неравномерное влияние на формирование взрывом нагрузки краевой части уступа, оптимизировать что становится возможным при целенаправленном использовании эффектов развития динамической зоны разрушения, создаваемой силовыми полями взаимодействующих зарядов приконтурных рядов [4]. В связи с этим в исследования закладывалась идея возможности целевого использования динамических эффектов, проявляющихся при взаимодействии взрыва скважинных зарядов, для решения чего задачи исследования формулировались согласно ей, а именно: заряды первого ряда скважин инициируются только после прохождения через них прямой и отраженной от откоса уступа волны взрыва зарядов второго ряда, образуя благодаря благоприятной суперпозиции взрывных волн оптимальную динамическую зону в соответствии с конкретными условиями.

В результате на основании выполненных авторами исследований дано новое решение актуальной научно-практической задачи уменьшения удельного расхода взрывчатых веществ (ВВ) на дробление скальных горных пород путем разработки и внедрения нового метода буровзрывных работ с дифференцированным энергонасыщением породного массива, что предусматривает уменьшение массы зарядов на 20-30% минимум в половине скважин, а также изменение порядка взрывания зарядов, при котором в первую очередь подрывают уменьшенный по массе заряд во втором или даже третьем ряду, а после его развития – инициирование полноценного заряда в первом, что, наряду с формированием вертикальных откосов уступов, обеспечивает симметричное действие скважинных зарядов, управляемость суперпозицией взрывных волн, а в итоге – уменьшение ширины развала взорванной горной массы, удешевление БВР и снижение выбросов вредных газов в окружающую среду.

Результаты выполненных исследований позволяют утверждать следующее:

1. В условиях многорядного короткозамедленного взрывания зарядов, избежание взаимодействия (суперпозиции) волны прямой с отраженными от поверхности откоса уступа в пределах воронок измельчения зарядов смежных рядов – источников прямых волн – на 17-25% повышает эффективность использования энергии обеих волн на измельчение горных пород в пределах указанных зон.

2. Асимметрия взрывной волны с очень быстрым нарастанием напряжений до максимальных значений и медленным их спадом обусловливает снижение интенсивности взаимодействия отраженной от кровли уступа волны с предварительно напряженным массивом и волной от смежного заряда, повышение КПД которого достигается путем увеличения длины забивки скважины, является рациональным в широких пределах вариации горно-геологических условий.

3. Снижению интенсивности представленной суперпозиции волн напряжений способствует изменение порядка инициирования зарядов при формировании взрывного блока с парным количеством рядов скважин: после формирования рядов, расположенных вдоль верхней бровки уступа парами, и заряжания скважин в четных рядах зарядами, на 20-30% меньшей массы, инициирование взрыва начинается именно с уменьшенного заряда во втором ряду. При таком раскладе, учитывая асимметричность волн напряжений, основное взаимодействие прямых волн от уменьшенных зарядов во втором ряду с отраженными от откоса уступа, будет происходить перед первым рядом скважин. В то же время, основную свою энергию эти прямые волны израсходуют в зоне заряда – их источника, и к откосу

уступа подойдут значительно ослабленными этим, а также вследствие геометрического увеличения площади распределения их энергии в пространстве массива.

4. Интервал замедления между первоочередным взрывом уменьшенного заряда во втором ряду и инициированием полноценного в первом следует выбирать с учетом времени прохождения прямой волны от уменьшенного заряда к откосу уступа, а также времени на продвижение всей отраженной волны с растягивающими напряжениями в ней через заряд полной массы в первом ряду; кроме того, – времени на изменение фазы волны растяжения у заряда в первом ряду, на фазу сжимающих напряжений.

5. После срабатывания первой пары групп зарядов в двух взаимосвязанных рядах – втором и первом, наступает интервал замедления, который отделяет срабатывание второй пары групп зарядов относительно первой, и формируется по логике обеспечения образования отражающей щели и предварительного разупрочнения породного массива. Таким образом, попарное срабатывание групп зарядов в двух первых рядах продолжается, но до полного завершения этого процесса начинается инициирование зарядов во второй паре рядов: четвертом, в котором опять же расположены уменьшенные заряды, и в третьем с зарядами полной массы при соблюдении замедления между срабатыванием двух пар рядов, при условии избегания опережающего инициирования зарядов во второй паре рядов, которые пространственно расположены рядом с зарядами первой, относительно взаимодействия (суперпозиции) волн между ними.

6. В условиях применения зарядов на уступах высотой ≥12 м и с появлением больших значений ЛСПП перед первым рядом скважин, дифференцированное энергонасыщение реализуется с дополнительным рядом скважин, который располагают между первым и вторым рядами, но – ближе к первому, и в нем также формируют заряды уменьшенной массы; при этом инициирование начинают с уменьшенного заряда во втором ряду, после чего продолжают процесс с помощью уменьшенного заряда в дополнительном, а завершают в этой группе из трех рядов полномассовым зарядом в первом ряду, при этом формирование замедлений соответствует описанному выше. Такой вариант реализации дифференцированного энергонасыщения отличается от предыдущего несколько увеличенным удельным расходом буровых работ, но экономия на взрывчатых материалах значительно превышает эти расходы.

7. Максимизация продуктивного использовании энергии взрыва существенно усиливается опережающим образованием по линии парного ряда скважин отражающей упругие волны щели – будущего вертикального откоса уступа, чем обеспечивает направление последних в объем, подлежащий разрушению, и исключает направление энергии взрыва в направлении подошвы, обеспечивая наиболее эффективную – симметричную работу зарядов.

8. Для создания в массиве отражающих щелей разработаны специальные комбинированные заряды, а для рыхления массива между этими щелями – адаптированные «стандартные»; для согласования же нужного взаимодействия между группами зарядов – обосновано режим их взрывания.

9. Геомеханический анализ напряженного состояния породного массива позволил выявить условия надежной устойчивости вертикальных откосов уступов и зоны бортов карьера, пригодные для применения разработанной технологии.

10. Учитывая, что наиболее эффективно отражающая щель формируется в зажатой породной среде одновременным взрыванием группы расположенных по ее линии скважинных зарядов, разработана методика определения максимальной массы ВВ, которую можно подрывать одновременно по условиям сейсмической безопасности.

Обобщенно можно констатировать, что прямая волна от уменьшенного заряда во втором ряду и сформированная им отраженная волна от откоса и кровли уступа разупрочняют массив пород, а не преодолевают инерцию массива, расположенного перед первым рядом скважин, несмотря на их ослабление значительным расстоянием от источника энергии: они

существенно развивают имеющиеся в массиве трещины, а также способствуют зарождению новых, чем завершают подготовку этой зоны массива ко второму, а в случае существования дополнительного ряда зарядов – третьему взрывному нагружению в направлении откоса уступа, что все вместе, несмотря на уменьшенный удельный расход ВВ, обеспечивает качественное измельчение горных пород.

Перечисленная совокупность мероприятий и операционных приемов, а также регламентированная обоснованием в исследовании последовательность технологических действий максимально снижают взаимное поглощение энергии взрывных волн вследствие их суперпозиции в массиве. Именно поэтому уменьшенного удельного расхода ВВ становится достаточным для измельчения породы, учитывая исключение также и других форм бесполезных затрат энергии, в том числе – на перемещение массива в пространстве, что в свою очередь обеспечивает уменьшение количества выделенных взрывчатых газов, в том числе ядовитых, что является безусловно экологически эффективным.

Выполненные авторами исследования привели к существенному уточнению механизма взаимодействия энергии взрыва скважинных зарядов со скальными массивами, что позволило усовершенствовать эти заряды конструктивно и аргументировано оптимизировать режимы их подрывания, на основании чего – разработать новую технологию БВР, расширив теорию взрывного разрушения горных пород, и решить актуальную научно-практическую задачу повышения эффективности открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

Литературы:

1. Кузнецов, В.М. Математические модели взрывного дела [текст] / В.М.. Кузнецов. - Новосибирск: Наука, 1977. – 259 с.

2. Григорян, С.С. Некоторые вопросы математической теории деформирования и разрушения твердых горных пород [текст] / С.С. Григорян // ПММ. - 1967. – Т.31. - С. 157-245.

3. Азаркович, А.Е. Современные промышленные ВВ, их оценка и условия рационального применения на карьерах [текст] / А.Е. Азаркович, А.П. Тихомиров - М.: ЦНИИцветинформация, 1969. -97 с.

4. Власов, О.Е. Основы расчета дробления горных пород под действием взрыва [текст] / О.Е. Власов, С.А Смирнов. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - 107 с.

Andrei Skachkov, **Daniel Titov**

Ensuring the symmetric operation of well charges with differentiated energy saturation of the rock massif

Abstract. A combined interaction of the borehole charges is proposed. The formation of the stress-strain condition of rock massif is considered and the expediency of its destruction is rational by changing the order of charge detonation is substantiated. In the odd rows, the charges are formed at the calculated energy saturation, and in even rows – less by 30-45%. The initiation of an explosion begins in the reverse relative to the traditional order – with a reduced charge in the second row, then, with a delay, the nearest full charge in the first row, after which the next pair, etc. Along the rows of reduced charges, reflective slots are formed, which ensure the symmetrical action of the charges of the full mass. In this event, the rock massif is also enfeebling by weakened charges, ahead of the explosion of the main ones.

Key words: rock massif, borehole charges, differentiated explosive energy saturation.

Титов Д.А, **Скачков А.А.**

Жынысты массивтің дифференциалды энергияға қанығуы кезінде ұңғымалық зарядтардың симметриялық жұмысын қамтамасыз ету

Аңдатпа. Олар жарылатын кемердің контурлық аймағында орналасқан ұңғымалық зарядтардың құрамдастырылған өзара әрекеттесуі ұсынылды. Тау жыныс массивінің кернеулі-деформацияланған жай-күйінің қалыптасуы қарастырылды және зарядтың жарылу тәртібінің өзгеруімен тау жыныстарын бұзу мақсаттылығы негізделген. Тақ қатарда зарядтар қалыпты (есептік) энергия қанығу бойынша, ал жұп қатарда – 30-45% төмен қалыптастырылады. Екінші қатарда азайған зарядпен, содан кейін кідіріспен, – бірінші қатарда жақын толық зарядпен, содан кейін келесі жұп және т. б. Содан кейін келесі жұптардың заряды басталады: азайған зарядтар-толық. Азайтылған зарядтардың қатары бойынша толық массадағы зарядтардың симметриялы

әсерін қамтамасыз ететін шағылыстыратын саңылаулар қалыптасады. Бұл ретте жыныс массиві негізгі жарылыстың алдында әлсіреген зарядтармен нығыздалады.

Түйінді сөздер: тау жынысы массиві, ұңғыма заряды, дифференциалды жарылғыш энергияға қанығу.

УДК 622.271

Токтаров А.А
Научный руководитель – С.К. Молдабаев, профессор, д-р техн. наук
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы,
ayan_tok89@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАНИЦ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Аннотация: *Разработан динамический метод оптимизации горизонта перегрузки комплекса циклично-поточной технологии (ЦПТ) с комбинированным автомобильно-конвейерно-железнодорожным видом транспорта для карьерных полей округлой формы, обеспечивающий рациональную глубину ввода железнодорожного транспорта совместно с экономически целесообразным шагом переноса крутонаклонных конвейеров и горизонта перегрузки с конвейера в думпкары.*

Ключевые слова: *глубокий карьер, карьерное поле округлой формы, комбинированый вид транспорта, крутонаклонный конвейер, динамическая экономико-математическая модель.*

Принципиальная особенность обоснования целесообразности использования крутонаклонных конвейеров при комбинированных автомобильно-конвейерно-железнодорожных видах транспорта для карьерных полей округлой формы состоит в значительном ограничении зоны рационального применения железнодорожного транспорта.

В отличие от карьерных полей вытянутой формы на карьерных полях округлой формы возникают значительные затруднения в сооружении станций для обмена поездов на периодически перемещающихся бортах карьера и организации их движения с тупиковыми разворотами. Как правило, область применения железнодорожного транспорта распространяется до зоны формирования временно нерабочих бортов в породах скальной толщи и на карьерных полях округлой формы для типовых карьеров Казахстана не превышает 150-170 м.

Целесообразность применения крутонаклонных конвейеров в составе ЦПТ-руда и ЦПТ-скала выполняется на основе расчета приведенной экономии от снижения затрат на транспортирование как руды, так и пород скальной вскрыши с использованием автосамосвалов. Поскольку на данном этапе точную стоимость комплексов как ЦПТ-руда, так и ЦПТ-скала установить не представляется возможным из-за коммерческих интересов заводов-изготовителей и правообладателей инновационного оборудования, то при расчете приведенной экономии учитывали только снижение затрат на расход дизельного топлива и масел. Износ шин, уменьшение требуемого количества автосамосвалов и соответственно экономию на заработной плате водителей не учитывали, поскольку после реализации ЦПТ достигается увеличение объемов добычи руды и выемки пород скальной вскрыши.

Функция оптимизационной динамической экономико-математической модели обоснования целесообразности использования крутонаклонных конвейеров при комбинированном автомобильно-конвейерно-железнодорожном транспорте для карьерных полей округлой формы имеет следующий вид:

$$MAX \quad \sum_{i=0}^{T} d_i (E_{ti} - Z_{ki} + Z_{gi} + Z_{bi}) - I_j = \sum_{i=0}^{T} E_{pi} \tag{1}$$

при $T_{ok} \le E_f^{-1}$; (2)

$$T_{ok} = [k!] + \left\{ \frac{E_{p(i=k+1)}}{\sum_{i=0}^{i=k} E_{p(i=k)}} \right\}, \quad \text{если} \ \sum_{i=0}^{i=k} E_{p(i=k)} + E_{p(i=k+1)} > 0; \tag{3}$$

$$H_g = H_g + \Delta H_g, \qquad \text{если} \ H_g \le H_{g\max}; \tag{4}$$

$$H_k = H_k - \Delta H_k, \qquad \text{если} \ \Delta H_k = \Delta H_g, \tag{5}$$

где E_p - приведенная экономия от сокращения расстояния транспортирования автосамосвалами, KZT; d - коэффициент дисконтирования, определяемый по формуле $d= 1/(1+E)^i$; E – норма дисконта, доля ед.; i – год приведения; T - длительность оцениваемого периода; E_t - снижение текущих затрат на дизтопливо и масла за счет сокращения расстояния транспортирования автосамосвалами (KZT) с учетом затрат на масла 30% по данным железорудных карьеров, определяемых по формуле:

$$E_t = 1.3 \frac{Q_g}{q_a k_q} q_d C_d,$$

(6)

здесь q_a - грузоподъемность автосамосвала, т; k_q - коэффициент использования грузоподъемности, принимаем k_q =0,95; C_d - стоимость 1 литра дизельного топлива, KZT; q_d - расход дизельного топлива автосамосвала за рейс (литров) определяется по известной формуле:

$$q_d = \frac{1}{0.83}[(1+2k_t)L_a \frac{w_o}{1000} + \frac{H_a(1+k_t)}{1000}]q_a k_q k_k,$$

(7)

здесь k_t - коэффициент развития трассы, в расчетах при определении действительной длины транспортирования автосамосвалами принимаем k_t =1; L_a - расстояние транспортирования автосамосвалами, км; w_o - удельное сопротивление движению автосамосвалов, w_o =45Н/кН; H_a - средневзвешенная высота подъема горной массы автосамосвалами до концентрационного горизонта, на котором размещается перегрузочный пункт, м; k_k - коэффициент, учитывающий повышенный расход дизельного топлива в тяжелых карьерных условиях, k_k =1,2;

Z_k - эксплуатационные затраты на обслуживание комплекса ЦПТ, KZT; Z_g - условные затраты на железнодорожные услуги по перевозке объема горной массы от перегрузочного пункта до места размещения, определяемые по формуле $Z_{gi} = c_{gi} L_{gi} Q_{gi}$, KZT; c_{gi} - стоимость 1 ткм железнодорожных устуг в i-ый год, KZT; L_{gi} - расстояние транспортирования железнодорожным транспортом в i-ый год, км; Q_{gi} - объем перевозимой железнодорожным транспортом горной массы от перегрузочного пункта до места

размещения в i-ый год, т; Z_b - условные затраты на обслуживание перегрузочного пункта как связующего звена между автосамосвалами и железнодорожным транспортом в i-ый год, определяемые по формуле $Z_{bi} = c_{bi} Q_{gi}$, KZT; c_{bi} - стоимость перегрузки 1 т горной массы в железнодорожный транспорт, KZT; I_j - инвестиции на приобретение и запуск в эксплуатацию КНК по *j*-ому варианту, KZT; T_{ok} - срок окупаемости инвестиций на приобретение и запуск в эксплуатацию КНК, KZT; E_f - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, E_f =0,15; H_g - высота зоны применения железнодорожного транспорта в карьере, м; ΔH_g - шаг приращения зоны применения железнодорожного транспорта в карьере, м; H_k - высота подъема горной массы КНК, м; ΔH_k - шаг приращения высоты подъема горной массы с использованием КНК, м.

Норма дисконта определяется по формуле:

$$E = \frac{1}{r} - \frac{1}{T \cdot r^2} \left(1 - e^{-\frac{2rT}{1+\sqrt{1+2z}}} \right). \quad (8)$$

где r – безрисковая норма дисконта; z – статистический финансовый показатель, характеризующий изменчивость цены.

Норма дисконта с учетом риска зависит от безрисковой нормы дисконта *r*, безрискового срока службы объекта *T* и безразмерного параметра z, отражающего величину случайных колебаний (волатильность) эффекта. Значения *r* приведены в таблице.

Таблица – Норма дисконта с учетом риска

z	*r* = 0,05	*r* =0,1	*r* =0,15
0	0,050	0,100	0,150
0,1	0,034	0,094	0,148
0,2	0,022	0,090	0,146
0,3	0,012	0,086	0,144
0,4	0,003	0,082	0,142

Часто встречающееся в литературе утверждение о необходимости увеличения нормы дисконта в связи со случайными колебаниями доходов имеет под собой определенные основания. А именно, если проект предусматривает использование кредита, то случайные колебания доходов могут привести к несвоевременному погашению кредита или даже к невозможности его полного погашения.

Расчет приведенной экономии и срока окупаемости инвестиций на реализацию ЦПТ проводим в программе Excel.

Выводы:

1) Переход на комбинированный автомобильно-конвейерно-железнодорожный транспорт на отечественных железорудных карьерах, в особенности на карьерных полях округлой формы, требует решения комплекса задач по обеспечению грузотранспортной связи с глубокими горизонтами, подготовке транспортных коммуникаций и их развития на периоды перехода на циклично-поточную технологию с дальнейшим поэтапным своевременным разносом крутых бортов в стесненных условиях зоны их доработки;

2) Разработан динамический метод обоснования целесообразности перехода на комбинированный автомобильно-конвейерно-железнодорожный транспорт и алгоритм его

реализации в *Excel,* позволяющий установить срок окупаемости инвестиций на приобретение крутонаклонных конвейеров за счет сокращения расстояния транспортирования горной массы автосамосвалами.

Литературы:

1. Яковлев В.Л., Кармаев Г.Д., Берсенев В.А., Глебов А.В., Семенкин А.В., Сумина И.Г. Об эффективности применения циклично-поточной технологии горных работ на карьерах // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2016. № 1. - С. 100-109.

2. Кармаев Г.Д., Берсенев В.А., Семенкин А.В., Сумина И.Г. Технические и технологические аспекты применения крутонаклонных конвейеров на карьерах // Проблемы недропользования, 2014. - № 4. - С. 154-163.

3. Столяров В.Ф. Проблемы циклично-поточной технологии глубоких карьеров // Монография. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2004. - 232 с.

4. Четверик М.С., Перегудов В.В., Романенко А.В. и др. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития // Монография. - Кривой Рог: Дионис (ФЛ-П Чернявский Д.А.), 2012. - 356 с.

5. Дриженко А.Ю., Козенко Г.В., Рыкус А.А. Открытая разработка железорудных руд Украины: состояние и пути совершенствования // Монография. - Днепропетровск: НГУ, 2009. - 452 с.

6. Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Новожилов С.М. и др. Перегрузочные пункты при автомобильно-конвейерном транспорте на рудных карьерах // Монография. Днепропетровск: Поліграфіст, 2001. - 139 с.

А. А. Тоқтаров

Көліктің аралас түрлерін тиімді қолдану шекарасын моделдеу

Аңдатпа. Крутонаклонды конвейерлерді және конвейерден думпкарларға қайта тиеу горизонтын ауыстырудың экономикалық мақсатқа сай қадамымен бірге темір жол көлігін енгізудің ұтымды тереңдігін қамтамасыз ететін дөңгелек пішінді карьерлік алаңдарға арналған көліктің құрамдастырылған автомобиль-конвейерлік-темір жол түрімен циклді-ағынды технология кешенін (ЦПТ) қайта тиеу горизонтын оңтайландырудың динамикалық әдісі әзірленді.

Түйін сөздер: терең карьер, дөңгелек пішінді Карьер алаңы, көліктің аралас түрі, крутонаклонды конвейер, динамикалық экономикалық-математикалық модель.

A. A. Toktarov

Simulation of the boundaries of the effective use of combined modes of transport

Abstract. A dynamic method of optimization of the overload horizon of the complex of cyclic-flow technology (CPT) with a combined road-conveyor-rail mode of transport for quarry fields of round shape, providing a rational depth of input of railway transport together with an economically feasible step of transfer of steeply inclined conveyors and the overload horizon from the conveyor to dump cars.

Key words: deep quarry, round-shaped quarry field, combined mode of transport, steeply inclined conveyor, dynamic economic and mathematical model.

УДК 612.527.4/.5

Утянов А., Бейсенов Б., Сарыбаев Е.
Научный руководитель – Б.А. Мырзахметов, профессор кафедры ТМиО
НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева»
г.Алматы, ул.Сатпаева 22, Республика Казахстан
myrzakhmetov_ba@mail.ru

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТАНДЕМНЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Аннотация: *Статья посвящена обсуждению особенностей конструктивного исполнения стенда для исследования характеристик жидкостно-струйных аппаратов. Предложена принципиальная схема стенда. Описана аппаратурная часть для измерения расходных составляющих рабочей и инжектируемой жидкости и давления. Представлены формы напорно-энергетических характеристик условного струйного аппарата.*

Ключевые слова: *стенд, подпорный, струйный, аппарат, насос, трубопровод, бак.*

Для успешной реализации этих процессов необходимо знать действительные напорные и энергетические характеристики жидкостно-газовых эжекторов. К настоящему времени имеется довольно большое число опубликованных исследований в этом направлении /1–6/, однако многие особенности работы струйных аппаратов для технологий эксплуатации таких систем остаются неясными.

В связи с этим в КазНИТУ им.К.И.Сатпаева был разработан экспериментальный стенд для исследования характеристик различных жидкостных эжекторов. Экспериментальная установка (рис.1) содержит бак 1 для жидкости, полочный гравитационный сепаратор 5, подпорный электроцентробежный насос 2, электроцентробежный насос 4, исследуемый струйный аппарат 3, систему распределительных трубопроводов, регулировочных вентилей и задвижек – 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, а также контрольно-измерительную аппаратуру. Последняя включает в себя расходомеры жидкости (13,14,15), датчики давления и температуры.

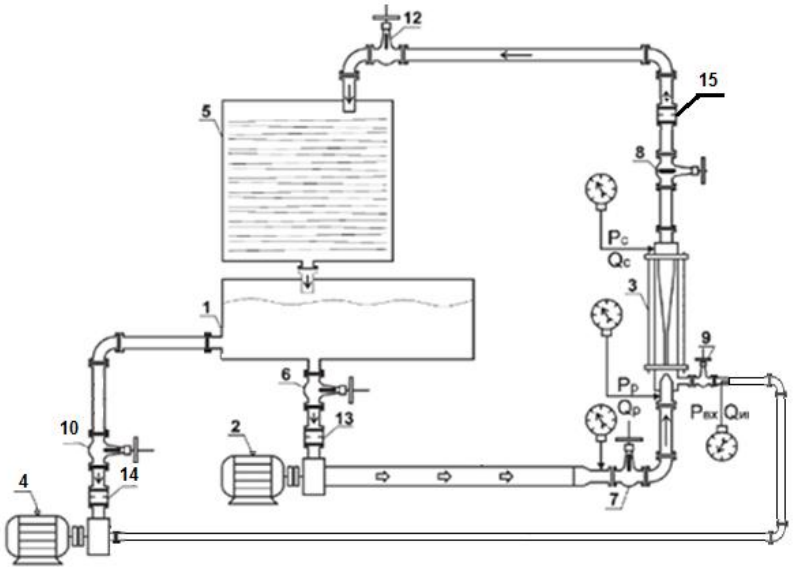


Рисунок 1 - Принципиальная схема экспериментальной установки для исследования характеристик струйных аппаратов

Также в состав экспериментальной установки включен напорный центробежный регулируемый насос (4) для создания избыточного давления воды в приемной камере струйного аппарата. Жидкость из бака 1 поступает на прием подпорного насоса 2. Далее рабочая жидкость поступает в сопло струйного аппарата 3 и инжектирует жидкость, подаваемую из бака 1 под давлением 0,15…0,2 МПа (рис. 2).

Для определения расхода рабочей жидкости (Qр), нагнетаемой в сопло и расход инжектируемой (Qи), расходной составляющей использован ультразвуковой расходомер TUF-2000M разработанный для измерений скорости движения жидкости в закрытых трубопроводах.

Расходомер TUF-2000M использует два приёмных датчика, которые оба функционируют как ультразвуковой передатчик и приёмник. Эти устройства крепятся на внешней стороне герметичного трубопровода на установленном расстоянии друг от друга. Датчики (преобразователи) могут быть установлены методом V (V-метод), когда звук пересекает трубопровод дважды, или W методом (W-метод), когда звук пересекает трубопровод четырежды, или Z методом (Z-метод), когда преобразователи устанавливаются на трубопроводе в точности один напротив другого и звук пересекает трубу единожды.

а) б)

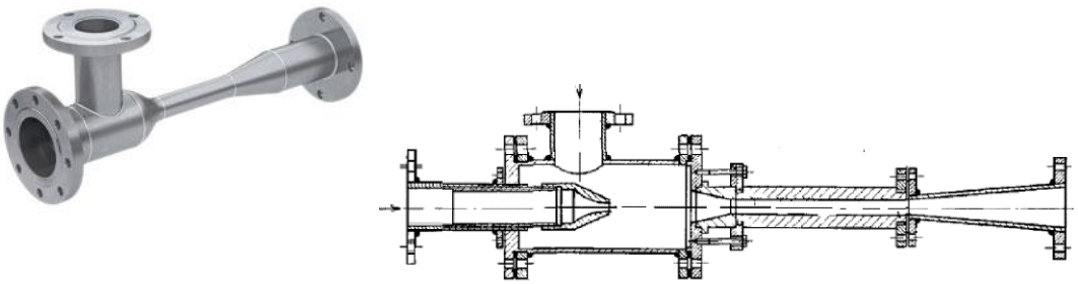


Рисунок 2 – Струйный насос (а) и разрез разборной модели струйного аппарата (б)

Тарировку расходомера воды определяем по перепаду давлений на сопле Вентури, устанавливаемой в линии сброса. Предельная относительная погрешность измерения расхода воды соплом Вентури составляет 1,56%.

Рисунок 3 - Ультразвуковой расходомер TUF-2000M.

Давления перед рабочим соплом струйного аппарата (Рр), на выходе из его диффузора (Рс) и в приемной камере эжектора (Рвх) измеряются цифровыми и манометрическими датчиками давления. Различные по подаче и давлению режимы работы создаются посредством регулирующих задвижек и вентилей.

На основе полученных данных будут рассчитываться параметры, характеризующие эффективность работы струйного аппарата такие как:

- относительный перепад давления

$$\frac{dP_c}{dP_p} = \frac{P_c - P_{вх}}{P_p - P_{вх}} \quad (1)$$

- коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{P_{вх} \cdot U_И}{P_p - P_c} \cdot ln\frac{P_c}{P_{вх}} \quad (2)$$

- коэффициент инжекции жидкости

$$U_ж = \frac{Q_И}{Q_р} \quad (3)$$

Затем для каждой конструкции струйного аппарата будут построены графики зависимости относительного перепада давления dP_c/dP_p и коэффициента полезного действия КПД от коэффициента инжекции струи.

При проведении подобных экспериментов необходимо учитывать, что давление жидкости в промысловых трубопроводах значительно выше атмосферного. Поэтому будут проведены эксперименты, когда в приемную камеру струйного аппарата вода будет подаваться под давлением 0,2…0,3 МПа.

На рис.4 представлены напорно-энергетические характеристики условного струйного аппарата при подаче воды в приемную камеру под давлением.

Как показали результаты моделирования, создание дополнительного подпора в приемной камере струйного аппарата должно приводит к значительному росту его инжектирующей способности и КПД и расширению напорной характеристики струйного аппарата в область более высоких значений коэффициента инжекции.

Полученные характеристики могут быть использованы в методике подбора струйных аппаратов (в составе тандемных установок) к скважинам различного назначения

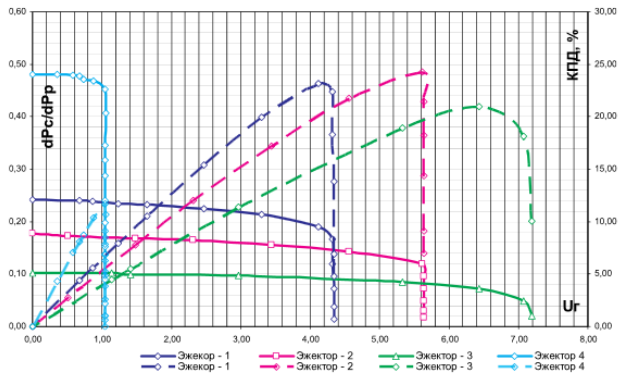


Рисунок 4 - Напорно-энергетические характеристики условного струйного аппарата

Литературы:

Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. – М. Энергоатомиздат, 1989. – 352с.

1. Солдатов А.М., Тимофеев А.И., Сокорев Н.В. Расчет высоконапорного жидкостно-газового эжектора для приготовления двухфазных смесей. - В сб.: Нефтепромысловое дело. Бурение нефтяных и газовых скважин, добыча нефти, вып.2 - Куйбышев.: КПТИ, 1975. - с.143 - 149.

2. Детков В.П. Аэрированные суспензии для цементирования скважин. - М.: Недра, 1991. - 175 с.

3. Донец К.Г. Гидроприводные струйные компрессорные установки. - М.: Недра, 1990. - 174 с

4. Дроздов А.Н. Обобщение характеристик жидкостно-газовых эжекторов. - Экспресс-информация, сер. Техника и технология добычи нефти и обустрой-ство нефтяных месторождений. - М.: ВНИИОЭНГ, 1991, №9, с.18 - 22.

5. Технология и техника водогазового воздействия на нефтяные пласты / Дроздов А.Н., Егоров Ю.А., Телков В.П. и др. - Территория нефтегаз, 2006, № 2, с. 54-59, No 3, с. 48-51. – 2004. - №3.

А. Утянов, Б. Бейсенов, Е. Сарыбаев

Тандемді сорғы агрегаттарының сипаттамаларын зерттеуге арналған стенд

Аңдатпа. Мақала сұйық-ағынды аппараттардың сипаттамаларын зерттеу үшін стендті конструктивті орындау ерекшеліктерін талқылауға арналған. Стендтің принциптік схемасы ұсынылды. Жұмыс және инжекторланатын сұйықтықтың және қысымның Шығыс құрамдастарын өлшеуге арналған аппаратуралық бөлік сипатталған. Шартты ағыс аппаратының қысым-энергетикалық сипаттамаларының түрлері ұсынылған.

Түйін сөздер: стенд, тірек, ағын, аппарат, сорғы, құбыр, резервуар.

A Utyanov, B Myrzahmetov, B Beisenov, E Sarybaev

Stand for research of characteristics of tandem pumping units

Abstract. The article discusses the features of the design of the stand for the study of the characteristics of liquid-jet devices. A schematic diagram of the stand is proposed. The instrument part for measuring the flow components of the working and injected fluid and pressure is described. The forms of pressure-energy characteristics of the conventional jet apparatus are presented.

Keywords: stand, retaining, jet, apparatus, pump, pipeline, tank.

УДК 669

Хайруллаев Н.Б., докторант

Абен Е.Х, кандидат технических наук, лектор,
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
khayrullaev.n@gmail

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРОЛИТА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛА

Аннотация: *В работе сделан краткий анализ технических решений для повышения эффективности подземного скважинного выщелачивания воздействием тепловой энергии и их недостатки. В результате лабораторных экспериментов получена зависимость изменения во времени содержания условного металла в выщелачивающем растворе от температуры реакции. Установлено, что максимальные скорости выщелачивания наблюдаются в первоначальный момент взаимодействия серной кислоты с условным металлом. Для времени реакции 1 минута (60с) при температурах 35^0, 50^0 и 75^0, эти значения составляют 0,0205 г/л, 0,0337 г/л и 0,0553 г/л. Т.е. увеличение температуры реакции с 35^0С на 15^0 приводит к росту скорости реакции в 1,64 раза, а на 40^0 – в 2,7 раза. Если время реакции возрастет до 5 минут, то количество условного металла в растворе поднимается до 4 г/л и более, а содержание кислоты уменьшается с 10 г/л до 2,35 г/л. Скорость реакции, относящаяся к 5 минутам взаимодействия, будет расти в 1,084 раз (на 8,4%) при 50^0С и в 1,218 раз (на 21,8%) при 75^0С.*

Ключевые слова: *Подземное скважинное выщелачивание, время реакции, скорость выщелачивания, температура реакции, серная кислота, условный металл*

Известно, что воздействие тепловой энергии на процесс подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) приводит к положительному эффекту [1]. Однако практическое осуществление этого воздействия связано с определенными трудностями: поскольку в процессе ПСВ в переработку вовлечены большие объемы рудной массы и растворов, повышение температуры реакции связано с огромными затратами энергии. Тем не менее, существуют технические решения такого воздействия, правда, косвенные: с помощью глубинного излучателя электромагнитной энергии, помещенного в скважину, воздействуют на породу, при этом электромагнитная энергия преобразуется в тепловую, что приводит к нагреву пласта, в том числе растворителя, снижает вязкость последнего и увеличивает подвижность [2,3]. В данном случае реакция протекает на поверхности твердого тела с образованием растворимого вещества, относится к классу топохимических.

В реальных условиях действуют многочисленные факторы, влияние которых можно выявить только экспериментами, так как процесс выщелачивания минералов из руды на определенных стадиях можно считать протекающим при постоянных или мало изменяющихся во времени значениях концентрации выщелачивающего вещества и обрабатываемого материала.

Исходя из задачи исследований, основную работу проводили на 1% растворе серной кислоты с проведением модельного выщелачивания при температуре 35^0C. Для того, чтобы в дальнейшем при дополнительном воздействии на выщелачивающий раствор иметь возможность исключать или оценивать влияние изменения температуры, нами были проведены эксперименты по выщелачиванию.

Эксперименты по изменению скорости выщелачивания условного металла с ростом температуры позволяют нам изучить на модельном веществе тенденции изменения в условиях, когда одновременно меняется концентрация обрабатываемого материала.

Заранее приготовленный раствор серной кислоты концентрацией 10 г/л в объеме 150 мл помещали в термостатированный стакан с температурой реакции, опускали мешалку и в течении 7-10 минут доводили раствор с комнатной до необходимой температуры, затем в раствор помещали навеску 1,2 г условного металла и через определенные промежутки времени отбирали раствор на анализ.

Исходя из представленных нам данных, температура пластовых вод на месторождении составляет 35^0. Это значение было выбрано нами в качестве исходного для проведения всей серии экспериментов. Для сравнения скорости выщелачивания в зависимости от температуры были также получены данные при 50^0 и 75^0 (таблица 1,рисунок 1).

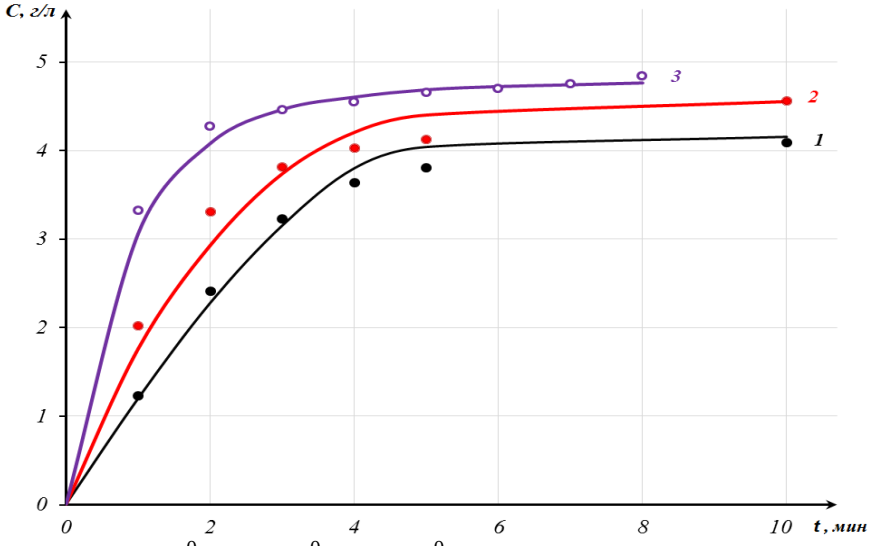
Таблица 1 – Изменение во времени оптической плотности (А) и содержания условного металла в выщелачивающем растворе (С, г/л) в зависимости от температуры реакции

Время реакции, мин.	Температура, ^{0}C						Отношение показателей	
	35^0C		50^0C		75^0C		$50^0/35^0$	$75^0/35^0$
	А	С, г/л	А	С, г/л	А	С, г/л		
1	0,405	1,23	0,667	2,02	1,096	3,32	1,64	2,70
2	0,795	2,41	1,09	3,31	1,409	4,27	1,37	1,77
3	1,13	3,23	1,261	3,82	1,472	4,46	1,12	1,30
4	1,20	3,64	1,330	4,03	1,502	4,55	1,07	1,25
5	1,257	3,81	1,363	4,13	1,531	4,66	1,084	1,218
6					1,551	4,70		
7					1,568	4,75		
8					1,597	4,84		
10	1,350	4,09	1,505	4,56				
20	1,561	4,73						

30	1,587	4,81						
40	1,624	4,92						

Эксперименты показали, что максимальные скорости выщелачивания наблюдаются в первоначальный момент взаимодействия серной кислоты с условным металлом. Для времени реакции 1 минута (60с) при температурах 35^0, 50^0 и 75^0, эти значения для нашей экспериментальной установки составляют 0,0205 г/л, 0,0337 г/л и 0,0553 г/л. Т.е. увеличение температуры реакции с 35^0С на 15^0 приводит к росту скорости реакции в 1,64 раза, а на 40^0 – в 2,7 раза.

За время протекания реакции в течение 5 минут, количество условного металла в растворе поднимается до 4 г/л и более, а содержание кислоты уменьшается с 10 г/л до 2,35 г/л. Скорость реакции, относящаяся к 5 минутам взаимодействия, будет расти в 1,084 раз (на 8,4%) при 50^0С и в 1,218 раз (на 21,8%) при 75^0С.



1 – 35^0С; 2 - 50^0С; 3 - 75^0С

Рисунок 1 – Изменение содержания условного металла в выщелачивающем растворе в зависимости от времени реакции

Литературы:

1. Кошколда К.Н., Пименов М.К., Атакулов Т. и др. Пути интенсификации подземного выщелачивания. – М.: Энергоатомнадат, 1988. – 224 с.

2. Лунев Л.И. Условия применения и физико-химические основы подземного выщелачивания урана. – М., изд. МГРИ, 1982.

3. Калабин А.И. Добыча полезных ископаемых подземным выщелачиванием и другими геотехнологическими методами. – М.: Атомиздат, 1981. – 304 с.

Абен Е.А., Хайруллаев Н.Б.

Электролиттің температурасының металды сілтілеу қарқындылығын әсерін зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақалада жер асты сілтілеу әдісімен металды өндіруге ерітіндінің температурасының әсерін анықтау үшін зертханалық зерттеулердің нәтижесі келтірілген. Ерітіндінің температурасын 35^0 – тан 75^0 – ке дейін арттырып, реакцияның әр түрлі уақыттарында ерітіндідегі металдың мөлшері 2,7 есе артады.

Түйін сөздер: Жер асты ұңғымалармен сілтілеу, әсер ету уақыты, сілтілеу жылдамдығы, реакцияның температурасы, күкірт қышқылы, шартты метал

Aben E.A., Khairullayev N.B.
Study of the effect of electrolyte temperature on metal leaching intensity
Summary: The article presents the results of laboratory studies to determine the effect of solution temperature on metal extraction during in-situ leaching. It was found that increasing the temperature of the solution from 35^0 to 75^0, with different reaction times, the metal content in the solution increases by 2.7 times.
Keywords: Underground leaching, reaction time, leaching rate, reaction temperature, sulphuric acid, conditional metal

УДК 622.271

Чебанов М.А.
Научный руководитель - Б.Е. Собко, заведующий кафедры ВГР, доктор технических наук, профессор
Национальный технический университет «Днепровская Политехника», Украина, г Днепер.
chebanov.maks93@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСКАВАТОРА ДРАГЛАЙНА В КОМПЛЕКСЕ С АВТОСАМОСВАЛАМИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С СЛОЖНЫМИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

Аннотация. *Рассмотрен первый опыт работы экскаваторов драглайнов по транспортной системе разработки. Проанализировано первое применение технологической схемы работы драглайна с погрузкой горной массы непосредственно в автосамосвалы.*

Приведена классификация способов повышения эффективности применения драглайнов в комплексе с транспортными средствами. Исследованы технические способы повышения эффективности работы драглайнов в комплексе с автосамосвалами.

Рассмотрено современное состояние горнотранспортных работ с применение комплексов оборудования «драглайн+автосамосвал» на примере Мотроновского и Еристовского карьерах.

Исследованы основные схемы работы экскаваторов драглайн в комплексе с автосамосвалами при разработке обводненных месторождений.

Установлены эффективные технологические схемы использование драглайнов и автосамосвалов для обводненных месторождений.

Предложены перспективные научно технологические направления для возможности повышения производительности экскаватора драглайна при его работе в комплексе с автосамосвалами.

Ключевые слова*: Драглайн, автосамосвал, забой, ковш, бункер перегружатель.*

На протяжении долгого время при разработке пологих и горизонтальных месторождений полезных ископаемых используются экскаваторы драглайны по бестранспортной системой разработки. Это позволяет уменьшить затраты на транспортировку горных пород при разработке месторождений. Однако, на сегодняшний день все больше предприятий используют транспортную технологию разработки месторождений сыпучих полезных ископаемых с применением драглайнов в комплексе с автосамосвалами. Такая необходимость комбинирования горнотранспортного оборудования возникает при сложных геологических и гидрогеологических условиях залегания месторождений полезных ископаемых. Это обусловлено техническими возможностями драглайнов, в частности низким удельным давлением на грунт. Вместе с этим конструкция рабочего оборудования драглайна предопределяет уменьшение производительности экскаватора на 10-15%, в сравнении с его работой по бестранспортной системе разработки [1].

В этой связи, вопрос области эффективного применения экскаватора драглайна в комплексе с автосамосвалами является актуальным.

Впервые на практике использование экскаваторов-драглайнов для погрузки в средства транспорта циклического действия, было осуществлено в 1953-1955 гг. на Батуринском угольном разрезе. Так для погрузки угля и породы использовался драглайн ЭШ-1, с объемом ковша 4 м^3, разгрузка осуществлялась в думпкары грузоподъемностью 50 т.

Технология прямой погрузки обводненных вскрышных пород драглайнами в думпкары была освоена в 1960 году, при проходке разрезных траншей Сарбайского карьера [2].

В 1975 г. на Михайловском карьере впервые применена технологическая схема отработки борта карьера драглайном ЭШ-10/50 с погрузкой горной массы непосредственно в автосамосвалы БелАЗ-540 и БелАЗ-548. При этом была произведена модернизация экскаватора ЭШ-10/70, путем уменьшения длины стрелы на 20 м. Внедрение данной технологии на вскрышных работах позволило увеличить высоту разрабатываемых уступов и повысить производительность оборудования. Так же это дало возможность решить вопрос прибортового дренажа и устойчивости уступов [2].

Однако, гибкая подвеска ковша и наличие зоны саморазгрузки, требовали повышенной квалификации машиниста экскаватора и существенно снижали эффективность погрузочных работ, и как следствие снижалась производительность экскаватора в сравнению с работой по бестранспортной схеме.

Опыт работы на Михайловском карьере показал необходимость более глубокого изучения и дальнейшего усовершенствования процесса разгрузки горной массы в автосамосвал.

В работе [3] автор предложил классификацию способов повышения эффективности применения драглайнов в комплексе с транспортными средствами (табл.1.). Классификация произвелась с учетом влияния технических, технологических и организационных факторах.

Таблица 1 - Классификация способов повышения эффективности применения драглайнов в комплексе с транспортными средствами [3]

Мероприятия	Способ осуществления
1. Технические	1. Модернизация рабочего оборудования: - уменьшение длины стрелы; - сокращение и ликвидация зоны самовыгрузки ковша; - обеспечение переменного или фиксированного в заданной точке под стрелой зоны радиуса разгрузки; - автоматическое демпфирование раскачиваний ковша. 2. Разработка новых конструкций перегрузочных устройств: - для непосредственной погрузки горной массы в транспортные сосуды; - бункеров-перегружателей
2. Технологические	1. Применение эффективных технологических схем работы драглайнов в комплексе с транспортными средствами. 2. Оптимизация параметров выемочно-погрузочных работ.
3. Организационные	1. Повышение квалификации машиниста экскаватора. 2. Своевременное выполнение запланированных ремонтов и регулировки систем управления.

Основным направлением изобретений по модернизации рабочего оборудования, было внесение в конструкцию ковша дополнительных тяговых или подвесных канатов, которые давали возможность стабилизировать раскачивание ковша во время разгрузки. Однако

дополнительные канаты требовали дополнительных операций от машиниста, и со временем перестали использоваться на предприятиях.

Учеными были предложены и разработаны несколько вариантов перегрузочных пунктов. Но при работе драглайна в комплексе с автосамосвалами на вскрышных обводненных горизонтах, бункеры оказались не эффективны из-за их большой металлоемкости и малой маневренности. Перспективное использование бункеров перегружателей показало себя лишь на угольных разрезах. Так как с их помощью существенно сокращались потери угля.

Основным техническим решением для повышения эффективности драглайнов на сегодняшний день является уменьшение длины стрелы экскаватора.

В нынешнее время в Украине драглайны в комплексе с автосамосвалами применяются на Мотроновском, Еристовском, Иршанском горно-обогатительных комбинатах.

Мотроновско-Аннивский карьер разрабатывает Малишевское циркон-рутил ильменитовое месторождение. Из–за сложных гидрогеологических условий на вскрышных уступах используются экскаваторы ЭШ-10/50 с разгрузкой в автосамосвалы Cat-773E грузоподъёмностью 55т.

На карьере применяется схема работы драглайна с нижним черпаньем и разгрузкой в автосамосвал который располагается на уровне установки экскаватора (рис. 1.) Автосамосвал располагается вблизи предохранительного вала, который отсыпает экскаватор, это дает возможность точно установить его по загрузку.

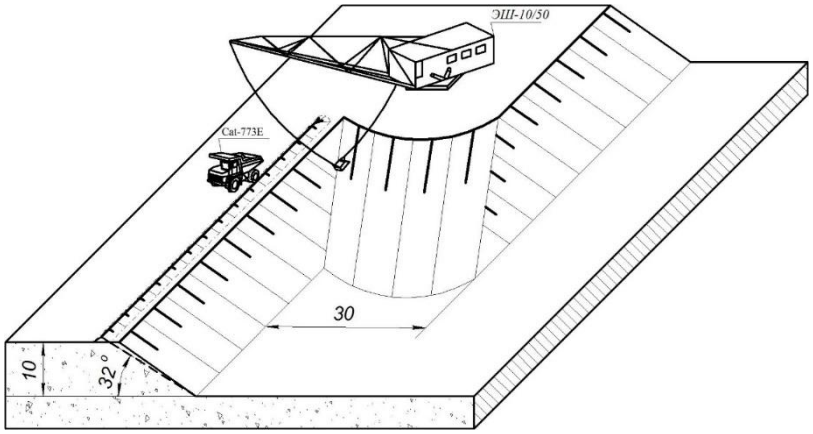


Рисунок 1 - Схема работы драглайна с нижним черпаньем и разгрузкой в автосамосвал который располагается на уровне установки экскаватора

Еристовский карьер разрабатывает Еристовское месторождение железистых кварцитов. При вскрытии месторождения появилась необходимость использования экскаваторов драглайнов в комплексе с автосамосвалами, так как вскрышные пароды водонасыщены, и не возможно использование других экскаваторов [4].

В качестве выемочно-погрузочного оборудования для разработки мягких пород вскрыши используются экскаваторы ЭШ-14/50. Разгрузка вскрышных пород осуществляется непосредственно из забоя в автосамосвалы Cat-789C грузоподъемностью 180 т.

Применяется технологическая схема с нижним черпанием и разгрузкой в автосамосвал который располагается на ниже лежащем уступе (рис 2.). Под погрузку автосамосвал располагается по середине ширины заходки экскаватора, и на безопасном расстоянии от забоя. Такое расположение дает возможность существенно сократить угол поворота экскаватора на разгрузку, а соответственно уменьшить время цикла.

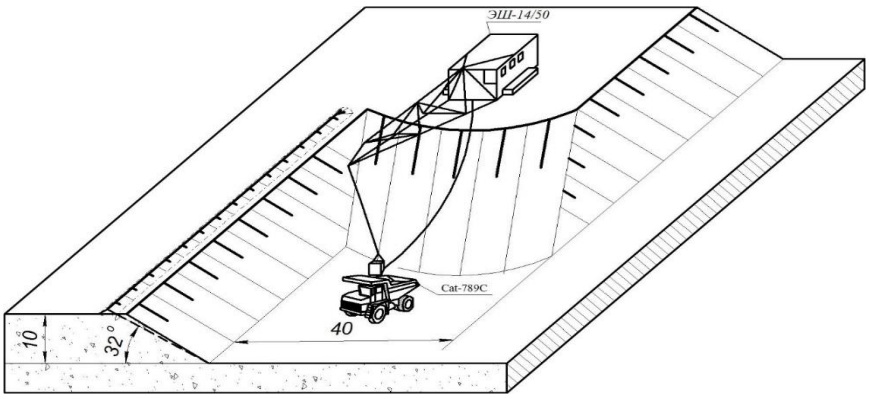


Рисунок 2 - Схема с нижним черпанием и разгрузкой в автосамосвал который располагается на ниже лежащем уступе

Современный опыт применения комплексов оборудования «драглайн+автосамосвал» дает возможность утверждать, что при разработки обводненных месторождений с мягкими вскрышными породами возможно использование экскаваторов без дополнительной модернизации рабочего оборудования, и нет необходимости использовать бункеры перегружатели.

Для повышения эффективности использования экскаваторов драглайнов в комплексе с автосамосвалами, необходимо более глубоко изучить технологические факторы. Это даст возможность повысить производительность драглайна. Так перспективным направлением является оптимизация параметров забоя экскаватора для разных технологических схем, с учетом различных факторов.

Проведенные исследования дают возможность утверждать:

1. Опыт использования экскаваторов драглайнов в комплексе с автосамосвала показывает трудность при разгрузке горной породы в автосамосвалы. Однако современная квалификация машинистов дает возможность работать экскаваторам без дополнительной модернизации рабочего оборудования.

2. При работе драглайнов по транспортной системе разработки их производительность снижается на 10-15%, в сравнении с бестранспортной системой разработки.

3. Для повышения производительности драглайна необходим о рассматривать технологические факторы их работы.

4. Использование экскаваторов драглайнов в комплексе с автосамосвалами эффективно при разработки обводненных месторождений при их работе с нижним черпанием.

Литературы:

1. Мельников Н.Н. Применение драглайнов в сочетании с транспортом вскрыши. Науч. сообщения. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского. -1974. -№124-с. 17-23.

2. Беляков Ю.И., Владимиров В.М. Совершенствование экскаваторных работ на карьерах: -М.:Недра, 1974. – 304с.

3. Леляков И.И., Повышение эффективности применения драглайнов в комплексе с транспортными средствами на открытых горных работах: Дисс. док. тех. наук. М: 1989.

4. Ковязин, Малега, Иванов Вскрытие Еристовского месторождения для поддержания мощности комбината. Корректировка рабочего проекта. – Харьков.: ООО «Южгипроруда», 2008. – 114 с.

Maksym Aleksandrovich Chebanov

Prospects of application of the dragline excavator in the complex with automobile dumps for development of deposits with complex hydro-geological conditions

Abstract. Considered the first experience of dragline excavators on the transport system development

The current state of mining and transport works with the use of the equipment of the “dragline + dump truck” on the example of the Motronovsky and Eristovsky quarries is considered.The main schemes of operation of dragline excavators in combination with dump trucks during the development of flooded deposits are investigated.

Prospective scientific and technological areas for the possibility of increasing the productivity of a dragline excavator during its operation in conjunction with dump trucks have been proposed.

Keywords: Dragline, dump truck, face, bucket, bunker material loader.

Чебанов М.А.

Драглайн экскаваторын күрделі гидрогеологиялық жағдайлары бар кен орындарын игеру үшін автосамосвалдармен кешенде қолдану перспективалары

Аңдатпа. Драглайн экскаваторларының әзірлеудің көліктік жүйесі бойынша алғашқы жұмыс тәжірибесі қаралды. Драглайн жұмысының технологиялық схемасын тікелей автосамосвалдарға Тау массасын тиеумен бірінші қолдану талданды. Көлік құралдарымен кешенде драглайндарды қолдану тиімділігін арттыру тәсілдерінің жіктелуі келтірілген. Автосамосвалдармен кешендегі драглайндардың жұмыс тиімділігін арттырудың техникалық тәсілдері зерттелді. Мотронов және Еристов карьерлері мысалында "драглайн+автосамосвал" жабдықтар кешендерін қолдана отырып тау-кен көлік жұмыстарының қазіргі жағдайы қаралды. Су басқан кен орындарын әзірлеу кезінде автосамосвалдарымен бірге драглайн экскаваторларының негізгі жұмыс сызбалары зерттелді. Суланған кен орындары үшін драглайндар мен автосамосвалдарды пайдаланудың тиімді технологиялық схемалары орнатылған. Драглайн экскаваторының өнімділігін арттыру үшін перспективалы ғылыми-технологиялық бағыттар ұсынылды.

Тұйін сөздер. Драглайн, автосамосвал, забой, шөміш, бункер қайта тиегіш.

УДК 622.271.012.3:004.94

Швец Д.В.

Научный руководитель – М.С. Четверик, профессор, д-р техн. наук

Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАНУ, Украина, г. Днепр, conference-igtm@i.ua

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЧНОЙ ГЛУБИНЫ КАРЬЕРА ПРИ ЕГО ДОРАБОТКЕ, ИСПОЛЬЗУЯ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Аннотация. *Повышение экономической эффективности взаимосвязи себестоимости добычи железорудного сырья от вовлечения в разработку законсервированных геологических запасов под существующими транспортными коммуникациями достигается за счет определения коэффициента вскрыши, принимаемого за граничный исходя из параметров системы разработки месторождения, и граничного коэффициента вскрыши, принимаемого за граничный исходя из экономической целесообразности разработки месторождения. Моделирование развития ведения открытых горных работ заключается в построении промежуточных отработанных контуров карьера по участкам законсервированных геологических запасов, предлагаемых в вовлечение в разработку с учетом формируемой отпускной цены железорудного сырья на мировом рынке. Критерием определения граничной глубины карьера при его доработке является объем извлекаемых законсервированных геологических запасов под существующими транспортными коммуникациями к диапазону отпускной цены железорудного сырья на мировом рынке в конкретный промежуток времени разработки крутопадающего месторождения.*

Ключевые слова: *железорудное сырье, себестоимость, существующие транспортные коммуникации, законсервированные геологические запасы, граничная глубина карьера.*

Колебания отпускных цен железорудного сырья на мировом рынке, приводящие к неравномерности распределения экономической эффективности по временным промежуткам разработки крутопадающего месторождения железорудного сырья, не учитываются при определении коэффициента вскрыши, принимаемого за граничный исходя взаимосвязи параметров системы разработки и экономической целесообразности вовлекаемых в

разработку геологических запасов месторождения из-за сформировавшегося принципа текущего календарного планирования горнодобывающей отрасли.

Своевременное изменение направлений ведения открытых горных работ по промежуточным этапным контурам карьера в заданный конкретный промежуток времени формирования отпускной цены железорудного сырья на мировом рынке достигается за счет использования принципа моделирования. Развитие открытых горных работ в направлениях вовлечения в разработку законсервированных балансовых запасов железной руды под сформированными транспортными коммуникациями обеспечит снижение себестоимости добычи полезного ископаемого и соответственно конкурентоспособность горнодобывающего предприятия на мировом рынке железорудного сырья.

Проанализировав статистические данные формирование динамики отпускной цены на железорудное сырье, наблюдаются неравномерные колебания как в сторону тренда роста и удержания цены на железную руду на мировом рынке, так и к тренду резкого и затяжного ее снижения [1]. Все эти пиковые колебания негативно отображаются на экономической эффективности работы горнодобывающего предприятия, снижая его конкурентоспособность и прибыльность [2].

Своевременное реагирование в условиях тренда снижения цены железорудного сырья на мировом рынке заключается в вовлечении в разработку законсервированных балансовых запасов под существующими транспортными коммуникациями (железнодорожные станции, перегрузочные пункты с автомобильного на железнодорожный транспорт, концентрационные горизонты ПДП комплексов ЦПТ) с целью снижения себестоимости добычи полезного ископаемого в конкретный промежуток времени заданного периода разработки месторождения.

Своевременное реагирование в условиях тренда увеличения цены железорудного сырья на мировом рынке заключается в перспективном разносе одного из бортов карьера, реконструкции сформированной ранее грузо-транспортной схемы доставки горной массы в карьере, внедрении новых передовых технологий с целью улучшения технико-технологических параметров сложившейся системы разработки крутопадающего железорудного месторождения.

В условиях тренда удержания сформированной ранее цены железорудного сырья на мировом рынке выбранное первоначальное направление ведения открытых горных работ сохраняется до достижения промежуточного этапного контура карьера, предопределенного при помощи принципа моделирования развития открытых горных работ в данных горно-геологических условиях разработки месторождения.

Определение изменения возможных направлений ведения открытых горных работ с учетом взаимосвязи сформированных параметров системы разработки в действующем карьере и экономической целесообразности вовлечения в разработку балансовых запасов месторождения под существующими транспортными коммуникациями при выполнении моделирования проектных промежуточных контуров карьера осуществляется согласно приведенной методической последовательности:

Построение максимально возможного контура карьера в отработанном виде с целью полного извлечения геологических запасов полезного ископаемого согласно имеющейся горно-геологической информации погоризонтных планов действующего карьера, разрабатываемого крутопадающую залежь железной руды:

$$K_{гр.} = f(H_к, \gamma, m, \alpha_{залежи}, \beta_{борта}), \quad (1)$$

где $К_{гр.}$ – граничный коэффициент вскрыши, $м^3/т$; $Н_к$ – глубина карьера, м; γ – выход концентрата, %; m – мощность залежи рудного тела, м; $\alpha_{залежи}$ – угол падения рудного тела, градус; $\beta_{борта}$ – приведенный угол погашения борта карьера, градус.

Определение зацеличенных геологических запасов полезного ископаемого в бортах карьера по направлениям возможного перспективного развития открытых горных работ от существующего фактического положения контура карьера до максимально возможного проектного контура карьера в отработанном виде:

$$K_{гр.} = \frac{V_{вскр.}}{V_p}, \quad (2)$$

где $V_{вскр.}$ – объем попутно извлекаемой вскрышной массы, м^3; $V_р$ – суммарный объем добычи полезного ископаемого, т.

Выявление «узких» мест примыкания к существующей грузотранспортной системе доставки горной массы в карьере, «увязка» проектной «подвижки» бортов карьера по направлениям с генпланом местности промплощадки горнодобывающего предприятия (наличие транспортных и инженерно-технических коммуникаций, смежных санитарно-защитных зон, отвалов и т.д.).

Моделирование промежуточных этапных контуров карьера по выявленным по данной методике направлениям ведения открытых горных работ (например, переэкскавация внешнего отвала вскрышных пород с целью реконструкции транспортной схемы; ликвидация целика комплекса ЦПТ подземного исполнения; разработка борта карьера под железнодорожной станцией и/или перегрузочным пунктом с автотранспорта на железнодорожный транспорт). Графические построение и «увязку» промежуточных этапных контуров с фактическим положением и друг с другом необходимо предусматривать как самостоятельное достижение одного этапа от другого, так и комплексный переход от одного промежуточного контура к другому в определенном периоде разработки крутопадающего месторождения действующим карьером.

Определение выявленных законсервированных геологических запасов полезного ископаемого в полученных промежуточных этапных контурах карьера при выполнении моделирования по направлениям развития ведения открытых горных работ в действующем карьере:

$$V_{р.конс.} = V_р - V_{р.извл.}, \quad (3)$$

где $V_{р.конс.}$ – объем законсервированных геологических запасов, т; $V_р$ – объем добычи железной руды в промежуточном этапном контуре действующего карьера, т.

Сравнение полученных подсчетов коэффициентов вскрыши промежуточных этапных контуров карьера между собой с целью выявления рационального первоначального направления ведения открытых горных работ в действующем карьере в заданный промежуток времени сформированной отпускной цены железорудного сырья на мировом рынке:

$$K_{гр.} = \varphi(Ц, C_{конц.}, C_в), \quad (4)$$

где Ц – минимальная цена на железорудный концентрат, долл.; $C_{конц.}$ – себестоимость концентрата, долл.; $C_в$ – себестоимость выполнения вскрышных работ, долл.

Прогнозирование необходимости вовлечения в разработку геологических запасов законсервированных под транспортными коммуникациями с/без дальнейшего понижения глубины разработки месторождения:

$$H_{гр.раск.} = \frac{\phi(Ц, C_{конц.}, C_в)}{f(H_к, \gamma, m, \alpha_{залежи}, \beta_{борта})}, \quad (5)$$

где $H_{гр.раск.}$ – предельная глубина расконсервации геологических запасов железной руды по месторождению, м.

Последовательность выполнения данных методических принципов определения граничной глубины карьера обеспечивает жесткую взаимосвязь параметров системы разработки действующего карьера с экономической целесообразностью формирования себестоимости добычи железной руды при разработке крутопадающего железорудного месторождения.

Важно также понимать, что отсутствие учета и объемов консервации балансовых запасов под существующими транспортными коммуникациями влечет к некорректному определению контурного коэффициента вскрыши, что не учитывается ни одним из существующих методов определения граничной глубины карьера в проектировании горнодобывающих предприятий. А при откладывании на более поздние периоды разработки объемов законсервированных геологических запасов железной руды в действующих глубоких карьерах в дальнейшем не представится технологически возможным вовлечь в разработку, из-за подработки грузо-транспортного доступа к ним нижележащими добычными горизонтами.

Выполненные исследования развития горных работ глубоких железорудных карьеров Украины, при доработке их до конечной глубины, на основе анализа современного фактического состояния горнодобывающих комбинатов, свидетельствуют о целесообразности вовлечения в разработку законсервированных балансовых запасов под транспортными коммуникациями, что наглядно отображено в таблице.

Выводы: Критерием определения граничной глубины карьера при его доработке на промежуточном этапном контуре карьера является объем извлекаемых законсервированных геологических запасов под существующими транспортными коммуникациями к диапазону отпускной цены железорудного сырья на мировом рынке в конкретный промежуток времени разработки крутопадающего месторождения.

Таблица – Матрица оценки рисков вовлечения законсервированных запасов железной руды под транспортными коммуникациями в разработку

Цели достижения	Уровень влияния			
	очень слабый	слабый	средний	сильный
Стоимость		Превышение значения Кгр. над текущим Квскр.		Колебания отпускной цены железорудного сырья на мировом рынке
Длительность	Незавершенность достижения промежуточного этапного контура карьера			

Технологичность		Нехватка производственных мощностей имеющегося выемочно-погрузочного и транспортного оборудования	Не подтверждение содержания % содержания Fемагн. в запасах, подлежащих к разработке	
Эффективность	Отсутствие спроса на железорудное сырье			Снижение себестоимости добычи ПИ

Литературы:

1. Аналитика. Мировые цены. Железная руда. – www.metaltorg.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.metaltorg.ru/metal_catalog/metallurgicheskoye_syrye_i_polufabrikaty/zheleznaya_ruda/zheleznaya_ruda/. – Загл. с экрана.

2. «Металл-Курьер» - ежемесячный журнал. – ООО «Металл Эксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://metalexpert-group.com/web/OpenMEMKNews.nsf/Pages/zhurnal_metall_ kur_er_15.html/$File/Металл-Курьер_15_дек_2015.pdf. – Загл. с экрана.

D.V. Shvets

Methodological approaches to the determination of the border depth Open-pit at its development, using the principles of modeling development Open-pit mining

Abstract. Increase of economic efficiency interrelation of the cost price extraction of iron ore raw materials from involvement in the development of conserved geological reserves under existing transport communications is achieved due to the determination of the stripping ratio taken for the boundary based on the parameters of the deposit development system and the boundary stripping coefficient taken for the boundary based on economic feasibility of deposit development.

Modeling the development of open-pit mining is the construction of intermediate worked out pit contours along the sections of the conserved geological reserves proposed for involving in the development taking into account the formed selling price of iron ore raw materials on the world market.

The criterion for determining finally depth of the open-pit mining when it is finalized is the volume of recovered conserved geological reserves under the existing transport communications to the range selling price of iron ore raw materials in the world market during a specific period of development of the steeply falling deposit.

Keywords: iron ore, cost price, existing transport communications, canned geological reserves, limiting depth of the open-pit.

УДК 622.271.3

Шустов А.А.

Научный руководитель – А.Ю. Дриженко, д.т.н., профессор

Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина, г. Днепр

shustov.o.o@nmu.one

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЛУБОКИХ БУРОУГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация: *Определены параметры добычи бурого угля для дальнейшей стабилизации его качества. Выполнена оценка сырьевой базы Днепровского буроугольного бассейна и месторождений Северо-Западного Донбасса. Установлены качественные показатели извлекаемого бурого угля. Обоснованы технологии по комплексному освоению Ново-*

Дмитровского месторождения. Отработаны технологические процессы переработки бурого угля по вариантам, включая подготовительные (дробление), термовакуумную сушку, тепловую обработку и обогащение (сепарацию). Приведена мировая практика переработки бурого угля. Определены параметры дробления, термовакуумной сушки, тепловой обработки и сепарации бурого угля. Выполнена систематизация полученных параметров дробления, термовакуумной сушки, тепловой обработки и обогащения бурого угля (сепарации). Разработанная технология переработки бурого угля может быть основой для изготовления промышленной технологической линии с учетом термовакуумной установки для дальнейшего внедрения на промышленных предприятиях Украины и зарубежья.

Ключевые слова. *Бурый уголь, обогащение, технологические процессы, энергетические характеристики.*

Одним из ключевых вопросов стратегического развития топливно-энергетического комплекса Украины является промышленное освоение новых угольных месторождений. Если в структуре мировых запасов углеводородного сырья угля составляет 67%, а нефть и газ соответственно 18% и 15%, то в Украине их объемы распределяются по другому: уголь – 95,4%, нефть - 2%, газ - 2,6%.

В связи с переводом котлов теплоэлектростанций (ТЭС) и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) из антрацита на газовую группу угля добычи этого вида топлива в Украине недостаточно для обеспечения покрытия энергетического баланса страны. Поэтому, сейчас, Украина для покрытия дефицита закупает уголь за рубежом (порядка 10 млн.т / год).

В то же время в Украине есть значительные запасы бурого угля. Однако характеристики данного вида топлива не пригодны для использования на существующих ТЭС и ТЭЦ. В этой связи разработка технологии обогащения бурого угля позволит получить топливо, которое может использоваться на отечественных энергетических предприятиях и снизит зависимость Украины от импорта угля [1].

На основании опыта вскрышных работ буроугольных карьеров, обосновано выемочно-погрузочное оборудование карьера Ново-Дмитровского месторождения. Так, вскрытие карьерного поля можно осуществлять двумя высокопроизводительными роторно-конвейерными комплексами.

1-й комплекс - в составе роторного экскаватора СРС-2000, с теоретической производительностью 4900 м^3/час., конвейерного транспорта, межуступного перегружателя и отвалообразователя типа ARs-B 5000.60. Данный комплекс эксплуатируется с начальной фазы строительства и постепенно передвигается на нижние рабочие горизонты карьера.

2-й комплекс - вскрышные работы планируется выполнять с применением более мощного роторного экскаватора SRs-6300 с теоретической производительностью 14000 м^3/ч. и погрузкой породы на ленточный конвейер в составе с межуступным перегружателем и отвалообразователем.

Добычные работы целесообразно выполнять одноковшовыми экскаваторами типа прямая мехлопата с емкостью ковша не менее 12 м^3 в комплексе с автосамосвалами. Состав такого комплекса соответствует повышенной прочности бурого угля в массиве.

В работе рассмотрены два варианта отработки месторождения с продольным и поперечным перемещением фронта работ. Варианты вскрытия месторождения и порядка его отработки в границах будущего карьера предусматривают: вариант I - направление фронта горных работ с юго-востока на северо-запад и вариант II - строительство карьера с направлением фронта горных работ с юго-западной стороны к северо-востоку (рис. 1).

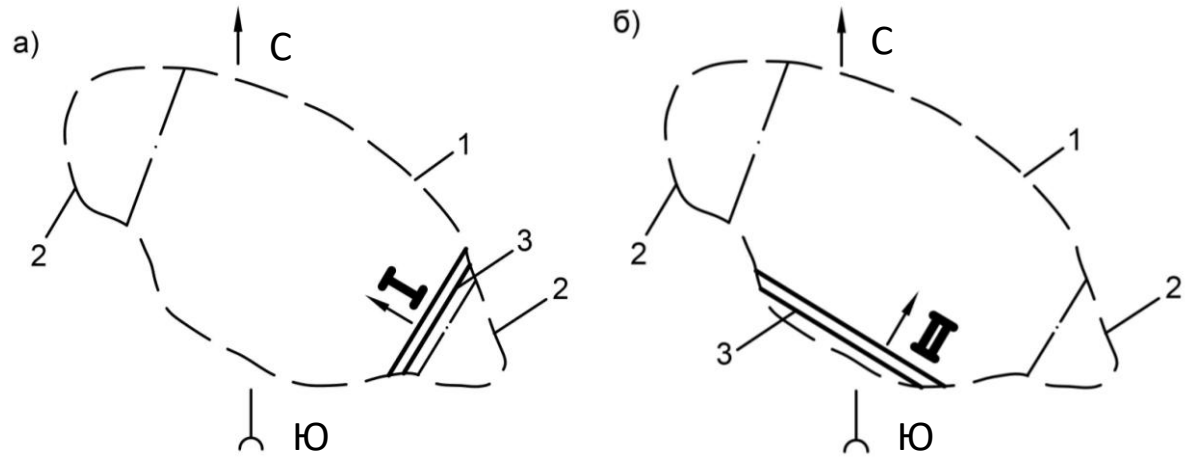


Рисунок 1 - План отработки карьерного поля Ново-Дмитровского месторождения бурого угля при поперечном (а) и продольном (б) перемещении фронта горных работ: 1 – граница основного участка; 2 – перспективные границы карьера; 3 – направление перемещения фронта горных работ

На рисунке 1 показаны перспективные границы карьера, которые относятся к добыче бурого угля Сложного горизонта в крыльях синклинали, их отработка будет осуществлена на последнем этапе отработки месторождения. При рассмотрении вышеуказанных вариантов отработки месторождения наиболее экономически выгодный – вариант II, который обеспечивает минимальные объемы выемки вскрыши при наращивании производительности по добыче угля до 9 млн.т/год.

Следующим процессом в технологической линии будет дробление бурого угля и его последующая термовакуумная сушка для обеспечения минимального содержания влаги.

Проведенная сушка бурого угля и углистых глины в опытно-промышленном образце термовакуумной сушилки показала максимальное извлечение влаги при приемлемых показателях энергозатратности. При температуре нагревательного элемента в 250 °С и времени сушки 15 с, температура нагрева бурого угля не превышала 76 ° С.

Дальнейшая термическая обработка сухого высокозольного бурого угля дает возможность существенно улучшить потребительские показатели топлива при одновременном увеличении доли неорганической части. Высокое содержание минеральной части в термообработанном угле требует дальнейшей его обработки в электрических сепараторах.

Тепловая обработка в диапазоне температур и анализ полученных результатов указывает, что наиболее эффективным является обработка от 300 (350) ° С до 500 (550) ° С. Более корректные данные будут получены после проведения дальнейших исследований.

Обработка бурого угля на лабораторном сепараторе ПС 1 при напряжении на электродах до 21 кВ позволила получить концентрат с зольностью 14,97%, выходом летучих ≤ 35%, и теплотой сгорания 6151 ккал / кг, что соответствует абсолютно сухому веществу. На следующих этапах исследований можно достичь лучших показателей по содержанию неорганических соединений в угле.

Проведенные исследования указывают на то, что бурый уголь и углистая глина, при проведении процессов подготовки, сушки, термической обработки и сепарации, дают возможность получения топлива с потребительскими свойствами, имеют аналогичные значения с каменным углем газовой группы.

Аналогов термовакумной сушилки работающей в непрерывном режиме не существует. Сушка бурого угля и углистых глин в термовакумной установке, несмотря на то, что это еще не промышленный, а опытно-промышленный образец, указывает на достаточно перспективные энергетические характеристики удаления влаги.

Для термической обработки твердого горючего ископаемого существует большое количество технологий и аппаратов в различных странах мира. Поэтому, для изготовления опытно-промышленного образца технология может быть приобретена за рубежом, что требует больших средств, или разработана отечественная на базе украинских изобретений. Современные знания в области полукоксования и коксования и смежных процессов дают уверенность, что отечественная опытно-промышленная технологическая линия и, в будущем, и промышленная, могут быть эффективны и конкурентоспособны на мировом уровне.

Для обогащения термообработанного бурого угля требуется создание нового оборудования, в т.ч. электрических сепараторов большой производительности. Наибольшая величина заряда частиц угля обеспечивается в коронно-электростатическом сепараторе. Основным ограничением производительности барабанных коронно-электростатических сепараторов является диаметр осадительного электрода и наличие одной рабочей зоны.

При проектировании горных предприятий по добыче бурого угля обязательно нужно учитывать попутные полезные ископаемые (углистые глины) и их добычу, что позволит существенно увеличить сырьевую базу и уменьшить коэффициент вскрыши на глубоких буроугольных карьерах.

Внедрение такой технологии термообработки бурого угля и обогащения приведет к увеличению энергонезависимости, появления дополнительных рабочих мест, повышение ВВП и поступлений в бюджет страны. Использование обработанного бурого угля и углистых глин на энергетических и промышленных предприятиях страны не только положительно повлияет на себестоимость конечной продукции, но и на экологические последствия, поскольку продукты переработки угля прошедших термическую обработку (полукоксования) характеризуются и, соответственно, имеют название - «бездымных».

Литературы:

1. Дриженко А.Ю. Буре вугілля України: умови залягання та перспективи освоєння : навч. посіб. /А.Ю. Дриженко, О.О. Шустов; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпропетровськ: НГУ, 2015. – 332 с.

Shustov Aleksandr Aleksandrovich

Development of highly efficient technology for the integrated use of the mineral in the development of deep lignite deposits

Abstract. Parameters of lignite mining to further stabilize its quality are determined. Technologies for the integrated development of the Novo-Dmitrovskiy deposit are substantiated. A lignite processing technology has been developed that can be the basis for the manufacture of an industrial process line, taking into account the thermal vacuum installation for further introduction at industrial enterprises of Ukraine and abroad.

Keywords: Lignite, integrated use, technological processes, energy characteristics.

УДК 669.648

М.С. Акбаров[1], О.В. Чернышова[2], Г.А. Усольцева [1], А. Акчил[3], Буранов Т.Т[1]
[1]Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», г. Алматы, Республика Казахстан
[2]Российский технологический университет, г. Москва, Российская Федерация
[3]Университет Сулеймана Демиреля, г. Испарта, Турция
akbarov_meron@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОЛОВОСОДЕРЖАЩИХ ПРИПОЕВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОЛИТА НА ОСНОВЕ ЕДКОГО КАЛИЯ

Аннотация. *В статье рассматриваются исследования по анодному растворению свинцово-оловянных припоев, проводимые с использованием электрохимического комплекса ЭХК-1012 в гальваностатическом режиме с использованием в качестве электролита раствора сульфаминовой кислоты. Показано, что характер анодного растворения свинцово-оловянного сплава в растворе сульфаминовой кислоты зависит от содержания олова в сплаве: при содержании олова 60 масс. % происходит одновременное растворение свинца и олова, при содержании олова 45 масс. % – поочередное растворение металлов (сначала растворяется олово, затем накопившийся слой свинца и т.д.).*

Ключевые слова. *Свинцово-оловянный припой, сульфаминовый электролит, анодное растворение, электрохимическая поляризация, поляризационная кривая, деполяризационная кривая.*

Сплавы, содержащие олово, делятся на 3 группы: оловянные бронзы, оловянные антифрикционные сплавы (оловянистые баббиты) и легкоплавкие олвянные сплавы – припои. Припои в свою очередь делятся на два вида – свинцово-оловянные и оловянно-свинцовые. Основные легирующие элементы в сплавах олова – Pb, Sb, Cu, Bi, Zn и Cd. Их отличительные свойства: низкая температура плавления, относительно низкие прочность и твердость, а также высокая пластичность [1, 2].

Легкоплавкие припои – чаще всего сплавы на основе олова и свинца. Содержание олова в них находится в пределах 1-95 %. Легирующие элементы – Sb, Cu, Cd, Zn, Ag, In и др., вредные примеси – Al, As и S. Припои отличаются низкой твердостью и прочностью, высокой пластичностью и коррозионной стойкостью, хорошо смачивают поверхности большинства металлов.

При пайке меди, медных сплавов и сталей прочное соединение деталей достигается вследствие образования оловом твердого раствора (или интерметаллидов) с металлом изделия. Именно этот факт используется, например, при пайке автомобильных радиаторов [2]. Поэтому представляет интерес рассмотрение переработки именно этих видов сплавов.

Вторичная переработка свинцово-оловянных сплавов чаще всего сводится к прямой переплавке. Однако в связи с запросами ТОО «Кастинг» по выделению олова из таких сплавов в отдельную фракцию, прямая переплавка сплавов не пригодна. Альтернатива – электрохимическое растворение сплавов с дальнейшим разделением металлов методами гидрометаллургии [3-5].

Объект и методы исследований. В качестве объектов исследований были взяты вторичные оловосодержащие припои с содержанием олова 45 и 60 %, электролитами служили растворы сульфаминовой кислоты (50 г/л).

Элементный анализ образцов вторичных сплавов и продуктов их переработки проводили с использованием ICP масс-спектрометра для изотопного и элементного анализа с индуктивно-связанной плазмой ELAN DRC-e (Perkin Elmer, Канада) в Казахском национальном исследовательском техническом университете имени К.И. Сатпаева и Российском технологическом университете.

Определение содержания олова в водных растворах проводили фотометрическим методом с использованием спектрофотометра КФК-3КМ в Казахском национальном исследовательском техническом университете имени К.И. Сатпаева с использованием сертифицированной методики.

Электрохимическое растворение проводили с использованием электрохимического технологического комплекса ЭХК-1012 (разработан ООО ИП "Тетран", РФ), использующем некомпенсационный способ измерения потенциала. Электрохимическая ячейка представляла собой емкость из фторопласта объемом 200 мл, электродами служили: анод – оловосодержащий припой в виде пластины площадью 5,6 $см^2$, катод – титановая (ВТ1-0) пластина площадью 5 $см^2$. Все измерения потенциалов электрода проводили относительно хлоридсеребряного электрода сравнения.

Экспериментальная часть и обсуждение результатов. С физико-химической точки зрения растворение свинцово-оловянного сплава в растворах разбавленных минеральных и органических кислот при наложении электрического тока можно рассматривать как результат протекания двух процессов растворения сплава: электрохимического и химического. Химическое растворение свинцово-оловянного сплава при использовании сульфаминовой кислоты протекает незначительно, скорость этого процесса крайне низка.

Основная часть металлов растворяется за счет действия электрического тока, процесс растворения представляет собой анодное растворение. Начало растворения сплава определяется стандартным потенциалом более электроотрицательного металла и по мере поляризации анода может приводить к переходу в раствор второго, более электроположительного металла:

$$Pb - 2e = Pb^{2+} \qquad E = -0{,}126\ В, \qquad (1)$$

$$Sn - 2e = Sn^{2+} \qquad E = -0{,}140\ В. \qquad (2)$$

Результаты анодного растворения сплава свинец-олово (около 60 масс. % олова) в растворе сульфаминовой кислоты представлены на рисунке 1.

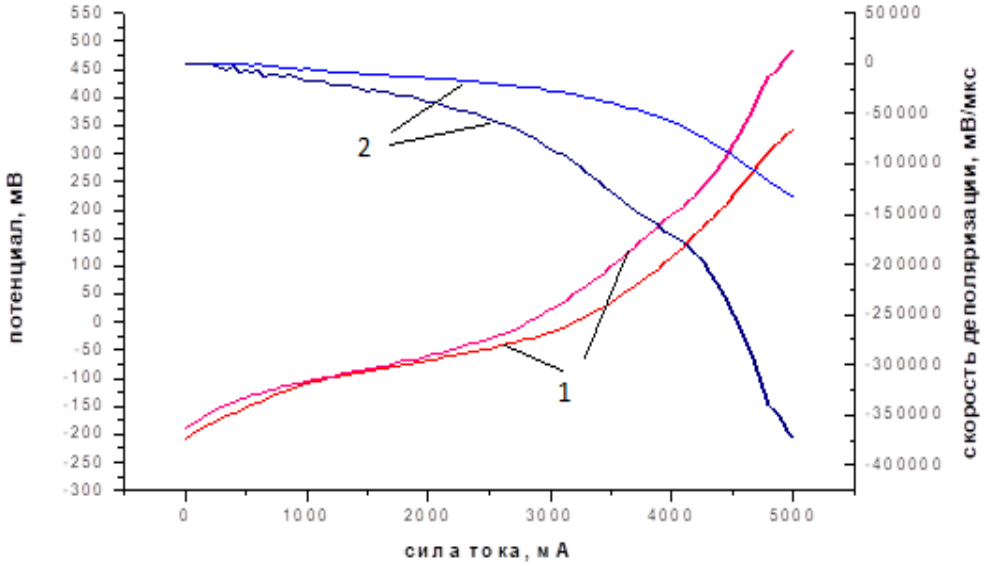


Рисунок 1 – Поляризационные (1) и деполяризационные (2) кривые растворения сплава свинец-олово (60,0 масс. % олова) в сульфаминовом электролите

Исходя из значений стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, можно ожидать, что начало растворения сплава должно быть связано с преимущественным растворением олова, как более электроотрицательного металла (реакции (1) и (2)).

Однако представленные поляризационные и деполяризационные кривые анодного растворения свинец-олово (около 60 % масс. олова) указывают на совместное растворение этого сплава с одновременным переходом в раствор катионов свинца и олова – на деполяризационных кривых (отмечены синим и темно-синим цветом) отсутствуют точки экстремумов, соответствующих индивидуальным электрохимическим реакциям.

Незначительный сдвиг анодного потенциала при растворении в положительную сторону минус 0,207 В и минус 0,189 В вероятно связан с разрастанием анодной поверхности.

Совершенно другая картина наблюдается при анодном растворении сплава свинец-олово (около 45 % масс. олова) с добавкой цинка, анодные поляризационные и деполяризационные кривые представлены на рисунке 2.

В этом случае в сульфаминовокислом электролите характерно чередующееся растворение: сначала в раствор преимущественно переходит олово, поверхность сплава обогащается свинцом, он начинает растворяться с поверхности, поверхность сплава обогащается оловом и т.д.

Начало растворения олова с поверхности исходного сплава свинец-олово (около 45 % масс. олова) в сульфаминовокислом электролите соответствует -0,201 В, после достижения потенциала -0,122 В начинает растворяться свинец, и при потенциале -0,111 В начинается выделение кислорода.

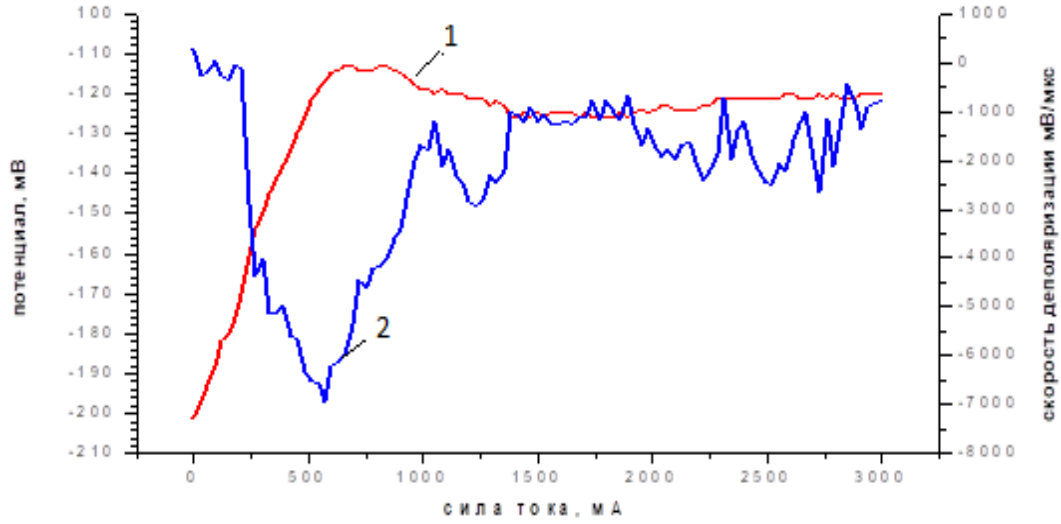


Рисунок 2 – Поляризационная (1) и деполяризационная (2) кривые растворения сплава свинец-олово (45,0 % масс. олова) в сульфаминовом электролите на начальном этапе растворения

По мере протекания процесса анодного растворения (кривые сняты через 10 минут после начала анодного растворения) селективное растворение электроотрицательного компонента (в нашем случае компонент А сплава – олово) из гомогенного А, В-сплава (свинец-олово с содержанием около 45 % масс. олова) при определенных условиях приводит к нарушению морфологической стабильности электродной поверхности и ее развитию. При этом устойчивый к растворению компонент В (свинец) находится на поверхности сплава в особом, энергонасыщенном состоянии (рисунок 3).

При этом область потенциалов, соответствующая растворению олова с поверхности сплава, значительно сужается и составляет от минус 0,184 В до минус 0,144 В, соответственно. Значение потенциала, при котором начинается растворение свинца с обогащенной им поверхности, сдвигается в область более отрицательных величин – минус 0,144 В, что связано со значительной деполяризацией его растворения, при этом размер области растворения свинца остается неизменным и составляет 0,12 В (от минус 0,144 В до минус 0,132 В).

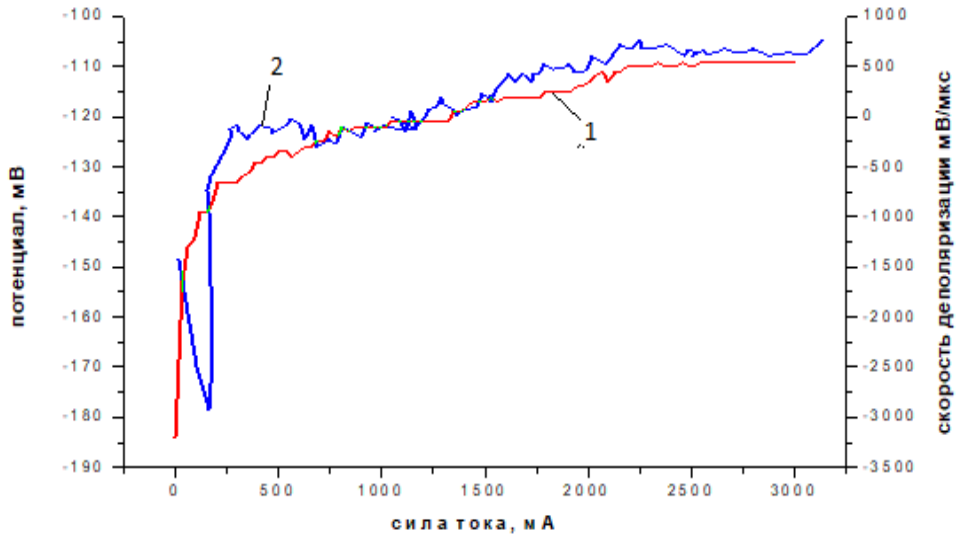


Рисунок 3 – Поляризационная (1) и деполяризационная (2) кривые растворения сплава свинец-олово (45,0 % масс. олова) в сульфаминовом электролите через 10 минут после начала растворения

Таким образом, характер анодного растворения свинцово-оловянного сплава в растворе сульфаминовой кислоты зависит от содержания олова в сплаве: при содержании олова в сплаве 60 масс. % происходит одновременное растворение свинца и олова, при содержании олова в сплаве 45 масс. % – поочередное растворение металлов (сначала растворяется олово, затем накопившийся слой свинца и т.д.).

Выводы.

Выполненные исследования позволили сделать вывод, что вторичные оловосодержащие сплавы могут являться богатым сырьевым источником вторичного олова, что является актуальным для Республики Казахстан, не имеющей собственного его промышленного производства.

В качестве электролита для электрохимической переработки можно использовать раствор сульфаминовой кислоты. Характер анодного растворения свинцово-оловянного сплава в растворе сульфаминовой кислоты зависит от содержания олова в сплаве: при содержании олова в сплаве 60 масс. % происходит одновременное растворение свинца и олова, при содержании олова в сплаве 45 масс. % – поочередное растворение металлов (сначала растворяется олово, затем накопившийся слой свинца и т.д.).

Литературы:

1. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 359 с.

2. Россошинский А.А., Лапшов Ю.К., Яценко Б.П. Олово в процессах пайки. – Киев: Наукова думка, 1985. – 197 с.

3. Беляев Д.В. Металлургия олова. / Учебник. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1960. – 97 с.

4. Колодин С.М. Вторичное олово и переработка бедного оловянного сырья. – М.: Металлургия, 1970. – 240 с.

5. Akbarov M.S., Chernyschova O.V., Ussoltseva G.A., Akchil A. Electrochemical Processing of Tin-containing Solders with the use of Electrolyte Based on Potassium Hydroxide // Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. – №1. – 2019. – P. 68-73.

Акбаров М.С., Чернышова О.В., Усольцева Г.А., Ата Акчил
Жегіш калийден тұратын электролитті қолдану арқылы қалайылы қорытпаларды электрохимиялық процестерді зерттеу

Түйіндеме. Мақалада қорғасынды-қалайылы қорытпалардың анодты еруі туралы зерттеу жұмыстары қарастырылады, ЭХК-1012 электрохимиялық кешені арқылы сульфаминді қышқылы электролит ерітіндісі ретінде гальваностатикалық режимде жүзеге асырылады. Қалайылы-қорғасынды қорытпаның сульфаминді қышқылда анодты еруі қалайы құрамына тікелей байланысты: қалайы құрамы 60 масс. % − болғанда біруақытта қорғасын, қалайы еруі байқалады, қалайы құрамы 45 масс. % − болғанда металдардың кезекпен еруі байқалады (Алдымен қалайы еріп, одан кейін жиналған қорғасын қабаты ериді).

Түйін сөздер: Қорғасынды-қалайылы қорытпа, сульфаминді электролит, анодты ерітіу, электрохимиялық поляризация, поляризациялық қисық, деполяризациялық қисық.

Akbarov M., Chernyshova O., Ussoltseva G., Ata Akchil
Study of electrochemical processes in the processing of tin-containing solders using an electrolyte based on caustic potash

Abstract. The article discusses research on the anodic dissolution of lead-tin solders, conducted using the electrochemical complex ECC-1012 in galvanostatic mode using sulfamic acid solution as the electrolyte. It is shown that the nature of the anodic dissolution of the lead-tin alloy in the sulfamic acid solution depends on the tin content in the alloy: when the tin content is 60 mass. % there is a simultaneous dissolution of lead and tin, with a tin content of 45 mass. % - alternate dissolution of metals (tin first dissolves, then the accumulated layer of lead, etc.).

Keywords. Lead-tin solder, sulfamic electrolyte, anodic dissolution, electrochemical polarization, polarization curve, depolarization curve.

УДК 669.053.2

А.Б. Дуйсенбай, О.С. Байгенженов
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы
arukad99@mail.ru

АСБЕСТ ӨНДІРІСІ ҚАЛДЫҚТАРЫН ШАЙМАЛАУ ПРОЦЕСІНДЕ АЛЫНҒАН ЕРІТІНДІДЕН НИКЕЛЬДІ ДИ2ЭГФҚ ЭКСТРАГЕНТІМЕН ЭКСТРАКЦИЯЛАУ

Аңдатпа. *Зерттеу жұмыстарнының обьектісі ретінде гидролитикалық тазарту процесінің нәтижесінде алынған құрамы келесідей ерітінді қолданылды, г/л: 4,1 Ni, 85 Mg; 0,4 Fe; 2,9. Никельді экстракциялау процесінің негізгі параметрлері анықталып, процесті 20 %-дық Ди2ЭГФҚ-мен жүргізілгенде никельдің 94 % мөлшері экстракцияланатыны анықталды.*

Түйін сөздер*: асбест қалдықтары, никель, шаймалау, тұз қышқылы, экстракция.*

Қазақстанның солтүстік бөлігінде, Қостанай облысында орналасқан «Қостанай минералдары» АҚ асбест өндірісінің 52 жылдық жұмысы барысында 250 млн тоннадан астам қалдықтар жиналған [1]. Қазіргі уақытта қолданылатын қарапайым технология комбинат жұмысының алғашқы күндерінен бастап жұмыс істеуде. Кенді өңдеу барысында тауарлы өнімге 5-8 % мөлшері ғана өтіп, қалған 90 %-дан астам мөлшері қалдықтар қоймасына лақтырылады. Бүкіләлемдік обырды (рак) зерттеу агенттігінің анықтауынша асбесттің осындай майда ұнтақтары канцерогендік зат болып табылады [2, 3, 4].

Әдеби мәліметтерге сәйкес асбесттік талшықты силикаттар табиғатта алты түрлі минералдар (хризотил, амозит, крокидолит, тремолит, анфофиллит, және актинолит) түзеді. Жылу өткізгіштігінің төмендігіне, өнімдерінің механикалық беріктігіне байланысты асбесттік минералдар ерте кездерден-ақ отқа төзімді материалдар өндірісінде қолданылған болатын. Дегенмен, жылу изоляциялауда қолданылатын арқан тәріздес жіптер мен басқа да материалдардың өнеркәсіптік өндірісі 1860 және 1875 жылдар аралығында ғана басталды. Ғылыми-зерттеулер нәтижесінде асбест қалдықтарының зиянды эффектілері анықталғаннан бастап бұл өндіріске шектеу қойып Роттердам конвенциясынан

кейін заңды түрде тыйым салынды. Осының нәтижесінде Европаның көптеген елдерінде, атап айтқанда Атап айтқанда, Исландия (1983), Норвегия (1984), Дания (1986), Швеция (1986), Австрия (1990), Нидерланды (1991), Финляндия (1992), Италия (1992) және Германия (1993) сияқты елдер алғашқы болып асбесттік өнімдерді қолдануға тыйым салды. АҚШ Геологияны қорғау агенттігінің ақпараттарына сәйкес 2013 жылы әлемде 1,94 млн. тонна асбест өндірілді, оның ішінде Ресей 46,92 %, Қытай 18,96 %, Бразилия 13,06 % және Қазақстан 9,2 %.

Миллиондаған тоннаға жететін асбест өндірісінің қалдықтарын металлургиялық шикізат ретінде қарастыру – аймақтың экологиялық жағдайын жақсартумен бірге, еліміздің шикізат базасына айтарлықтай үлес қосады. Көрсетілген әдеби [2] мәліметтерге сәйкес, асбест комбинатында жылына 3,2 млн. тонна қалдық түзілген жағдайда кәзіргі кезде қалдық мөлшері жиналған қалдық мөлшері 295 млн тоннадан асады. Қалдықтар құрамындағы никель тотығының орташа мөлшері 0,2-0,25 пайыз деп есептегенде, бұл қалдықтар құрамында 660 тоннадан астам никель тотығы кездеседі. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде [5] осы қалдықтар құрамынан никель концентратын бөліп алуға және алынған концентратты тұз қышқылымен шаймалау кезінде никельдің 88 % - мөлшерін ерітіндіге өткізуге болатыны анықталды.

Шаймалау процесі кезінде алынатын өнімдік ерітіндіні гидролитикалық тазарту процесінен кейінгі алынған ерітінді құрамы 1-кестеде көрсетілген.

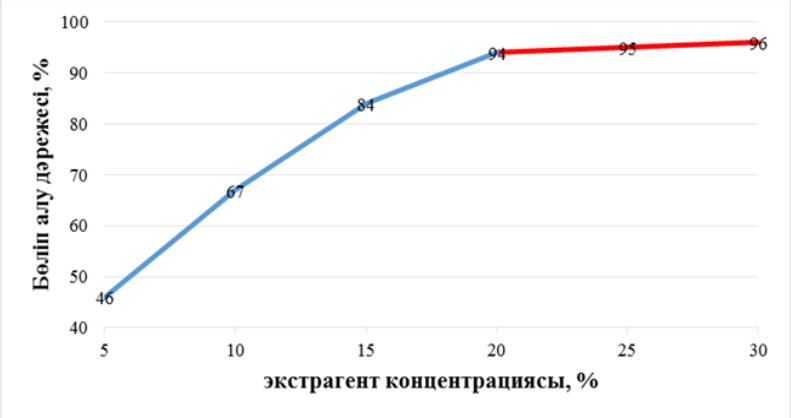
1-кесте – Никель концентратын шаймалау кезінде алынған өнімдік ерітіндінің құрамы мен компоненттердің ерітіндіге өту дәрежесі

Өнім	Құрамы, г/л			
	Mg^{2+}	$Fe_{жалпы}$	Ca^{2+}	Ni^{2+}
Ерітінді	85	0,4	2,9	4,1

Зерттеу барысында ерітінді құрамынан никельді экстракциялау алу үшін экстрагент ретінде Ди2ЭГФҚ, ал сұйылтқыш ретінде керосин таңдап алынды.

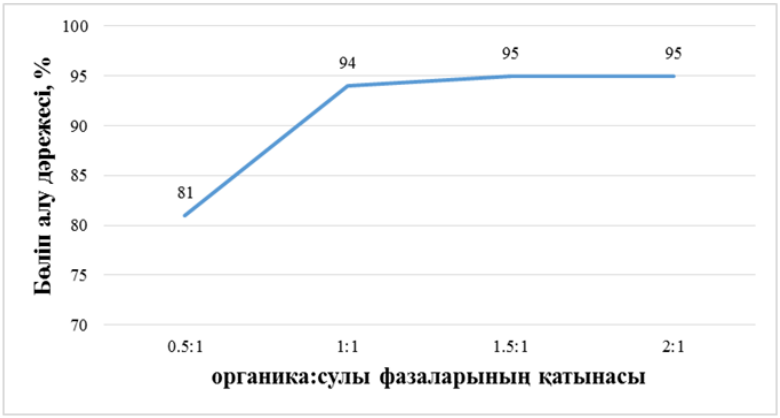
Зерттеулер органикалық және сулы фазалардың қатынасы 0,5:1÷2:1, экстрагент концентрациясы 5-30 %, араластыру және тұндыру уақыттары 10 минут және 20-25 ºС температурада жүргізілді.

Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде экстрагент концентрациясы 20 % және органикалық фазамен сулы фаза қатынастары 1:1 болған жағдайда жақсы нәтижелер алынатыны анықталды (1, 2-суреттер).



1 – сурет – Никельді экстракциялау дәрежесіне экстрагент концентрациясының әсері

Зерттелген концентрациялар аралығында тиімді параметр ретінде 20 %-дық концентрация таңдалып алынды. Экстрагент концентрациясының 20 %-дан жоғары болуы никельдің ертіндіге бөліп алу дәрежесіне өте аз мөлшерде ғана әсер етеді, сондықтан жоғары концентрация экономикалық жағынан да тиімсіз болып саналады.



2 – сурет – Никельді экстракциялау дәрежесіне экстрагент пен сулы фаза қатынасының әсері

Органика және сулы фазаларының қатынасы экстракция процесінің көрсеткіштеріне тікелей әсер етеді. Белгілі болғандай, органика және сулы фазаларының қатынасы 0,5:1 болған жағдайда никельді бөліп алу дәрежесі 81 % мөлшерінде болады. Ең тиімді параметр ретінде 94 % никельді бөліп алуға мүмкіншілік беретін 1:1 қатынасы таңдалып алынлы. Бұл көрсеткіштер қатынасының одан жоғары болуы экстрагент шығынына және алынатын ерітіндінің ластануына әкеліп соғады.

Экстракция процесінен алынған органикалық фаза құрамындағы никельді сулы фазаға өткізу мақсатында жүргізілетін реэкстракция процесінің тиімді параметрлері анықталды. Реэкстракция процесіне тұз қышқылының 10 г/л ерітіндісі қолданылды. Процесті бөлме температурасында сулы және органикалық фазалардың қатынасы 1:1, араластыру уақыты 20 минут кезінде никельдің 98-99 % мөлшерін реэкстракциялауға болатыны анықталды.

Қорытынды

Қорыта келгенде, асбест қалдықтарын шаймалау процесінен алынған ерітіндіден никельді Ди2ЭГФҚ экстрагентімен бөліп алу дәрежесіне экстрагент концентрациясы мен органика және сулы фазаларының қатынасы өз әсерлерін тигізетіндігі және тиімді параметрлер бойынша никельдің 94 пайыз мөлшерін бөліп алуға болатындығы анықталды. Жүргізілген эксперименттік жұмыстар нәтижесінде Ди2ЭГФҚ экстрагентінің керосиндегі 20 %-дық ерітіндісі қолданысқа тиімді екені анықталды.

Әдебиеттер:

1 Джафаров., Ф.Н. Джафаров Н.Н. Комплексное использование отходов обогащения Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста как источник повышения эффективности производства // Горно-Геологический журнал. – 2003. - №3. - С. 3-7.

2 Foresti E., Fornero E., Lesci I.G., Rinaudo C., Zuccheri T., Roveri N. Asbestos health hazard: A spectroscopic study of synthetic geoinspired Fe-doped chrysotile //Journal of Hazardous Materials. – 2009. - №167. – P. 1070–1079.

3 Gualtieri A.F. Recycling asbestos-containing material (ACM) from construction and demolition waste (CDW) Handbook of recycled concrete and Demolition Waste. – 2013. – P. 500-525.

4 Kalliopi Anastasiadou, Dimosthenis Axiotis, Evangelos Gidarakos. Hydrothermal conversion of chrysotile asbestos using near supercritical conditions // Journal of Hazardous Materials. – 2010, july 15. – Vol. 179, issues 1–3. – P. 926-932.

5 O.S. Baigenzhenov, V.A. Luganov, T.A. Chepushtanova, M.S. Akbarov, D.T. Shakirova, M. R. Sarsembaeva // Extraction of nickel from asbestos wastes // Вестник КазНИТУ. – 2017. - №3 (121). – С. 609-613

6 I. Mihaylov // Solvent extractants for nickel and cobalt: New opportunities in aqueous processing. The Journal of the minerals. – 2003. –V (55), 7. – P. 38–42.

Дуйсенбай А.Б., Байгенженов О.С.

Экстракция никеля из растворов выщелачивания асбестовых отходов экстрагентом Ди2ЭГФК

Аннотация. Для исследования взяты растворы процесса гидролитической очистки с содержанием, г/л: 4,1 Ni, 85 Mg; 0,4 Fe; 2,9 Ca. Определены основные параметры процесса экстракции на степень извлечения никеля. Установлено, что в процессе экстракции никеля с 20 % раствором Ди2ЭГФК степень извлечения достигает 94 %

Ключевые слова: асбестовые отходы, никель, выщелачивание, соляная кислота, экстракция.

Duisenbay A., Baigenenov O.

Extraction of nickel from leaching solutions of asbestos wastes with extractant Di2EHPA

Abstract. Research was provided with the solutions of the hydrolytic purification process with the content, g / l: 4.1 Ni, 85 Mg; 0.4 Fe; 2.9 Ca. The main parameters of the extraction process for the degree of nickel extraction are determined. It was established that in the process of nickel extraction with a 20% solution of Di2EHPA, the extraction degree reaches 94%.

Keywords: asbestos waste, nickel, leaching, hydrochloric acid, solvent extraction.

УДК 669.2/.8:67:502.171

А.М. Есенгазиев, М.И. Онаев, А.А. Ультаракова, О.Х. Улдаханов

НАО «Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И. Сатпаева»

АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан

esengazyev@yandex.kz

ПЕРЕРАБОТКА ХЛОРИДНЫХ ОТХОДОВ ТИТАНОМАГНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. *Проведены исследования по выщелачиванию отработанного расплава титанового хлоратора (ОРТХ) и шламов магниевого производства водой и слабыми растворами соляной кислоты. Показано, что выщелачивание отработанного расплава титанового хлоратора лучше проводить водой, а шламов магниевого производства соляной кислотой. Совместное выщелачивание ОРТХ и шлама магниевого производства водой при процентном соотношении 70:30; Т:Ж=1:6; время выщелачивания 2 часа позволило получить очищенные растворы от примесных компонентов. В качестве реагентов для осаждения примесей из растворов от выщелачивания хлоридных отходов титаномагниевого производства использовали шламы магниевого производства. Показана возможность получения синтетического карналлита путем комбинирования очищенных растворов, полученных от выщелачивания хлоридных отходов титаномагниевого производства.*

Ключевые слова: *выщелачивание, синтетический карналлит, хлорид калия, хлорид магния, твердые хлоридные отходы, титаномагниевое производство.*

При производстве титана магнийтермическим восстановлением четыреххлористого титана образуется большое количество твердых отходов, содержащих соли щелочных и щелочноземельных металлов и оксиды сопутствующих ильмениту цветных и редких металлов. На сегодняшний день эти отходы складируют в отвалы, тем самым загрязняя

окружающую среду. Эта проблема решалась путем выщелачивания хлоридных отходов водой или слабыми растворами минеральных кислот, в зависимости от извлечения одного или нескольких ценных металлов. Одним из первых способов переработки отходов был способ, по которому твердые отходы растворяют в воде и обрабатывают каустическим магнезитом для осаждения гидроксидов железа, алюминия, марганца и кремния [1-3]. После отделения осадок гидроксидов направляют в отвал, а фильтрат обрабатывают гипохлоритом кальция или хлорной известью для окисления Fe^{2+} в Fe^{3+}. Образовавшийся осадок гидроксида железа отделяют, фильтрат смешивают с отработанным электролитом и кристаллизуют синтетический карналлит. Другой способ переработки отходов титаномагниевого производства отличается тем, что отходы титанового и магниевого производства перерабатывают раздельно [4]. Отходы титанового производства выщелачивают водой, магниевого производства соляной кислотой, полученные фильтраты смешивают и нейтрализуют магнезитом. Образовавшийся осадок гидроксидов металлов отделяют от раствора, промывают и обрабатывают серной кислотой с получением сульфатов железа, марганца, алюминия. После отделения гидроксидов раствор, содержащий хлориды магния, калия, натрия, кальция смешивают с отработанным электролитом до соотношения $MgCl_2$:KCl=0,8:1,0 и после выпаривания и охлаждения получают карналлит.

Существуют способы переработки [5-6] отработанного расплава титановых хлораторов (ОРТХ), включающих выщелачивание, термогидролиз или щелочной гидролиз осветленных кислых растворов, с дальнейшим извлечением синтетического карналлита из осветленных нейтральных хлоридных растворов, отличающиеся различным извлечением компонентов. Один из этих способов [7] состоит из следующих стадий. ОРТХ сливают в воду, концентрируют пульпу путем циркуляции, обрабатывают раствором полиакриламида, осаждают из осветленных растворов гидроксиды металлов щелочным реагентом. Осаждение ведут последовательно в три стадии. Сначала при pH 3,5-5,0, преимущественно 4,0-4,5, осаждают гидрооксиды хрома, редких и радиоактивных металлов, которые отделяют от раствора. Затем осаждение ведут в присутствии окислителя при pH 2,5-3,5 в течение 20-50 ч, после отделения осадка оксигидроксида железа осаждение проводят при 9,5-11,0, преимущественно 10,0-10,5, в течение 4-6 часов.

В Казахстане не освоены месторождения магниевого сырья, его приходится ввозить из-за рубежа в виде карналлита. Получение карналлита из хлоридных отходов титаномагниевого производства актуально на сегодняшний день. Цель работы заключалась в получении очищенных продукционных растворов от выщелачивания отходов титаномагниевого производства, пригодных для производства синтетического карналлита.

Для исследований были взяты отработанный расплав титанового хлоратора и шламы магниевого производства. Из шламов магниевого производства были отобраны: шлам печи непрерывного рафинирования магния (ПНР), шлам магниевого электролизера карналлитовой схемы (ШМЭКС). Состав хлоридных отходов приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав отходов титаномагниевого производства

Отходы титано-магниевого производства	Содержание, %											
	FeO	$FeCl_2$	KCl	$MgCl_2$	MgO	NaCl	Cr_2O_3	MnO	$AlCl_3$	SiO_2	$CuCl_2$	CaO
ОРТХ	-	16,8	9,0	1,7	-	17,0	1,4	4,2	4,1	8,2	0,004	2,8
Шлам ПНР	1,39	-	26,3	7,48	32,5	11,8	0,04	0,009	н/о	<0,2	-	-
ШМЭКС	3,5	-	21,8	9,82	27,3	16,0	0,07	0,03	0,015	<0,2	-	-

Рентгенофазовый анализ проб хлоридных отходов титаномагниевого производства проводили на аппарате D8 Advance (Bruker). По результатам рентгенофазового анализа проб ОРТХ показано, что пробы содержат в большом количестве хлориды металлов в виде NaCl,

$FeCl_2(H_2O)_4$, $K_3NaFeCl_6$, K_4SiO_4, $FeCl_2 \cdot 2H_2O$, $K_2(FeCl_5(H_2O))$, в пробе присутствуют также оксиды кремния и титана.

Исследовали процесс выщелачивания ОРТХ водой при отношении Т:Ж=1:3÷10, времени выщелачивания 30 мин при комнатной температуре 24 °С, максимальное извлечение хлоридных солей калия, магния и натрия в раствор составляет при Т:Ж =1:10.

Выщелачивание ОРТХ 2%, 5%, 10% растворами соляной кислоты показало, что с увеличением концентрации и времени выщелачивания содержание примесей в растворе увеличивается, что отрицательно сказывается на дальнейшей очистке раствора, поэтому оптимальным временем выщелачивания ОРТХ является 30 минут [8].

Было наработано 10 литров раствора с pH 1,78 при выщелачивании ОРТХ водой при соотношении Т:Ж=1:10. Состав выщелоченного раствора, г/л: 15,1 $FeCl_3$; 15,6 NaCl; 8,1 KCl; 1,5 $MgCl_2$. Стехиометрическое соотношение калиевых и магниевых солей в растворах или карналлитовый модуль раствора необходимый для получения синтетического карналлита должен быть равен $KCl/MgCl_2$=0,8-1,0. В данном растворе карналлитовый модуль равен $KCl/MgCl_2$=5,4. Для того чтобы получить карналлит из раствора от выщелачивания ОРТХ, к нему необходимо добавить хлорид магния. Для этого шламы магниевого производства были выщелочены 3%, 5% и 10% растворами соляной кислоты при Т:Ж=1:6, время выщелачивания составляло 2 часа. Параметры выщелачивания приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры выщелачивания шламов магниевого производства

Наименование продукта	Концентрация соляной кислоты, %	Время фильтрации, мин,сек	pH раствора	Масса кека, г	Выход кека, %
Шлам ПНР	3	1 мин 45 сек	7,22	24,18	48,4
Шлам ПНР	5	не фильтровался	-	-	-
Шлам ПНР	10	1 мин 42 сек	7,32	3,26	6,52
ШМЭКС	3	1 мин 29 сек	8,72	12,7	25,6
ШМЭКС	5	1 мин 36 сек	7,8	8,9	17,8
ШМЭКС	10	7 мин 40 сек	-0,52	1,7	3,4

С повышением концентрации соляной кислоты время фильтрации пульпы увеличивается, а в случае со шламом ПНР при 5% концентрации соляной кислоты пульпа вообще не фильтровалась.

В таблице 3 приведен состав растворов от выщелачивания магниевых шламов.

Таблица 3 – Химический состав растворов от выщелачивания магниевых шламов

Наименование продукта	$\frac{KCl}{MgCl_2}$	Конц-ция HCl, %	Содержание, г/л						
			Fe(II)	K	Mg	Na	Si	Al	Mn
Шлам ПНР	0,7	3	0,0001	22,97	15,3	12,6	0,098	0,003	0,56
Шлам ПНР	0,61	10	0,00028	22,97	18,33	11,9	0,098	0,003	3,05
ШМЭКС	0,53	3	0,00032	18,98	17,44	12,6	0,098	0,003	0,42
ШМЭКС	0,56	5	0,0006	19,04	16,54	12,6	0,12	0,003	1,2
ШМЭКС	0,61	10	0,0014	18,98	15,15	13,7	0,12	0,005	1,6

С увеличением концентрации кислоты увеличивается переход не только калия и магния в раствор, но и примесных компонентов, особенно железа и марганца. Данные таблицы

позволяют определить карналлитовый модуль или стехиометрический коэффициент, с помощью которого можно определить годен ли раствор для синтеза карналлита.

Раствор от выщелачивания ОРТХ водой загрязнен железом, кремнием, марганцем и алюминием, его следует предварительно очищать от примесей. Пределы допустимых норм содержания примесей в карналлите для производства металлического магния следующие, мас.%: 0,01-0,05 Fe; 0,04-0,06 Mn; 0,001 Ti; 0,02-0,04 SO_4^{2-}, 0,01-0,04 Si; 0,01-0,1 H_2O [9]. Были проведены опыты совместного выщелачивания ОРТХ и шламом ПНР с разным процентным соотношением. Опыты проводили при соотношении Т:Ж=1:6, время выщелачивания 2 часа, температура 24 °С. Результаты опытов показаны в таблице 4.

Таблица 4 - Параметры совместного выщелачивания ОРТХ и шлама ПНР

Соотношение ОРТХ:шлам ПНР, %	Время фильтрации, мин	Объем раствора, мл	pH	Масса кека, г	Выход кека, %
50:50	60	420	8,02	31,32	62,6
70:30	5	410	6,2	23,11	46,22
80:20	9	440	3,96	16,59	33,2

В таблице 5 показан химический состав растворов от совместного выщелачивания ОРТХ и шлама ПНР при разных процентных соотношениях. По карналлитовому модулю можно сказать, что в растворах содержание хлорида калия находится в избытке. Хлорид магния придется восполнять либо отходами содержащими хлорид магния, либо растворами с избыточным содержанием этой соли.

Таблица 5 – Химический состав растворов от совместного выщелачивания ОРТХ и шлама ПНР

Соотношение ОРТХ:шлам ПНР, г	KCl $MgCl_2$	Содержание, г/л						
		Fe	K	Mg	Na	Si	Al	Mn
50:50	5,89	<0,001	10,4	0,86	7,0	0,14	0,003	0,012
70:30	3,76	<0,001	7,5	0,97	7,0	0,14	0,003	0,093
80:20	3,73	0,68	7,5	0,98	6,7	0,12	0,006	0,002

В исследованиях по очистке раствора от примесей рассматривали зависимость степени очистки от крупности шлама таблица 6. В раствор от выщелачивания ОРТХ при Т:Ж=1:6 добавляли по 50 г шлама электролизера различного класса крупности. Выщелачивание проводили в течение 40 минут, время фильтрации 5 минут. Наиболее лучшая очистка растворов от выщелачивания ОРТХ произошла при добавлении ШМЭКС крупностью -1+0,5 мм, раствор 2. Чем мельче фракция шлама электролизера, тем лучше идет осаждение примесных металлов. Очистка раствора шламом ПНР крупностью -2+0,5 мм показала также удовлетворительный результат, раствор 6. Содержание MgO в кеках в интервале 22,3-28,4% говорит о неполном реагировании магния из магниевых шламов.

Таблица 6 – Состав примесных компонентов в растворах от выщелачивания ОРТХ при добавлении шлама электролизера и шлама ПНР

Наименование продукта	Крупность шлама, мм	pH	Содержание, г/л				
			Ti	Fe	Si	Mn	Al
Раствор 1	-0,5 (шлам электролизера)	6,94	0,0004	0,029	0,032	1,64	0,0018

Раствор 2	-1+0,5 (шлам электролизера)	7,59	0,0001	<0,001	0,028	0,59	0,0009
Раствор 3	-2+1 (шлам электролизера)	6,97	0,0003	0,001	0,028	0,75	0,001
Раствор 4	-3+2 (шлам электролизера)	6,78	0,0003	0,008	0,026	0,98	0,0012
Раствор 5	+3 (шлам электролизера)	6,98	0,0002	0,003	0,033	0,8	0,001
Раствор 6	-2+0,5 (шлам ПНР)	7,56	0,0001	<0,001	0,032	0,48	0,0007

Дальнейшие исследования по выщелачиванию магниевых шламов были направлены на уменьшение количества шлама и увеличение времени выщелачивания. Для более избирательного осаждения примесей из раствора от выщелачивания ОРТХ, в него было добавлено металлическое железо с целью востановления Fe^{3+} до Fe^{2+}. Выщелачивание с добавлением 10 г шлама ПНР в раствор от выщелачивания ОРТХ в течение часа, затем в течение другого часа сразу повысил pH до 8 и показал содержание MgO 18% в осадке после фильтрации. Было решено добавлять шлам постепенно по 2 г в течение каждого часа выщелачивания. По истечении каждых двух часов pH увеличиваясь, достигало необходимого значения. Спектральный анализ показал, что при pH 3,89 в осадок начинают выпадать ванадий, ниобий, хром, алюминий, а марганец начинает осаждаться уже при pH 4,41. Было замечено, что при pH 2,7-4,5 скорость фильтрации замедляется. Таким образом, в растворах от выщелачивания ОРТХ пределы осаждения примесей имеют свои значения. Раствор после выщелачивания ОРТХ водой при Т:Ж=1:10 и очистки шламом ПНР, был следующего состава, г/л: 11,2 K; 10,2 Mg; 10,7 Na; 0,001 Ti; 0,001 Fe; 0,01 Al; 0,01 Mn; 0,03 Si. В данном растворе карналлитовый модуль составляет $KCl/MgCl_2$=0,53, что говорит о нехватке соли калия. Здесь в раствор нужно добавить хлорид калия или разбавить его другим раствором, содержащий избыток хлорида калия. Данный раствор был объединен с раствором из таблицы 5 при соотношении ОРТХ:шлам ПНР=70:30 в соотношении 1:1, состава, г/л: 9,35 K; 5,58 Mg; 8,85 Na; 0,001 Fe; 0,2 Al; 0,05 Mn; 0,08 Si, карналлитовый модуль $KCl/MgCl_2$=0,8. Выпариванием литра раствора при температуре 100 °C получили 47,3 г карналлита, соответствующего техническим условиям производства карналлита.

Таким образом, получены растворы из хлоридных отходов титано-магниевого производства. Реагентом осаждения примесей из получаемых растворов от ОРТХ являются шламы магниевого производства. Получен синтетический карналлит путем комбинирования очищенных растворов, полученных от выщелачивания хлоридных отходов титано-магниевого производства.

Литературы:

1. Байбеков М.К., Попов В.Д., Чепрасов И.М.. Производство четыреххлористого титана / – М.: Москва, 1987. –С. 108-110.

2. Эйдензон М.Э., Федорова М.В., Холмогоров С.Н.. Усовершенствование схемы обезвреживания и комплексной переработки отходов титано-магниевого производства // Научно-технич. бюллетень, Цветная металлургия, 1965. №15. –С.33-36.

3. А.с. СССР (SU) №138058. Способ переработки твердых отходов титано-магниевого производства. Федорова М.В., Холмогоров С.Н., Эйдензон М.А. опубл.01.09.1961 г. Бюлл. изобр. №9.

4. А.с. СССР (SU) № 168886. Способ переработки отходов титано-магниевого производства. Эйдензон М.А., Холмогоров С.Н., Федорова М.В. опубл.26.02.1965 г. Бюлл.изобр. №5.

5. Кантемиров М.Д. Щелочной термогидролиз отработанных хлорплавов титановых хлораторов // КазНИИМС, Тезисы докладов науч.-практич. Конференции «Комплексное использование минеральных ресурсов Казахстана», Алматы, 1977. –С.43-44.

6. Кудрявский Ю.П. Утилизация железа, хрома и марганца при комплексной переработке отходов титанового производства//Цветные металлы, Москва. 1998. № 4. - С.58-62.

7. RU (11) 2058404 Патент России Способ переработки отработанного расплава титановых хлораторов. Кудрявский Ю.П.; Фрейдлина Р.Г.; Фирстов Г.А.; Рзянкин С.А.; Бондарев Э.И.; Ушакова Н.Л. Опубликовано: 1996.04.20 г. Бюлл.изобр.№4.

8. Ультаракова А.А., М.А. Найманбаев М.А., Уласюк С.М., Онаев М.И., Алжанбаева Н.Ш. Исследования физико-химических свойств и процесса выщелачивания хлоридных отходов титано-магниевого производства //КИМС 2012 г, №1. –С.89-97.

9. Лебедев О.А. Производство магния электролизом /Москва «Металлургия» 1988 г. –С.89-100.

Есенгазиев А.М., Онаев М.И., Ультаракова А.А., Улдаханов О.Х.

Титан магний өндірісіндегі хлоридті қалдықтарды қайта өңдеу

Аңдатпа. Сумен және әлсіз тұз қышқылымен магний өндірісіндегі қоқырды және титан хлораторында өңделген балқытпаны (ТХӨБ) шаймалау зерттеулері жүргізілген. Титан хлораторында өңделген балқытпаны сумен, ал магний өндірісіндегі қоқырды тұз қышқылымен шаймалау тиімді екені көрсетілген. Процент арақатынасы 70:30; Қ:С=1:6; шаймалау уақыты 2 сағат мөлшерінде ТХӨБ және магний өндірісіндегі қоқырды бірлесе шаймалау, қоспа компоненттерінен таза ерітінділерді алуға мүмкіндік берді. Титан-магний өндірісіндегі хлоридті қалдықтарды шаймалауда алынған ерітінділердегі қоспаларды тұндыру мақсатында, реагент ретінде магний өндірісіндегі қоқырларды пайдаландық. Титан-магний өндірісіндегі хлоридті қалдықтарды шаймалауда алынған тазартылған ерітінділерді құрамдастыру арқылы синтетикалық карналлитті алу мүмкіндігі көрсетілген.

Түйін сөздер: шаймалау, синтетикалық карналлит, калий хлориді, магний хлориді, қатты хлоридті қалдықтар, титан-магний өндірісі.

Yessengaziyev A.M., Onaev M.I., Ultarakova A.A., Uldakhanov O.X.

Processing of chloride waste titanomagnesic production

Abstract. Studies have been carried out on leaching of spent melt of titanium chlorinator (SMTC) and magnesium sludge production with water and weak solutions of hydrochloric acid. It is shown that the leaching of the spent melt of the titanium chlorinator is better carried out with water, and the sludge from magnesium production with hydrochloric acid. Joint leaching of SMTC and magnesium sludge production with water at a percentage of 70:30; S: L = 1: 6; leaching time of 2 hours allowed to obtain purified solutions from impurity components. Magnesium sludge was used as reagents for precipitating impurities from leaching solutions of titanium chloride titanium chloride wastes. The possibility of obtaining synthetic carnallite by combining purified solutions obtained from the leaching of chloride waste from titanium-magnesium production is shown.

Keywords: leaching, synthetic carnallite, potassium chloride, magnesium chloride, solid chloride wastes, titanium and magnesium production

УДК 66.081+ 66.097.3+54.057+669

А.К. Жекенбай, А.Ж. Алтмышбаева, А.О. Байконурова, М.С. Маркаметова, Г.А. Усольцева

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

Aliya_90_28@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА КСЕРОГЕЛЯ ВАНАДИЯ

Аннотация. *В статье приведены данные по получению ванадийсодержащих наноматериалов золь-гель методом с использованием в качестве сырьевой основы синтезированного ксерогеля ванадия.*

Ключевые слова: *наноматериалы, темплат, ксерогель, золь-гель метод, метаванадат аммония.*

На сегодняшний день разработка новых методов получения наноматериалов является современным и приоритетным направлением науки и техники.

Нанотехнологии – совокупность физическо-химических процессов, позволяющих контролируемо оперировать с нанообъектами, формирующими те или иные материалы, устройства или технические системы [1].

Наноматериалы – продукты нанотехнологий, практически-важные свойства которых определяются химическим составом, структурой, размером, размерностью и упорядочением составляющих их фрагментов, размер которых принадлежит нанодиапазону.

Соединения ванадия представляют большой интерес с точки зрения их использования в технологиях получения анизотропных морфологий [2]. Наличие в атоме ванадия незаполненной 3d-оболочки обуславливает существование широкого ряда его оксидов, обладающих уникальной способностью к комплексообразованию с получением в определенных условиях пространственных частично упорядоченных высокоразвитых слоистых наноразмерных структур. Возможность образования наноматериалов с развитой пористой поверхностью является важным в производстве катализаторов и композитов, мембран и ионообменных материалов.

Среди известных способов получения ванадийсодержащих наноматериалов можно отметить золь-гель технологию [3], основанную на участии соединения ванадия, в частности пентаоксида в присутствии молекулярного темплата в синтезе комплексного соединения с высокоразвитой структурой, на основе которого происходит формирование ксерогеля металла. Популярность классического варианта золь-гель метода связана с тем, что получаемые продукты обладают высокой химической однородностью, позволяющей существенно снизить температуру и продолжительность термообработки для получения функциональных материалов, возможностью контролировать размер частиц и структуру пор материалов на разных стадиях синтеза, изменять реологические свойства дисперсной системы в широких пределах.

Однако, несмотря на интенсивное развитие нанотехнологий, сведения, полученные до настоящего времени, по методам синтеза ванадиевых наноматериалов и установлению их свойств недостаточны и зачастую противоречивы. Между тем, данные о структурных особенностях и условиях образования рассматриваемого класса соединений позволили бы проводить моделирование всех возможных изменений, происходящих в материалах под действием различных факторов. Все это, в конечном итоге, явилось бы фундаментом для синтеза ванадийсодержащих наноматериалов с заданными свойствами.

В практике производства ванадия пентаоксид, который может служить сырьевой основой синтеза ксерогеля, получают из ванадата аммония путем его сушки и прокалки [2]. Перспективным источником ванадата аммония в Республике Казахстан являются урансодержащие углеродисто-кремнистые сланцы месторождения Большого Каратау, запасы которых составляют сотни миллионов тонн [4,5]. Комплексное использование такого уникального вида сырья представляет собой важнейшую составляющую современных эколо-гически чистых, безотходных и высокоэффективных технологий, позволяющих выделить не только соединения ценных целевых компонентов, таких как уран, но и исходного материала для производства ксерогеля ванадия.

При разработке способа синтеза ксерогеля ванадия в качестве исходного ванадийсодержащего соединения был выбран метаванадат аммония, полученный в процессе переработки сланцев Большого Каратау.

Состав исходного технического метаванадата аммония был следующим, %: 75,6 – NH_4VO_3, Si – 3,08, Fe – 2,4, S – 2,02, P – 1,08, Al – 2,03, Cl – 3,05, As – 0,9.

Для получения чистого метаванадата аммония был проведен процесс перекристаллизации промышленного соединения. Перекристаллизацию метаванадата аммония осуществляли из охлажденного раствора при температуре 15 ºС в течение 12-15 ч и pH среды 8,0-8,5 путем добавления в систему 30 %-ного аммиака.

Физико-химическими методами анализа установлен состав перекристаллизованного метаванадата аммония, в который входят 99,6 % NH_4VO_3 и примеси: Si – 0,08 %, Fe – 0,06 %, S – 0,02 %, P – 0,02 %, Al – 0,03 %, Cl – 0,10 %, As – 0,01 %. Методом электронной микроскопии установлено, что анализируемое ванадийсодержащее соединение обладает ярко выраженной кристаллической структурой.

Из очищенного от примесей методом перекристаллизации технического метаванадата аммония после его фильтрации, сушки и термического разложения при температуре 550 ºС был получен пентаоксид ванадия состава: 98 % V_2O_5 и 2 % VO_2.

Термическое разложение NH_4VO_3 проводили при температуре 550 ºС согласно реакции:

$$2NH_4VO_3 \rightarrow V_2O_5 + 2NH_3 + H_2O. \quad (1)$$

Далее полученный порошок свежеосажденного пентаоксида ванадия плавили в алундовом тигле в муфельной печи при данной температуре. Затем плав выдерживали в печи в течение 30 мин и вводили в стакан с дистиллированной водой.

Содержимое перемешивали до полного растворения твердого продукта. При этом однородный раствор приобретал коричневый цвет, а pH среды достигал значения ~ 2.

В настоящей работе с целью синтеза ванадийсодержащего геля в качестве темплата был использован аммиак, который, участвуя в образовании аммиачного комплекса с ванадиево-кислородным каркасом $[(VO_2)_x(OH)_y \cdot nNH_3]^{y-x}$ [6,7], способствует формированию развитой структуры наноматериала.

Поскольку генерация новой развитой структурной морфологии, осуществляемой по всей поверхности контакта составляющих системы, происходит на атомно-молекулярном уровне, добавление темплата в ванадийсодержащий раствор надо было проводить при интенсивной механической активации (не менее 600 об/мин).

30 %-ный аммиак добавляли в ванадийсодержащий раствор по 0,2-0,4 мл при температуре раствора ± 22 °С. Через каждые 10 мин измеряли pH среды и отбирали аликвоту исследуемого раствора для установления концентрации ванадия. При расчете концентрации ванадия учитывали разбавление раствора при введении в него темплата.

При достижении pH среды ~ 3,5 раствор начинал медленно густеть с образованием золя соединения ванадия с аммиаком, переходящего в гель. Методом электронной микроскопии было установлено, что в состав ксерогеля ванадия входят, %: V – 35,32; O – 52,4; H – 10,76; C – 1,52.

Термодинамический анализ ванадийсодержащих систем показал, что образование комплексных ионов и соединений ванадия в системе V-N-H_2O протекает самопроизвольно, т.к. все рассчитанные значения $\Delta G°$ во всем изучаемом интервале температур имеют отрицательные значения, особенно предпочтительно образование декаванадиевых комплексов, в частности $HV_{10}O_{28}^{5-}$ ($\Delta G° = -1934{,}738$ ккал/моль) [8,9].

Показана возможность образования комплексов ванадия с нейтральной молекулой аммиака. В аммиачном растворе молекулы свободного аммиака начинают замещать гидроксил-ионы в декаванадиевом ионе, образуя аммиакатные комплексы типа $[(VO_2)_x(OH)_y \cdot nNH_3]^{y-x}$, обеспечивающие его высокую растворимость. Подбирая условия образования частиц ванадийсодержащего аммиачного соединения и возникновения коагуляционного контакта между частицами, можно вызвать структурирование материала.

Рентгенофазовым анализом установлено, что старение образца геля на воздухе приводит к кристаллизации различных форм оксидов ванадия. Слои геля освобождаются от воды, теряется анионная связь и происходит их трансформация, происходит формирование квазиодномерной слоистой структуры геля. Слои заворачиваются в трубки с волокнами лент длиной 100-600 нм и шириной до 25 нм. Межслоевое расстояние достигает 150-200 нм.

Таким образом, золь-гель методом синтезирован ксерогель ванадия, который может быть рекомендован в качестве модифицирующей добавки в сорбенты и катализаторы.

Литературы:

1. Малинецкий Г. Г. Нанотехнологии. От алхимии к химии и дальше // Интеграл. – 2007. – № 5. – С. 4-5.

2. Адамеску Р.А., Гельд П.В., Митюшов Е.А., Анизатропия физических свойств металлов. – М.: Металлургия, 1985. – 136 с.

3. Wang D., Zhou J., Liu G. The microstructure and photoluminescence of Cu-doped ZnO nano-crystal thin films prepared by sol–gel method // Journal of Alloys and Compounds. – 2009. – Vol. 487. – P. 545–549.

4. Смирнов Ю.В., Ефимов З.И. Скороваров Д.И., Иванов Г.Ф. Гидрометаллургическая переработка уранового сырья. – М.: Атомиздат, 1979. – 280 с.

5. Бекенова Г.К., Компанейцев В.П., Котельников П.Е., Савостин Б.А. Ванадиевые и ванадийсодержащие слюды из углеродисто-кремнистой формации кембрия хр. Большой Каратау. – Астана: Иму, 1997.– С.18-23.

6. Livage J. Vanadium Pentoxide Gels // Chem. Mater. - 1991. - Vol. 3, № 4. - P. 578–593.

7. Wen Chen, Junfeng Peng, Liqiang Mai et al. Synthesis of vanadium oxide nanotubes from V2O5 sols //Material Lett. – 2004. – Vol. 58. – P. 2275–2278.

8. A. O. Baikonurova, G. A. Ussoltseva, M. S. Markametova, S. B. Nurzhanova, R. S. Akpanbayev. The equilibrium state of compounds of vanadium, capable of spontaneous structure formation // Reports of the National academy of sciences of the republic of Kazakhstan. – 2018. – Vol. 487. - № 320. – C. 5-11.

9. Байконурова А.О., Усольцева Г.А., Маркаметова М.С. Углеродисто-кремнистые сланцы месторождения Большого Каратау – потенциальный источник получения ксерогеля ванадия // Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия. Материалы XVIII международной научной конференции Северный Чарльстон, Южная Каролина, США 25-26 июля. – 2018. – С. 20-23.

А.К. Жекенбай, А.Ж. Алтмышбаева, А.О. Байконурова, М.С. Маркаметова, Г.А. Усольцева
Ванадий ксерогелі синтезінің шарттарын зерттеу

Түйіндеме. Мақалада құрамында ванадий бар наноматериалдарды синтезделген шикізат негізі ретінде пайдалана отырып, золь-гель әдісімен алу жөніндегі деректер келтірілген.

Түйін сөздер: наноматериалдар, темплат, ксерогель, золь-гель әдісі, аммоний метаванадаты.

A.K. Zhekenbay, A.Zh. Altmyshbyaeva, A. O. Baikonurova, M. S. Markametova, G. A. Ussoltseva
Study of the synthesis conditions for vanadium xerogel

Summary. The article presents data on the production of vanadium-containing nanomaterials by the sol-gel method using vanadium synthesized xerogel as a raw material basis.

Keywords: nanomaterials, template, xerogel, sol-gel method, ammonium metavanadate.

УДК 669.2

В.М. Жолдотаев
Научный руководитель -Р.В. Грищенко, старший научный сотрудник
ООО «Эксперт-Ал», к.т.н.
Акционерное общество «Усть-Каменогорскийтитано-магниевый комбинат»,
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан
Goldotaev@mail.ru

«ОПЫТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ БИПОЛЯРНЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ В УСЛОВИЯХ «АО УКТМК»

Аннотация. *Данная работа представляет собой анализ опыта эксплуатации биполярных электролизеров в условиях АО «УКТМК». Приведено описание применения различных конструкций биполей, рассмотрены положительные и отрицательные качества данных конструкций. Указаны цели испытания опытно-промышленного биполярного электролизера и достигнуты показатели, а так же приведены ожидаемые показатели*

биполярного электролизера усовершенствованной конструкции по отношению к показателям промышленных электролизеров.

Ключевые слова: *биполярный электролизер, анод, катод, биполь, выход по току.*

Эксплуатирующиеся на магниевых заводах конструкции бездиафрагменных электролизеров имеют определенные недостатки, одним из которых является высокий удельный расход электроэнергии. Известно, что расход электроэнергии можно значительно снизить при использовании системы биполярных электродов.

Основная особенность биполярного электролизера – подвод тока к однополярным электродам (анодами и катодам) и наличие электродов – биполей, расположенных между однополярными электродами. Биполярные электроды работают со стороны анода - как катод, а со стороны катода - как анод. При этом электрическое сопротивление биполярных электродов в десятки раз ниже, чем сопротивление анодов и катодов, что позволяет снизить расходэлектроэнергии в электролизере.

При эксплуатации биполярных электролизеров достигается значительное снижение потерь электроэнергии в шинопроводе, так как данные электролизеры рассчитываются на сравнительно небольшие токи 100–140 кА, что при последовательно прохождении, например, через однополярные электроды и один биполь эквивалентно по производительности с однополярным электролизером на 200 – 280 кА.

Разработки биполярных магниевых электролизеров фирмой DowChemical велись с 1940 г., в СССР первые конструкции подобных электролизеров были запатентованы в конце 30-х годов.

Эти, как и все последующие разработки решали две основные задачи: минимизация утечек тока и создание устойчиво работающего биполя.

Утечки тока, протекающего в обход биполярных электродов, не участвуя в электрохимических процессах на этих электродах, обусловлены тем, что на поверхности работающего биполярного электрода возникает разность потенциалов,равная примерно 2,8 В (определяется в основном напряжением разложения хлорида магния), направленная встречно разности потенциалов, приложенной к электролизеру. Таким образом, биполярный электрод, из-за появления разницы потенциалов на нем,создает значительное сопротивление дляпоследовательного прохождения тока от анода к катоду,и при появлении электрических цепей в обход биполярного электрода, часть тока протекает по этим цепям. Поэтому целью разработок являлась ликвидация присутствующих в электролизере каналов в обход биполя, а там, где это невозможно по техническим причинам – максимальное увеличение их электрического сопротивления.

На основании комплекса исследований[1, 2]проведенныхв 1970 – 1980 гг. установлено, что утечки тока возрастают пропорционально с увеличением числа установленных биполей и минимум удельного расхода электроэнергии достигается при использовании 1-2 биполей, установленных между каждым анодом и катодом.

Вторая задача, решавшаяся при разработке конструкций биполярных электролизеров – создание устойчиво работающего биполярного электрода.

Существует два подхода к решению данной проблемы – выполнить биполь из графита и выполнить биполь комбинированным – из графита со стальными пластинами, укрепленными с катодной стороны биполя.

К достоинствам первого варианта относятся простота изготовления биполя.

Недостатком цельного графитового биполя является то, что в отличие от традиционных стальных катодов, графитовые плохо смачиваются жидким магнием, в результате чего он выделяется на катодной части в виде мелких капель, что приводит к большим потерям металла. То есть для получения удовлетворительных показателей выхода по току необходимо разработать и поддерживать условия электролиза (состав электролита, требования к качеству сырья), отличные от тех, которые используются на АО УКТМК в настоящее время[3], что затруднит испытания и внедрение опытного биполярного

электролизера, так как потребует масштабной реконструкции переделов производства титана и магния на «АО УКТМК».

К достоинствам бинарного биполя (состоящего из графита и стальной пластины) относится то, что магний выделяется на стальной пластине, а значит, можно получить удовлетворительные показатели электролизера при условиях электролиза близким к тем, что используются в настоящее время.

К недостаткам бинарного биполя относится сложность изготовления биполя и риск его разрушения в местах крепления стальной пластины к графиту при эксплуатации.

В 1998 – 1999 гг. на АО «УКТМК» была испытана опытная ячейка биполярного электролизера [4]. Биполь на этой ячейки представлял собой графитовый брус к которому с помощью стальных шпилек крепились стальные пластины.

Опытная ячейка проработала 10 мес., причиной остановки послужили трудности с электроснабжением ячейки. При демонтаже биполей не выявлено каких-либо разрушений в месте контакта стальных шпилек и графита, что позволяет говорить о работоспособности подобной конструкции биполя..

Исходя из вышеизложенного, для испытания опытно-промышленного биполярного электролизера на АО «УКТМК» применена конструкция с использованием одного биполя, устанавливаемого между каждым анодом и катодом, образующего замкнутый контур вокруг анода, что позволяет максимально сократить утечки тока. Биполи выполнены из графитовых блоков и стальных пластин, электрически соединённых с помощью винтов, которые с одной стороны ввинчиваются в графитовые блоки, а с другой стороны приварены к стальным пластинам.

Цели испытания опытно-промышленного биполярного электролизера приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Цель испытания опытно-промышленного биполярного электролизера

1	Определение работоспособности биполярного электролизера выбранной конструкции в целом и его отдельных узлов.
2	Определение оптимальных технологических параметров работы и обслуживания электролизера, обеспечивающих достижения максимальных технологических показателей.
3	Определение технико-экономических показателей работы электролизера: средний выход по току, удельный расход электроэнергии, удельные потери хлора с газами СТО, срок службы электролизера.
4	Отработка приёмов и навыков обслуживания электролизера.
5	Определение возможных направлений усовершенствования конструкции отдельных узлов и электролизера.
6	Определение службы опытно-промышленного биполярного электролизера

За период испытаний была подтверждена удовлетворительная работоспособность биполярного электролизера выбранной конструкции и определены оптимальные технологические параметры работы и обслуживания электролизера.

В период (с марта 2017 г. по август 2018 г.) работы электролизёра с оптимальными технологическими параметрами на нём, по сравнению с промышленными электролизерами, достигнуты следующие показатели (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели электролизера

1	Экономия удельного расхода электроэнергии на шунте электролизера на 2300 кВт-ч/т магния или на 16,0%;
2	Увеличена производительность электролизера по магнию на 190 кг/сут или на 10 %;
3	Снижена токовая нагрузка, протекающая по шинопроводу на 100 кА;
4	Потери хлора с газами СТО снижены на 40 кг/т магния.

На основании опыта эксплуатации опытно-промышленного биполярного электролизера и результатов обследования состояния отдельных узлов при демонтаже электролизёра, разработан проект опытно-промышленного биполярного электролизера усовершенствованной конструкции. При проектировании усовершенствованной конструкции биполярного электролизера, в нее внесен ряд изменений, призванных увеличить срок службы электролизера и его производительность, а также дополнительно снизить удельный расход электроэнергии.

Сравнение ожидаемых показателей биполярного электролизера усовершенствованной конструкции с показателями промышленных электролизеров приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели электролизера

1	Экономия удельного расхода электроэнергии на шунте электролизера на 2 760 кВт-ч/т магния или на 19,0%;
2	Увеличение производительности электролизера по магнию на 400 кг/сут или на 20 %;
3	Снижение токовой нагрузки, протекающей по шинопроводуна 80 кА;
4	Снижение потерь хлора с газами СТО на 40 кг/т магния.
5	Ожидаемая экономическая эффективность опытно-промышленного электролизера усовершенствованной конструкции по сравнению с промышленными электролизерами составит 26 000 тенге/т магния.

Пуск и испытания опытно-промышленного биполярного электролизёра усовершенствованной конструкции намечены на второй квартал 2019 г.

Литературы:

1. Г.Н. Свалов, О.В. Ладария и др. Аналитическое исследование магниевого электролизера с биполярными электродами // Сб. Электролитическое производство магния, Запорожье, 1972, с. 63-72.

2. А.А. Омельчук, В.Г. Будник, О.Г. Зубрицкий. Электрохимическое выделение металлов из расплавов на твердых биполярных электродах // Докл. АН УССР, сер. Б, 1986, №1, с. 48-50.

3. А.Н. Татакин, В.Н. Бойцева, А.С. Афанасьева, Р.В. Грищенко, Ю.В.Борисоглебский. Способ получения магния на графитовом электроде. Патент РФ №2137864, 1999.

4. А.Н. Татакин, А.С.Чесноков, А.И. Чепрасов, Ж.О. Алибаев, А.И.Чикоданов. Испытания опытного электролизера с биполярными электродами на силу тока 14 кА. Отчет о научно-исследовательской работе. АО ВАМИ, Санкт-Петербург – Усть-Каменогорск, 2000 г.

Жолдотаев В.М.

«УКТМК» АҚ жағдайында биполярлы электролизердің өнеркәсіптік пайдалану тәжірибесі

Түйіндеме. Бұл жұмыста "УКТМК" АҚ жағдайында биполярлы электролизерлерді пайдалану тәжірибесіне талдау жүргізілді. Тәжірибелік-өнеркәсіптік биполярлық электролизерді сынау мақсаттарымен қол жеткізілген көрсеткіштер көрсетілген. Биопольдердің түрлі құрылымдарын қолданудың сипаттамасы келтірілген, осы құрылымның оң және теріс сапасы қарастырылды. Жетілдірілген конструкциядағы биполярлы электролизерлерді енгізу үшін ғылыми-зерттеу жұмыстарының перспективалық бағыттары анықталды.

Түйінді сөздер: биполярлықэлектролизер, анод, катод, биполь, токбойыншашығу.

Zholdotayev V.

Experience of industrial operation of bipolar electrolyzers in the conditions of "UKTMC JSC"

Abstract. In this work, the analysis of the practice of using bipolar electrolyzers in the conditions of JSC "UK TMK". Indicates the objectives of the tests the pilot of a bipolar electrolyzer and progress indicators. The characteristic of application of various structures of biofields is given,the positive and negative quality of this structure was considered. The perspective directions of research works for the introduction of bipolar electrolyzers of improved design are determined.

Key words: bipolar electrolyzer, anode, cathode, bipol, current output.

УДК 546.791

В.А. Карелин[1], А.В. Сазонов[1], Н.В. Карелина[2]

*Научный руководитель - **В.А. Карелин***

[1]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

[2]Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург, Россия

v.a.karelin@mail.ru

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА ТИТАН-ЦИРКОНИЕВЫХ РОССЫПЕЙ

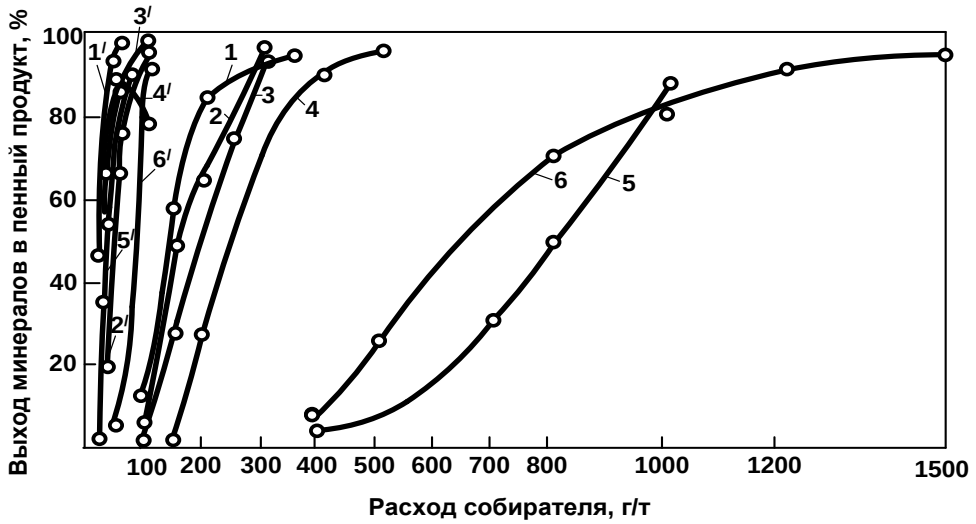
Аннотация. *Исследовано влияние ультразвукового облучения интенсивностью 3,8 Вт/см^2 продолжительностью 1-3-мин на состояние поверхности и флотационные свойства ильментового, рутилового и цирконового концентратов. Предварительная ультразвуковая обработка улучшает условия дальнейшей флотации минералов: уменьшает вторичное шламообразование, расширяет диапазон значений pH пульпы, оптимальных для флотации. Электрокинетическим методом установлено, что предварительная ультразвуковая обработка снижает время индукции при прилипании обработанных ультразвуком минералов, увеличивает прочность закрепления частиц к пузырьку и периметр прилипания. Радиометрическим методом установлено увеличение количества собирателя, закрепившегося на обработанных ультразвуком минералах. Извлечение ильменита в черновой концентрат увеличивается с 72 до 77 %, соответственно рутила с 82 до 86,6 %, циркона с 28,5 до 41,4 %, ставролита с 29,3 до 53,3 %. Содержание основных минералов в одноименных черновых концентратах возрастает: ильменита с 77,5 до 88,5 %, рутила с 27,2 до 49,6 %, ставролита с 33,8 до 55,4 %.*

Ключевые слова: *ультразвуковая обработка, ильментовый, рутиловый, цирконовый концентраты, степень извлечения, состояние поверхности.*

При ультразвуковом облучении титано-циркониевых минералов с частотой колебаний 20 кГц и интенсивностью 3,8 Вт/см^2 в течение 1-3-мин резкое улучшается процесс флотации минералов талловым маслом. Выход минералов в пенный продукт увеличивается: циркона с 18,6 до 98,9 %, рутила с 3,0 до 97,5 %, ильменита с 0 до 94 %, ставролита с 0 до 90 %. Одновременно снижается расход собирателя в 3-15 раз. После ультразвукового облучения сближаются флотационные свойства одноименных минералов различных месторождений, а также различных участков одного и того же месторождения (рисунок 1).

В процессе ультразвуковой обработки происходит диспергирование поверхности минералов. Методом электронной микроскопии установлен размер диспергированных с

поверхности частиц 0,3-0,5 мкм. Тонкодисперсные продукты, получаемые в результате ультразвуковой обработки минералов, резко отличаются по своему составу от исходных минералов. В них увеличивается содержание редких и редкоземельных элементов, появляются элементы, ранее не обнаруживавшиеся в минерале из-за их низкого содержания. Например, содержание Ce в цирконе равное 3,0 %, возрастает до 13% в тонкодисперсном продукте, полученном при его ультразвуковой обработке. Одновременно возрастает содержание La с 1,0 до 3,8 %, Pr с 0,15 и 2,5 %, Nd с 1,0 до 3,9 %, Sm с 0 до 2,4 %.



Самотканское – 1, 1'; Северное – 2, 2'; Александровское – 3, 3'; Малиновское – 4, 4'; Кусковское – 5, 5'; Ширяевское – 6, 6'. 1–6 до и 1'–6' – после ультразвуковой обработки

Рисунок 1 - Влияние ультразвуковой обработки на флотацию ильменита различных месторождений

Выявление характера изменения поверхности минералов при ультразвуковой обработке проводили на кристаллах флюорита. Отсутствие монокристаллов достаточных размеров не позволило провести такие же исследования на минералах титано-циркониевых россыпей. При изучении поверхности монокристаллов флюорита использованы методы измерения микротвердости и диэлектрической проницаемости, избирательного травления и рентгеновской дифракционной топографии [1].

Предварительная ультразвуковая обработка в течение 3 мин улучшает технологические показатели процесса разделения коллективного концентрата – уменьшает выход промежуточных продуктов, увеличивает выход проводящей и непроводящей фракций, повышает извлечение минералов в одноименные черновые концентраты и улучшает их качество.

Уменьшается содержание примесных минералов в черновых концентратах. В ильменитовом концентрате снижается содержание рутила с 1,65 до 0,17 %, циркона с 0,47 до 0 %, ставролита с 14,2 до 6,2 %, турмалина с 2,8 до 0,7 %. В цирконовом концентрате снижается содержание рутила с 2,9 до 1,5 %, ильменита с 0,28 до 0,07 %. В ставролитовом продукте уменьшается содержание ильменита с 56,5 до 32,9 %.

Используемый в работе магнитострикционный преобразователь имел недостаточную производительность для обработки больших объемов минеральных пульп.

Для акустической обработки коллективного концентрата испытан гидродинамический преобразователь роторного типа [2].

Сравнение результатов доводки коллективного концентрата после акустической обработки и механической оттирки (таблица 1) подтверждает, что метод акустической

обработки является эффективным и интенсифицирует процесс доводки коллективного концентрата.

Таблица 1 – Качество конечных концентратов, %

Условия обработки коллективного концентрата	Циркон	Рутил	Ильменит	Дистен	Ставролит	Лейкоксен	Хромит
Ильменитовый концентрат							
Механическая оттирка	0,11	1,91	93,32	–	0,50	1,80	2,36
Акустическая обработка	0,04	1,31	95,58		0,34	1,09	1,64
Рутиловый концентрат							
Механическая оттирка	0,39	89,76	2,5	–	–	7,35	–
Акустическая обработка	–	93,0	Ед. зн.	–	–	6,8	0,2
Цирконовый концентрат							
Механическая оттирка	99,32	0,15	0,03	0,43	–	0,07	–
Акустическая обработка	99,50	–	–	0,50	–	–	–

Литературы:

1. Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. Том 2 / Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 1282с.

2. Ультразвуковые излучатели РЭЛТЕК. URL: http://reltec.biz/catalog/item/38

В.А. Карелин, А.В. Сазонов, Н.В. Карелина

Титан-цирконий үйінділерін ультрадыбыстық өңдеу

Аңдатпа. Ұзақтығы 1-3 мин қарқындылығы 3,8 Вт/см2 болатын ультрадыбыстық сәулеленудің ильменттік, рутилдік және циркон концентраттарының беттік жағдайына және флотациялық қасиеттеріне әсері зерттелді. Алдын ала ультрадыбыстық өңдеу минералдардың одан әрі флотация жағдайын жақсартады: қайталама шлам түзілуін азайтады, флотация үшін оңтайлы pH пульпасының мәндерінің ауқымын кеңейтеді. Электрокинетикалық әдіспен алдын ала ультрадыбыстық өңдеу ультрадыбыспен өңделген минералдардың жабысуы кезінде индукция уақытын төмендетеді, бөлшектердің көпіршікке бекітілу беріктігін және жабысу периметрін арттырады. Радиометриялық әдіспен өңделген ультрадыбыстық минералдарға бекітілген жинағыш санының артуы анықталды. Бастапқы концентратта ильменитті бөліп алу 72-ден 77% - ға дейін артады, тиісінше рутил 82-ден 86,6% - ға дейін, циркон 28,5-тен 41,4% - ға дейін, ставролит 29,3-тен 53,3% - ға дейін. Аттас қара концентраттардағы негізгі минералдардың құрамы: ильменит 77,5-тен 88,5% - ға дейін, рутил 27,2-ден 49,6% - ға дейін, ставролитас 33,8-ден 55,4% - ға дейін өседі.

Түйін сөздер: ультрадыбыстық өңдеу, ильменттік, рутилдік, циркон концентраттары, бөліп алу дәрежесі, беттік жағдайы.

V.A. Karelin, A.V. Sazonov, N.V. Karelina

Ultrasonic treatment of titanium-zirconium placers

Abstract. The effect of ultrasonic irradiation with an intensity of 3.8 W/cm^2 with duration of 1-3 min on the surface condition and flotation properties of ilmente, rutile and zircon concentrates was studied. Preliminary ultrasonic treatment improves the conditions for further flotation of minerals: reduces secondary sludge formation, expands the range of pulp pH values that are optimal for flotation. By the electrokinetic method, it has been established that the preliminary ultrasonic treatment reduces the induction time during the adhesion of the ultrasound-treated minerals, increases the strength of particle attachment to the bubble and the perimeter of adhesion. Radiometric method found an increase in the number of collectors, entrenched on the processed ultrasound minerals. The extraction of ilmenite in the rough concentrate is increased from 72 to 77 %, respectively, rutile from 82 to 86.6 %, zircon from 28.5 to 41.4 %, and staurolite from 29.3 to 53.3 %. The content of basic minerals in the same rough concentrates increases: ilmenite from 77.5 % to 88.5 %, rutile from 27.2 % to 49.6 %, staurolite from 33.8% to 55.4 %.

Keywords: ultrasonic treatment, ilmente, rutile, zircon concentrates, degree of extraction, surface condition

УДК 669.431:661.242.2 (043)

Қожабеков Р.Р
Научный руководитель - Т.А. Чепуштанова заведующий кафедрой МПТиТСМ, доктор PhD, ассоциированный профессор,
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
tanya2305@list.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СУЛЬФИДИРОВАНИЯ ОКИСЛЕННЫХ МИНЕРАЛОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИСУТСТВИИ ПИРИТА

Аннотация. *Установлено, что при совместном обжиге окисленной руды с пиритным концентратом в интервале температур 973-1073 К и продолжительности 1,0-1,5 ч, окисленные соединения меди практически полностью сульфидируются, о чем свидетельствуют результаты рентгенограмм. В оптимальных условиях полной диссоциации пирита на ферримагнитные пирротины и серу окисленные минералы цветных металлов в интервале температур 673-773 К разлагаются на простые оксиды, которые, реагируя с пиритом или элементной серой, полностью сульфидируются соответственно при 973 и 823-853 К.*

Ключевые слова: *сульфидирующий обжиг, термическая обработка, окисленные соединения цветных металлов, пирит.*

Стремительно увеличивающиеся потребности экономики в цветных металлах, ограниченность запасов сульфидных руд требуют разработки новых подходов в технологиях обогащения сульфидно-окисленных руд и окисленных руд, которые широко распространены и представляют собой значительную сырьевую базу получения меди, свинца, цинка и других цветных металлов. Трудность обогащения этих минералов, по сравнению с сульфидными, обусловлена высокой гидрофильностью поверхности окисленных минералов и как, следствие, низкой флотационной активностью [1-2].

Для большинства серосодержащих месторождений цветных и редких металлов кроме сульфидных форм минералообразования характерно присутствие окисленных и смешанных зон, которые отличаются малым содержанием ценных компонентов и трудной обогатимостью, в связи, с чем служат источником накопления забалансовых руд. Наиболее распространенными окисленными минералами цветных металлов являются гидрооксиды, карбонаты, сульфаты и силикаты, диссоциирующие в интервале температур 573-873 К с образованием оксидов. По литературным данными при совместном нагревании окисленных минералов с пиритом или элементной серой при 973-1173 К происходит в основном их сульфидирование. Отмечается также присутствие в огарке ферритов, металлических фаз и оксидов железа [3-6].

Целью исследований стало изучение термического поведения смесей оксидов цветных металлов с пиритом.

Исходные данные.

Исследовано термическое поведение смесей оксидов меди, свинца и цинка (марки «х.ч.») с пиритом.

Исходным материалом служил мономинеральный пирит (99,05 % пирита), отобранный из промышленной железо-магнетитовой руды Соколовского месторождения, содержащий 53,9 % железа и 45,15 % серы. Кристаллооптическим методом присутствия минералов цветных металлов в минерале не выявлено, поле зрения – 0,3 мм, содержание кварца – 0,85 %. Крупность исходного минерала - 0,1 мм. Зерна мономинерального пирита представлены вытянутыми, реже изометрическими, остроугольными обломками крупностью от сотых долей миллиметра до 0,1-0,2 мм. Магнитная восприимчивость исходного материала

анализировалась на каппаметре KLY-2 (Чехия) с чувствительностью 3-5·10^{-8} СИ, удельная магнитная восприимчивость исходного пирита = 1,8 – 2·10^{-6} ед. СИ/г.

Методика эксперимента.

На основании термодинамического анализа доказано, что область гомогенности синтезированного пирротина представляет собой непрерывный ряд соединений железа с серой; установлено, что в системе Fe-S-O возможно образование пирротинов состава от FeS до $Fe_{0,877}S$ или Fe_7S_8; сульфидирование оксидов и карбонатов свинца и цинка пиритом с образованием соответствующих сульфидов термодинамически вероятно при температурах выше 300 ºС, пирит при этом разлагается до FeS, Fe_7S_8 или $Fe_{0,877}S$. Т.е. при сульфидировании окисленных соединений свинца и цинка возможно образование пирротина в пределах его области гомогенности.

Термогравиметрические исследования пирита. Исследования механизма термического разложения пирита при нагревании в различных средах, выполнены на дифференциальном, сканирующем, термогравиметрическом калориметре STA 409 PC/PG (NETZSCH), рисунок 1, воспроизводимость измеряемых параметров - 0,1 %.

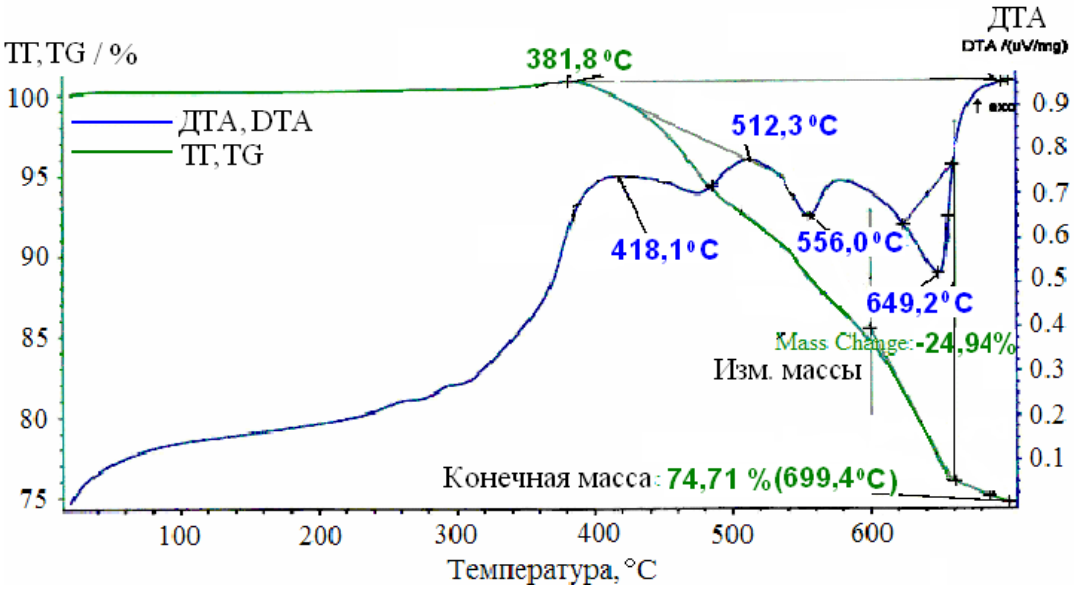


Рисунок 1 – Термогравитограмма пирита в атмосфере воздуха

Исследования показывают, что увеличение массы при 380 ºС - на 0,95-1 % в атмосфере воздуха происходит за счет образования промежуточных оксисульфидных комплексов или кислородсодержащих химических соединений адсорбированным поверхностью пирита кислородом. На термограммах фиксируются последовательные эндотермические эффекты (при 556 и 650 ºС таблица 1), свидетельствующие о протекании процесса в 2 стадии.

В работе выполнены также исследования разложения пирита в вакууме. В вакууме – высокотемпературный пик смещен в область более низких температур 605 ºС.

Таблица 1 – Результаты термогравиметрического анали за

Атмосфера	Стадии	Т, ºС	Исх. навеска, мг	Потеря массы, %	ΔН, кДж/моль
Вакуум	-	605	170,75	10,18	3985
Воздух	1 стадия	556	170,50	4,10	2985
	2 стадия	650	170,50	12,45	5568

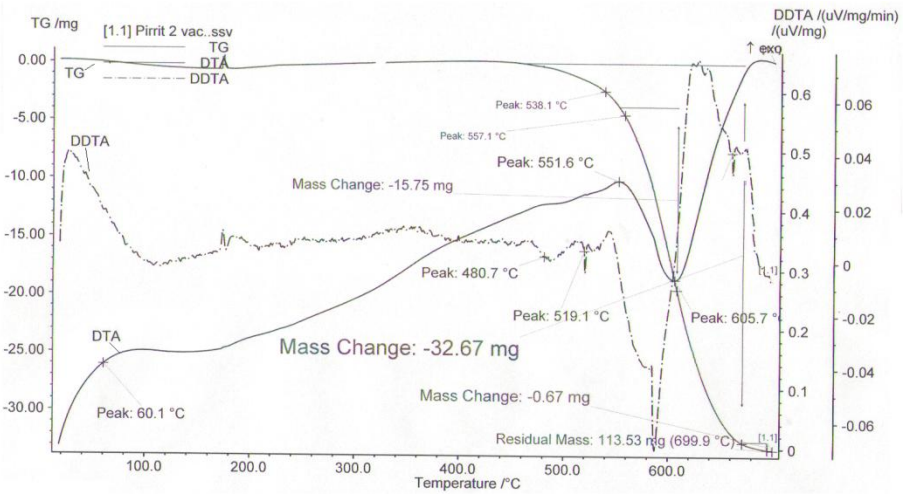


Рисунок 2 – Термогравитограмма пирита в вакууме

Величина первого эффекта зависит от содержания кислорода в газовой фазе и от крупности. В воздухе при 556 ºС происходит взаимодействие первичных оксисульфидов и сульфатов с пиритом, с образованием пирротинов, а при 650 ºС начинается процесс разложения пирита с образованием пирротинов. В вакууме процесс происходит в одну стадию при 605 ºС.

Термическое поведение окисленных минералов цветных металлов в присутствии пирита.

В кварцевый тигель загружали определенную навеску пирита, затем добавляли исследуемый окисленный материал. Продукты термообработки подвергались рентгенофазовому анализу. При 973 К в течение часа происходит полная сульфидизация окисленных соединений цветных металлов, рисунок 3. В продуктах взаимодействия ферриты, металлические фазы, свободная (поверхностная) сера не образуются.

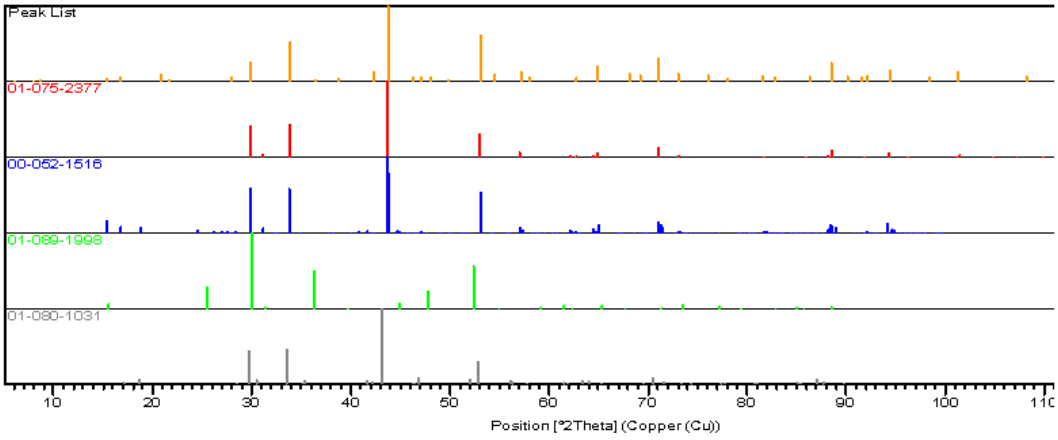


Рисунок 3 - Штрихрентгенограммы продуктов термической обработки смесей пирита с Cu_2O-PbO-ZnO

Выводы. Результатами установлено, что при совместном обжиге окисленной руды (53,70 % двуокиси кремния: 21,50 % сумма оксидов алюминия, кальция и магния; 12,11 % трехокиси железа; 0,58 % меди; 9,98 % прочее) с пиритным концентратом (37,1–37,9 % железа; 37,9-45,1 % серы; 10,0 % двуоксида кремния; 2,4–3,1 % Al_2O_3; до 1,0 % меди) в интервале температур 973-1073 К и продолжительности 1,0-1,5 ч, окисленные соединения

меди практически полностью сульфидируются, о чем свидетельствуют результаты рентгенограмм.

Таким образом, при установленных условиях обжига полной диссоциации пирита на ферро- и ферримагнитные пирротины и серу, окисленные минералы цветных металлов в интервале температур 673-773 К разлагаются на простые оксиды, которые, реагируя с пиритом или элементной серой, полностью сульфидируются соответственно при 973 и 823-853 К.

Литературы:

1. Yusupov, T.I. *Mechanical Activation Processes in Mineral Processing* Instutut Gornogo Dela SO RAN publishing. – Novosibirsk, 2009.

2. Т.А. Кетегенов. Механохимическое сульфидирование окисленных минералов меди. Известия Национальной Академии наук Республики Казахстан. – №4. – 2011. – С. 63-66.

3. Абишев Д.Н., Пашинкин А.С. Магнитные сульфиды железа. – Алма-Ата: Наука, 1981. – С. 310.

4. Arustamian, M.A., Nemchinova, L.A. Production of saleable copper and zinc concentrates using flotation of mature tailings of non-ferrous ore processing with mechanical attrition (Conference Paper). IMPC, Pages 1910-1919, 29th International Mineral Processing Congress, IMPC 2018; Moscow; Russian Federation; September 2018.

5. Güntner, J., Hammerschmidt, J. Sulphating roasting of copper-cobalt concentrates. SAIMM //Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy. – 2012. – V. 112. – P. 455-460.

6. Gerson A.R., Smart R.S.C., ,Li J., ,Kawashima N., Weedon D., Triffett B., Bradshaw D. Diagnosis of the surface chemical influences on flotation performance: Copper sulfides and molybdenite. International Journal of Mineral Processing, 2012. – V. 106-109. – P. 16-30.

Қожабеков Р.Р., Чепуштанова Т.А.

Пириттің қатысуымен түсті металдардың тотыққан минералдарының сульфидтеу процесін оқып үйрену

Аңдатпа. Тотыққан кенді пиритті концентратпен бірге күйдіру кезінде, 973-1073 К температура аралығында және 1,0-1,5 сағ ұзақтықта мыстың тотыққан қосылыстары толығымен сульфидтелетіндігі анықталды, бұл туралы рентгенограммалардың нәтижелері куәландырады. Пириттің ферримагниттік пирротиндер мен күкіртке толық диссоциациялануының оңтайлы жағдайларында 673-773 к температура аралығында түсті металдардың тотыққан минералдары қарапайым оксидтерге ыдырайды, олар пиритпен немесе элементті күкіртпен әрекет ете отырып, тиісінше 973 және 823-853 К-ге сульфидтеледі.

Түйінді сөздер: сульфидтік күйдіру, термиялық өңдеу, түсті металдардың тотыққан қосылыстары, пирит.

Kozhabekov R.R., Chepushtanova T.A.

Studying the process of sulfiding oxidized non-ferrous metal minerals in the presence of pyrite

Abstract. It has been established that when the oxidized ore roasted with pyrite concentrate at the temperature range 973-1073 K and the duration is 1.0-1.5 h, the oxidized copper compounds are almost completely sulfidizied, as evidenced by the results of X-ray diffraction. Under optimal conditions for the complete dissociation of pyrite into ferrimagnetic pyrrhotites and sulfur, oxidized non-ferrous metal minerals in the temperature range 673-773 K decompose into simple oxides, which, reacting with pyrite or elemental sulfur, completely sulfide accordingly at 973 and 823-853 K.

Key words: sulfidizing roasting, heat treatment, oxidized compounds of non-ferrous metals, pyrite.

УДК 669.2

Д.Р. Магомедов[1,2]
Научный руководитель – А.К. Койжанова, зав. лабораторией спецметодов гидрометаллургии им. Б.Б. Бейсембаева, АО «Институт Металлургии и обогащения», кандидат технических наук.
[1]*АО «Институт Металлургии и Обогащения», Казахстан, г. Алматы*
[2]*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*
davidmag16@mail.ru

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ СОРБЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ОКИСЛИТЕЛЕЙ

Аннотация. *В работе приведены результаты исследований способов извлечения золота из золотосодержащих лежалых хвостов сорбции. Физико-химические и минералогические исследования пробы хвостов, показали содержание золота 4,75 г/тонну, фазовый и качественный состав указали на то, что проба представляет собой упорное сырье, с преобладанием сульфидных минералов - арсенопирита и пирита. В ходе экспериментов по извлечению золота было исследовано влияние предварительного окисления пульпы, ввода в систему поверхностно-активных веществ, а также других комбинаций реактивов на процесс выщелачивания. Опробовано ультратонкое измельчение пробы до крупности 0,02 мм с последующим выщелачиванием. Проведенные исследования показали возможность повышения степени извлечения золота в 2-2,5 раза из сырья данного типа по сравнению с прямым цианированием.*

Ключевые слова: *выщелачивание золота, упорное сырье, активаторы окисления, поверхностно-активные вещества, хвосты сорбции.*

В процессе промышленной переработки золотосодержащего минерального сырья практически вся обрабатываемая горная масса сосредоточена в хвостохранилищах и за годы деятельности золотодобывающих предприятий накапливаются многомиллионные хвостовые отвалы. Такие отвалы прошлых лет золотобычи могут быть представлены мелкими материалами: хвостами гравитации, амальгамации, флотации, кеками цианирования, огарками и др. Содержание золота в хвостовых отвалах прошлых лет может превышать содержание в рудах текущей добычи [1]. Решение проблемы повторной добычи золота из отходов добычи и обогащения руд сдерживается недостаточностью исследований в области технологий извлечения золота из низкосортного сырья.

Для проведения научно-исследовательских работ использовались представительные пробы лежалых хвостов ЗИФ Васильковского месторождения ТОО «AltyntauKokshetau».

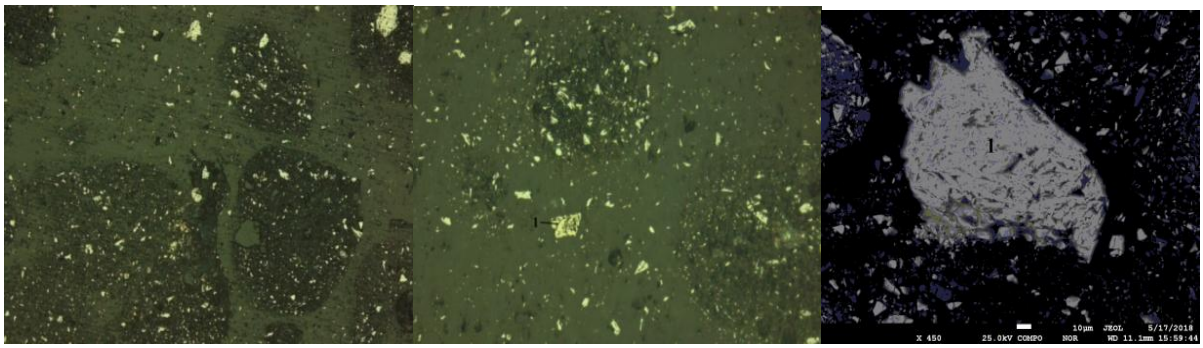
Рентгенофазовый анализ исследуемой пробы лежалых хвостов сорбции, показал значительное количество арсенопирита (29,2%), кварца (16,5%), пирита (10,3%) и других минералов.

В ходе химического анализа было установлено содержание золота равное 4,75 г/т, серебра 0,92 г/т, железа – 20,9%, серы – 12,72%, а также незначительные количества меди (0,04%) и цинка (0,005%).

Образец лежалых хвостов представляет собой золотоносное месторождение, в виде тонкозернистого сыпучего материала, черного цвета. Зерна в брикете очень мелкие, размером в сотые доли мм и до 0,01 – 0,09-0,1 мм. Большая часть обломков зерен неправильной формы. Зерна обычно свободные, но встречаются и в виде включений в нерудной массе. Породообразующие минералы по данным минералогического и рентгенофазового анализов представлены арсенопиритом, пиритом, кварцем, мусковитом, калиевым полевым шпатом, альбитом, кальцитом. Преобладает арсенопирит (рисунок 1, в),

составляющий более 30%, нерудная часть образует скопления как одного зерна. Пирит (рисунок 1, б) в основном встречается в сростке с нерудными минералами.

После изучения физико-химических свойств и минералогического состава осуществлялась подготовка проб лежалых хвостов к экспериментам по извлечению золота методом агитационного выщелачивания. Эксперименты по выщелачиванию золота из лежалых хвостов проводились на пробе с исходным содержанием – 4,75 г/т. Перед началом экспериментов были изучены различные комбинации выщелачивающих реагентов, включающие применение поверхностно активных веществ, окислителей, дополнительное измельчение пульпы и т.д.



а б в

а- увеличение ×100; б- увеличение ×200, фрагмент пирита; в- увеличение ×450 Режим COMPO, фрагмент арсенопирита

Рисунок 1 - Проба лежалых хвостов

Так, поверхностно-активные вещества (ПАВ) увеличивают скорость окисления сульфидов в начальный период, сокращают инкубационный период начала их окисления (лагфазу). Однако полнота завершения процесса практически не изменяется. Рекомендуется добавлять в раствор 0,0001-0,05 % ПАВ на основе полиэксиэтиленовых моно-лауратов, пальматов, стеаратов, олеатов [2]. Как один из видов поверхностно-активных веществ использовали сульфанол (алкилбензолсульфонат, смесь изомеров натриевых солей алкилбензолсульфо- кислот, с общей формулой $R\text{-}C_6H_4NaO_3S$, где R — радикал, соответствующий общей формуле C_nH_{2n+1}, где n=14—18).

Учитывая тот факт, что зачастую золото связано с кристаллической решеткой минералов, было также решено отработать варианты с применением окислителей с целью разрушения главным образом сульфидных минералов таких как пирит и арсенопирит [3-4].

Тонкая вкрапленность золота — наиболее распространенная причина упорности золотых руд. Для их переработки используют схемы с трехстадиальным измельчением, дающие весьма тонкий помол (90—95% класса —0,04 мм).

Помимо прямого цианирования, окисления гипохлоритом кальция и цианирования с ПАВ, были использованы варианты выщелачивания с предварительной обработкой фторидом аммония для разрушения структуры кварца, сульфат натрия для предварительного извлечения мышьяка, водная и кислотная промывки, применение бактериального раствора [6] и тиомочевины. Всего было отработано 14 вариантов выщелачивания, результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты выщелачивания золота

Дополнительные условия/реагенты	Кек Au, г/т	EAu,%
Только NaCN-0,1% (контроль)	3,84	19,16
H_2SO_4 2%, нейтр.→pH 10-11, NaCN-0,1%	4,22	11,16

H_2SO_4 2%, нейтр.→pH 10-11, NH_4F 0,5 г, NaCN- 0,1%,	3,88	18,32
$Ca(ClO)_2$-1г, NaCN- 0,1%	3,73	21,47
H_2SO_4 2%, нейтр.→pH 10-11, Na_2SO_4-3,5 г, NH_4F-0,6 г, NaCN-0,1%	3,8	20,00
H_2O промывка, H_2SO_4 3%, бактерии, $CS(NH_2)_2$ -1г	3,95	16,84
NaCN-0,1%, ПАВ сульфанол – 0,5г	2,9	38,95
NaCN-0,1%, ПАВ стеарат натрия – 3,5г	3,2	32,63
NaCN-0,1%, анионные ПАВ – 2,5г	3,37	29,05
H_2SO_4 2%, нейтр.→pH 10-11, NaCN-0,1%, + стерарат натрия 3,5г	2,85	40,0
H_2SO_4- 2%, нейтр.→pH 10-11, NaCN-0,1%, + сульфанол	2,71	42,95
Измельчение до 0,02мм + NaCN-0,1%,	2,64	44,42
Измельчение до 0,02мм +NaCN-0,1% + сульфанол	2,06	56,63
Измельчение до 0,02мм + NaCN-0,1% + стеарат натрия 3,5г	2,35	50,52

Как видно из приведенной выше таблицы, извлечение золота из данных лежалых хвостов сорбции с применением различных активаторов окисления, не дает эффективных результатов. Прямое цианирование позволяет извлечь только 19,16%. Наиболее частым случаем большого расхода цианида натрия является присутствие в рудах или концентратах сульфидных минералов железа (их еще называют колчеданами) пирита, марказита и пирротина. Большинство свежих сульфидных минералов железа очень медленно и слабо взаимодействует с цианидом натрия. Но достаточно этим сульфидам полежать во влажном состоянии на воздухе, как уже начинается процесс их разложения. Особенно легко происходит окисление измолотых колчеданов вследствие огромного увеличения их поверхности. При этом наиболее быстро окисляются пирротины. Последние начинают разлагаться от забоя и особенно энергично окисляются при измельчении с отщеплением элементарной серы, которая реагирует с цианидом по реакции: NaCN + S = NaCNS с образованием роданистого натрия, не растворяющего золото. Сера мешает растворению золота, поглощая кислород. Даже незначительное количество в руде пирротина может являться причиной низкого извлечения золота и настолько большого расхода цианида, что обработка руд цианированием становится экономически невыгодной [7]. Применение гипохлорита кальция, в качестве окислителя в 4-м варианте, незначительно повысило степень извлечения до 21,47%. Применение ПАВ способствовало более значительному повышению степени извлечения, в частности: с использованием анионных ПАВ извлечение составило – 29,05, со стеаратом натрия – 32,63%, с сульфанолом – 38,95%. Предварительная кислотная промывка, с последующим использованием ПАВ и цианированием показала извлечение на уровне 40,0% (со стеаратом натрия) и 42,95%(с сульфанолом). Максимальные показатели извлечения были достигнуты при тонком помоле на бисерной мельнице до класса крупности – 0,02мм. Прямое цианирование тонкоизмельченной пробы дало результат 44,42% извлечения золота. Применение стеарата натрия при цианировании пробы с крупностью -0,02мм увеличило извлечение до 50,52%, а сульфанола – до 56,63%. На рисунке 2 приведена гистограмма сравнения экспериментальных вариантов выщелачивания золота из лежалых хвостов сорбции.

Рисунок 2 – Сравнение эффективности вариантов выщелачивания золота

Таким образом, было подтверждено, что для эффективного извлечения золота из данного типа сырья – лежалых хвостов сорбции с высоким содержанием арсенопирита и пирита, необходимо более тонкое измельчение до -0,02мм. Однако, учитывая тот факт, что для производственных условий достижение такого тонкого помола в большинстве случаев неосуществимо, можно рассмотреть варианты, предполагающие химическое разрушение золотосодержащих сульфидных минералов. Эксперименты показали, что в процессе окислительного выщелачивания, возникает необходимость в окислении не только золотосодержащих сульфидов, но и выделяющейся молекулярной серы, которая способна снижать эффективность цианирования. Поэтому для выщелачивания золота из данной пробы лежалых хвостов, может быть рекомендована схема переработки включающая предварительную промывку серной кислотой, с последующей обработкой ПАВ сульфанолом, затем, после достижения полного окисления сульфидных минералов и выделяющейся серы цианидное выщелачивание.

Литературы:

1. Дементьев В.Е., Дружина Г.Я., Гудков С.С. Кучное выщелачивание золота и серебра. – Иркутск: ОАО «Иргиредмет», 2004. – С 76-77.

2. Луганов В.А. Конспект лекций по дисциплине «Специальные главы теории металлургических процессов». Satbayev University. 2018. Лекция №14.

3. Kenzhaliyev B.K., Berkinbayeva A.N., Dosymbayeva Z.D., Sharipov R.Kh. Extraction Of Non -Ferrous And Noble Metals From Mill Tailing By Solutions In The Presence Of Oxidizing Agents nternational Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)ISSN: 2394-3661. – Volume-4. Issue-8. August, 2017. – P 93-95.

4. Гипергенные изменения эндогенных рудных месторождений, материалы сайта http://biofile.ru/geo/15203.html

5. Kenzhaliev B.K., Koizhanova A.K., Abdykirova G.J., Kamalov E.M., Magomedov D.R. Leaching goldcontaining raw materials using an oxidizing agent. Proceedings of International scientific and practical conference“ The Effective Technologies of Non - Ferrous, Rare and Precious Metals Manufacturing” DOI: 10.31643/2018-7.14 – P. 185

6. Барченков В.В. О безвозвратных потерях цианида в процессе растворения золота и мерах по его снижению ЗАО «ИИС Минералз». –Золотодобыча, №187, июнь, 2014. https://zolotodb.ru/article/11096

Д.Р. Магомедов, А.К. Койжанова

Беттік белсенді заттар мен тотықтырғыш заттардың көмегімен сорбциялық қалдықтардан алтынды бөліп алу

Аңдатпа. Жұмыста алтын құрамды сорбция қалдықтарынан алтынды бөліп алу әдістерінің зерттеу нәтижелері келтірілген. Үлгінің физикалық, химиялық және минералогиялық зерттеулері алтынның құрамын

4,75 г / тоннаға дейін көрсеткен, фазалық және сапалық құрамы сынама үлгісі сульфидті минералдар - арсенопирит пен пиритті көрсетті. Алтын өндіру тәжірибелерінде пульпаның алдын-ала тотығуының әсері, жүйеге беттік-белсенді заттардың енгізілуі, сондай-ақ шаймалау процесінде реагенттердің басқа комбинациясы зерттелді. Үлгіні 0,02 мм бөлшектердің өлшеміне ультрафинді ұнтақтау кейіннен шаймалаумен сыналды. Зерттеулер тікелей цианидпен салыстырғанда бұл түрдегі шикізаттан 2-2,5 есе алтын өндіру дәрежесін арттыру мүмкіндігін көрсетті.

Түйін сөздер: алтын шаймалау, өңделуі қиын шикізат, тотығу активаторы, беттік белсенді заттар, сорбциялық қалдықтар

D.R. Magomedov, A.K. Koizhanova

Leaching of gold from sorption tailings using surfactants and oxidizing agents

Abstract. The paper presents the results of studies of methods for extracting gold from gold-bearing old sorption tailings. Physical, chemical and mineralogical studies of tail samples showed gold content of 4.75 g / ton, phase and qualitative composition indicated that the sample is a refractory raw material, with a predominance of sulfide minerals - arsenopyrite and pyrite. In the course of the gold extraction experiments, the effect of preliminary oxidation of the pulp, the introduction of surfactants into the system, as well as other combinations of reagents on the leaching process was investigated. Ultrafine grinding of the sample to a particle size of 0.02 mm, followed by leaching. Studies have shown the possibility of increasing the degree of gold extraction by 2-2.5 times from raw materials of this type as compared with direct cyanidation.

Keywords: gold leaching, refractory raw materials, oxidation activators, surfactants, sorption tailings.

УДК 669.334.6

Мамбетжанова А.М.[1,2], Болотова Л.С.[2], Мамырбаева К.К.[1], Луганов В.А.[1]

Научный руководитель – Луганов В.А., профессор, доктор технических наук

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

[2]Филиал РГП «НЦ КПМС РК» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр», Казахстан, г. Алматы

aliya.myrzagulovna@gmail.com

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКОМКОВАННОЙ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЙ РУДЫ

Аннотация: *Статья посвящена изучению гидродинамических характеристик окисленной медно-никелевой руды. Представлены результаты исследований гидродинамических характеристик исходной руды с предварительным окомкованием и без окомкования. Показаны результаты исследований стойкости окатышей к воздействию растворов серной кислоты. В результате исследований были установлены рекомендуемые параметры окомкования, обеспечивающие успешное проведение кучного выщелачивания. Расход гипса - 100 кг/т руды, крупность руды -50 мм, крупность окатышей 20 – 30 мм.*

Ключевые слова: *кучное выщелачивание, окисленная руда, окомкование, ситовой анализ.*

Важной характеристикой руды, подвергаемой кучному выщелачиванию, является проницаемость ее в штабеле. Наличие в руде большого количества тонких фракций (глины, шламы) ухудшает фильтрацию, приводит к образованию закупоренных зон внутри штабеля и каналов, что снижает извлечение ценного компонента и увеличивает продолжительность выщелачивания [1].

При кучном кислотном выщелачивании имеется возможность получения продуктов с более высоким содержанием меди, чем во флотационных концентратах. Кроме того, осуществление процесса кучного выщелачивания требует меньших капитальных затрат, чем при обогащении измельченной руды флотационным методом. Основным недостатком данного метода применительно к окисленным рудам является то, что данная руда имеет низкую проницаемость для растворов вследствие повышенного содержания в руде мелких классов, обладающих кольматирующими свойствами [2].

Предотвратить сегрегацию рудного материала, нормализовать и интенсифицировать процесс выщелачивания позволяет предварительное окомкование с добавками связующих материалов. Основная цель окомкования — получение проницаемого для растворов пористого материала, который был бы устойчив к механическому воздействию при транспортировке, формировании кучи и просачивании растворов в глубь штабеля [1].

Изучалось поведение окисленной медно-никелевой руды, в условиях кучного выщелачивания. С целью изучения гранулометрической характеристики руды был проведен ситовой анализ дробленной руды крупностью -50 мм с распределением меди по классам крупности (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты ситового анализа исходной руды крупностью -50 мм

Класс крупности, мм	Выход,		Содержание Cu, %	Распределение Cu, %
	г	%		
-50 +20	1975	33,76	2,38	42,78
-20 +10	670	11,45	2,36	14,39
-10 +5	538	9,20	2,00	9,79
-5 +2,5	450	7,69	1,86	7,62
-2,5 +0,63	510	8,72	1,46	6,78
-0,63	1707	29,18	1,20	18,64
Руда	5850	100,00	1,878	100,00

Ситовой анализ руды показывает, что с уменьшением класса крупности уменьшается содержание в нем меди. Более 40% всей меди сосредоточено в классе крупности -50 +20 мм.

Кроме того, ситовой анализ показал, что проба руды крупностью – 50 мм более, чем на треть представлена материалом крупностью -2,5 мм. Этот показатель свидетельствует о том, что для переработки руды крупностью -50 мм по технологии кучного выщелачивания вероятнее всего будет необходима предварительная окомкование руды.

Необходимость и эффективность окомкования оценивают по гидродинамическим характеристикам рудных проб, для чего проводят специальные исследования.

Методика исследований

Исследования гидродинамических характеристик проводили в соответствии с методикой, разработанной компанией «Kappes, Cassiday and associates» [3] в колоннах диаметром 97 мм высотой 480 мм. В колонны засыпали по 4 кг руды, затем определялась степень усадки и предельная скорость перколяции раствора.

Окомкование руды крупностью -50 мм и -20 мм проводили в лабораторном грануляторе барабанного типа.

В качестве связующей добавки при окомковании используют цемент, известь, отходы ряда производств (в том числе пыли цементных заводов) и различные композиции на их основе, эффективность которых может меняться в зависимости от типа и специфических особенностей исследуемой руды.

Применение цемента в качестве связующего при окомковании руды для процесса сернокислотного выщелачивания не подходит ввиду его разрушения в кислой среде. В связи с этим, при окомковании в качестве связующего был испытан гипс, который не взаимодействует с серной кислотой.

После агломерации окатыши заливались 3% раствором серной кислоты и выдерживались в течение 24 часов, затем загружались в колонну для тестов по перколяции в описанном ранее режиме.

Результаты и их обсуждение

Первоначально были исследованы гидродинамические характеристики исходной руды крупностью -50 мм и -20 мм без окомкования (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты тестов по перколяции руд без окомкования

Показатели	Крупность руды, мм	
	-50	-20
Степень осаждения руды, % -после замачивания - конечная	 0,7 0,95	 0,6 0,65
Предельная степень перколяции, л/м^2/ч	6498,8	4549,4

В процессе проведения тестов было отмечено, что с течением времени (5-10 минут) скорость перколяции существенно снижается и становится близкой к нулю. Таким образом проведение кучного выщелачивания без предварительного окомкования руды нецелесообразно.

Результаты исследований перколяции окомкованной руды приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Результаты тестов по перколяции гранулированной с добавлением гипса руды крупностью -50 мм

Показатели	Расход гипса, кг/т руды			
	20	40	80	100
Степень осаждения руды, % -после замачивания - конечная	 7,4 9,6	 3,8 4,4	 2,0 2,4	 2,0 2,2
Конечная влажность окатышей, %	12,0	13,0	14,5	15,5
Предельная скорость перколяции раствора, л/м^2/ч	650	1422	2140	24858

Таблица 4 – Результаты тестов по перколяции гранулированной с добавлением гипса руды крупностью -20 мм

Показатели	Расход гипса, кг/т руды			
	20	40	80	100
Степень осаждения руды, % -после замачивания - конечная	 8,2 10,2	 5,4 7,0	 2,5 2,8	 2,5 2,6
Конечная влажность окатышей, %	12,5	14,5	15,0	16,0
Предельная скорость перколяции раствора, л/м^2/ч	650	1380	1543	14622

Результаты тестов по перколяции окомкованной руды показали, что удовлетворительные результаты по предельной скорости перколяции (> 10000 л/м^2/ч) и степени осаждения руды (< 10%) получены при добавке гипса в качестве связующего в количестве 100 кг/т руды.

Кроме стандартных тестов дополнительно был проведен тест для изучения стойкости окатышей к воздействию растворов серной кислоты. Окомкованную руду крупностью -50 мм с добавлением гипса в количестве 100 кг/т руды в колонке для исследований гидродинамики залили водой на 16 часов. По истечении этого времени предельная скорость перколяции составила 3344 л/м^2/ч, т.е. за это время скорость снизилась более чем в 4 раза. Разрушение окатышей произошло на 40-50%.

Было замечено, что в руде присутствуют минералы (лимонит, малахит, азурит, самородная медь, халькозин, борнит, окислы марганца, окислы железа, кальцит, арагонит), которые при смачивании набухают существенно увеличиваясь в объеме, вследствие чего происходит механическое разрушение связей, образованных гипсом.

Из литературных источников известно, что для кучного выщелачивания металлов и руды, требующей окомкования, применяют рассев на классы -10 мм и +10 мм, крупный класс складируют в кучи, мелкий класс перерабатывают другими методами. Для проверки гидродинамических характеристик были выделены классы -50 +10 мм (выход класса от руды 45%) и -50 +2 мм (выход класса от руды 67%). Оба продукта показали хорошие гидродинамические характеристики и удовлетворили требованиям ведения процесса кучного выщелачивания.

Технология окомкования рекомендуется к проверке в укрупненном масштабе. К проверке предлагается технология с параметрами: расход гипса - 100 кг/т руды, крупность руды -50 мм, крупность окатышей 20 – 30 мм.

Литературы:

1. Бывальцев В.Я., Гудков С.С. Практические вопросы кучного выщелачивания // www.zolotodb.ru.

2. Аксенов А.В., Васильев А.А., Яковлев Р.А., Серёдкин Ю.Г. Опыт исследования и разработки технологии кучного выщелачивания окисленных медных руд медно-порфировых месторождений. Вестник ИрГТУ. – №6 (77) 2013. – 135 с.

3. Официальный сайт компании «Kappes, Cassiday and associates» - //www.kcareno.com

Мамбетжанова А.М.[1,2], Болотова Л.С.[2], Мамырбаева К.К.[1], Луганов В.А.[1]

Түйіршіктелген мыс-никель кенінің гидродинамикалық сипаттамалары

Аңдатпа. Мақала тотыққан мыс-никель кенінің гидродинамикалық сипаттамалырын зерттеуге арналған. Түйіршіктелген және түйіршіктелмеген бастапқы кеннің гидродинамикалық сипаттамаларын зерттеу нәтижелері берілген. Күкірт қышқылы ерітінділерінің түйіршіктердің төзімділігіне тигізетін әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеулер нәтижесінде үймелі шаймалауының табысты жүргізілуін қастамасыз ететін ұсынылған түйіршіктеу параметрлері анықталған. Гипс шығыны – 100 кг\т, кен ірілігі –50 мм, түйіршік ірілігі 20 – 30 мм.

Түйін сөздер: үйме шаймалау, тотыққан кен, түйіршіктеу, електен талдау.

Aliya Mambetzhanova[1, 2], Lyudmila Bolotova[2], Kulzira Mamyrbayeva[1], Vladimir Luganov[1]

Hydrodynamic characteristics of pelletizing copper-nickel ore

Abstract. The article is devoted to the investigation of hydrodynamic characteristics of oxidized copper-nickel ore. The results of investigation on the hydrodynamic characteristics of the source ores with preliminary pelletizing and without pelletizing are presented. Get the results of studies of the resistance of the pellets to the impact of solutions of sulfuric acid. As a result of the research, recommended parameters were established that are necessary for successful heap leaching. The consumption of gypsum is 100 kg/t, the ore size is 50 mm, the size of pellets is 20-30 mm.

Keywords: heap leaching, oxidized ore, pelletizing, sieve analysis

УДК 669.21.669.053.4

К.К. Мамырбаева[2], Ж.Бакберген[2], Д.Р. Магомедов[1]

[1]АО Институт металлургии и обогащения, г. Алматы

[2]Сәтбаев Университеті, г. Алматы

gulzira70@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ЦИАНИРОВАНИЕМ ИЗ ОКИСЛЕННОЙ РУДЫ

Аннотация. *В статье приведены результаты исследования по извлечению золота цианированием из окисленной золотосодержащей руды месторождения Карьерное.*

Известно, что основным процессом извлечения золота из руд является цианидное выщелачивание с последующей его сорбцией активированным углем или различными современными ионообменными смолами из пульп. Для достижения высокой степени извлечения металла из руды при выщелачивании необходимо определить влияние многих факторов. Проведенными исследованиями установлены, что на степень извлечения золота из окисленной руды крупность мало влияет. Степень извлечения золота из П1 при крупности 80 % класса 0,071 мм составила 70,6 %; при крупности руды 90 % класса 0,071 мм - 68 %. Степень извлечения золота из П2 при крупности 80 % класса 0,071 мм составила 56,7 %; при крупности руды 90 % класса 0,071 мм во всех испытаниях был равен 40 %.

Ключевые слова: *золото, выщелачивание, цианид натрия, степень извлечения*

По запасам золота Республика Казахстан входит в первую десятку стран в мире (3-е в СНГ), а по добыче - 25-е место. Основные золоторудные месторождения Казахстана сопоставимы с месторождениями зарубежных стран и могут обеспечить более высокий уровень производства в стране. Однако, золотосодержащие руды Казахстана характеризуются низким содержанием металла [1].

Сырьевая база золотодобывающей промышленности Казахстана представлена в основном мелкими (с запасами до 25 т) и средними (от 25 до 100 т) месторождениями, на которых в настоящее время добывается около 70% всего производимого в республике золота. Лидирующее положение занимают месторождения Восточного, Северного и Центрального Казахстана.

Рост спроса на золото значительно увеличивает число месторождений республики, пригодных для рентабельной отработки, например, в Акбакайской группе, расширение добычи на месторождении Васильковское и возобновление отработки Бакырчика. Немаловажную роль играет разработка новых перспективных экологически чистых и рентабельных технологий. Известные бесцианидные технологии переработки упорных руд (хлоридовозгонки и гидрохлорирования) капиталоемкие и экологический опасные [2], поэтому разработка эффективной сорбционной технологий переработки упорного золотосодержащего сырья является весьма актуальной проблемой.

В мире до 45% золота извлекается из цианидных растворов с помощью различных сорбентов, активированного угля. В СНГ сорбционная технология извлечения благородных металлов из цианистых пульп, в основном, базируется на применении анионитов [3], гранулированных активированных углей [4], в некоторых случаях для извлечения золота из растворов (сливы сгустителей) применяют порошкообразные активированные угли, которые после насыщения отправляют на пирометаллургическую переработку.

Объектом исследования явилась окисленная руда золота месторождения «Карьерное», по вещественному составу представляет гидротермально измененные песчаники (кварц - карбонат), алевропесчаники и алевролиты с прожилками кварцевого, карбонат-кварцевого состава, несущие рассеянную вкрапленность пирита.

Для исследований нами были выбраны пробы П1 и П2 из окисленной зоны.

Химическим анализом установлено, что в пробе П1 содержание золота составляет 1,0 г/т. Массовая доля общего углерода составила от 0,14 до 1,87 %, органического углерода менее 0,1 % во всех пробах. Содержание окисленного железа варьировала в пределах 1,85 %. Рентгенофазовыми исследованиями установлено, что проба преобладает кварцем и его содержание составляет 67,21 %, оксида алюминия 12,02 % и железа (255 %). Основными фазовыми составляющими минералами являются кварц и альбит, основной компонент - золото связан с минералами кварц и пирит.

Согласно результатам, рентгенофазового и химического анализов среднее содержание золота в пробе руды поступившей на исследование П2 составило 0,5 г/т. Основную долю в руде составляют оксид кварца и оксид алюминия, содержание их в руде составило 77,5 % и 12,25 %. Содержание железа и серы в руде составило 2,22 % и 0,14 % соответственно.

Содержание цветных металлов и вредных примесей в виде мышьяка и сурьмы минимальны. Содержание углерода составило 0,20 %.

Цианирование исходной руды с подбором оптимального режима. Для изучения эффективности выщелачивания золота из исходной руды, а также для подбора оптимального режима цианидного выщелачивания были выполнены агитационные опыты по выщелачиванию с использованием механических мешалок и принудительной аэрацией, которые проводили с рудой дробленой и измельченной до -0,071 мм с различной концентрацией цианидного раствора. Пробы руды измельчали на виброистирателе. Цианирование измельченного материала с массой 100 г проводили в агитационном режиме с подачей воздуха в следующих условиях: соотношение твердой и жидкой фаз - Т:Ж=1:4; концентрация цианида натрия - 0,05; 0,1; 0,15 г/л, продолжительность выщелачивания - 24 часа, температура 22°С, pH 11,0.

Параметры и результаты цианидного выщелачивания приведены в таблице 1. Достигнутые показатели по степени извлечения золота должны рассматриваться как максимально возможные, поскольку в мелком материале полнее раскрыто золото, что обеспечивает максимальный доступ цианидного раствора при агитации.

Таблица 1 - Результаты опытов по цианированию для определения влияния крупности измельченной руды на показатели цианирования пробы П 1, крупность класса - 0,071 мм

Наименование	Показатели					
	80% -0,071 мм			90% -0,071 мм		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт1	Опыт 2	Опыт 3
C(NaCN),%	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15
C_{Au} в исх. руде по пробирному анализу, г/т	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,04
C_{Au} в кеке,г/т	0,38	0,3	0,3	0,32	0,33	0,33
E_{Au}, по кеку, %	62,7	70,6	70,7	68,6	67,6	68

Как видно из данных таблиц, при цианировании руды из пробы 1 степень извлечения золота при крупности 80 % класса 0,071 мм и концентрации 0,05 % NaCN составляет 62,7 %; 0,1 % NaCN - 70,6 %, 0,15 % NaCN – 70,7%. При крупности руды 90 % класса 0,071 мм и концентрации 0,05, 0,1 и 0,15% NaCN составляет 68,6, 67,6 и 68% соответственно. Это указывает, что на степень извлечения золота крупность руды мало влияет, и по цифрам извлечения золота нет больших расхождений.

Опыты по цианидному выщелачиванию пробы 2 проводились в тех же условиях как у пробы П1, результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты опытов по цианированию для определения влияния крупности измельченной руды на показатели цианирования пробы П2, крупность класса - 0,071 мм

Наименование	Показатели					
	80% -0,071 мм			90% -0,071 мм		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
C(NaCN), %	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15
C_{Au} в исх. руде по пробирному анализу, г/т	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
C_{Au} в кеке, /т	0,32	0,22	0,21	0,30	0,30	0,30
E_{Au}, по кеку, %	36,0	56,0	56,7	40,0	40,0	40,0

В пробе 2 также крупность никак не повлияла на степень извлечения золота, однако по сравнению с пробой 1 извлечения золота намного ниже, этот показатель был в пределах 36 – 56,7 %, высокое степень извлечения наблюдались при цианировании с концентрацией 0,1 и 0,15 % NaCN и крупности руды 80 % класса 0,071 мм, где этот показатель был равен 56 %.

Также необходимо отметить, что при крупности руды 90 % класса 0,071 мм и концентрации 0,05; 0,1 и 0,15 % NaCN степень извлечения золота в всех испытаниях был равен 40 %.

Изучение сорбционной активности первичной руды

Для изучения сорбционной активности исходной руды П1 и П2 проведены опыты на крупности 80 % -0,071 мм. Согласно методике, выполнен опыты по агитации исходных материалов руд 1, 2 в цианидном растворе с известной концентрацией золота и минимальной концентрацией свободного цианида. По убыли концентрации металла в растворе оценивали поглощающую способность материалов. В ходе опыта была взята навеска исходных проб руд П1, П2, равная 200 г. Руда была помещена в колбу объемом 1000 мл, объем залитого модельного раствора в каждую из колб составлял 800 мл. Колбы были помещены в орбитальный шейкер модели HS 501 digital, со скоростью вращения 250 об/мин, время процесса перемешивания составило 4 часа. Растворы после фильтрации были исследованы химическим метод анализа. Процесс сушки влажных кеков вели в сушильном шкафу марки SNOL 58/350 при температуре 110 °С, время сушки 60 мин. Масса кеков П1 m=199г, П2 m=198,9г. Высушенные кеки были исследованы химическим методом (таблица 3). Результаты анализа продуктов интерпретировали с использованием следующей формулы: $A=((C_{исх}-C_{кон})/C_{исх})\cdot 100\%$, где $C_{исх}$ – концентрация золота в исходном растворе, мг/л; $C_{кон}$-концентрация золота в конечном растворе, мг/л. Результат расчета может быть проведен с использованием следующей формулы: $A=(m\cdot(\beta_{кон} - \beta_{исх}))/(V_р\cdot C_{исх})\cdot 100\%$, где $C_{исх}$ – концентрация золота в исходном растворе, мг/л; m – масса навески, г; $\beta_{кон}$ – содержание золота в твердом после Опыта, г/т; $\beta_{исх}$ – содержание золота в исходной навеске, г/т; $V_р$ – объем раствора, мл.

Таблица 3 - Результаты определения сорбционной активности исходных руд

Материал	C_{Au} в исходной навеске, г/т, г/л	C_{Au} в твердом после Опыта, г/т	C_{Au} в исходном растворе мг/л	C_{Au} в конечном растворе мг/л	Сорбционная активность руды, %	
					Первый вариант расчета	Второй вариант расчета
Исходная руда П 1 обработанная богатым модельным раствором	0,62	1,7	12,87	0,23	98,2	2,09
Исходная руда П2 обработанная богатым модельным раствором	1,22	0,4		0,31	97,6	0

Результаты исследований свидетельствовали о том, что исходные руды П1 и П2 месторождения «Карьерное» крупностью 80 % и 90% -0,071 мм обладают сорбционной активностью по отношению к золоту в пределах 97 – 98 %.

Литературы:

1. Царьков В.А. Опыт работы золотоизвлекательных предприятий мира. – М.: Руда и Металлы, 2004. – 112 с. ISBN 5-98191-006-2

2. Л.С. Стрижко. Металлургия золота и серебра. Учебное пособие для вузов – М.: МИСИС. -2001. – 336 с

3. Абсалямова Х.К. Исследование влияния различных факторов на сорбционное извлечение золота из бедных золотосодержащих руд // КИМС, 2002. - № 5. – С.32-35.

4. Алтынбек Ш.Ч., Болотова Л.С., Акжаркенов М.Д., Байконурова А.О. Выбор сорбента для извлечения растворенного золота из руды месторождения Атыгай // Вестник КазНИТУ. – №3 (127). –С. 557-562.

K.K. Mamyrbaeva[2], J.Bakbergen[2], D.R. Magomedov[1]

Study of the extraction of gold by cyanidation from oxidized ore

Abstract. The article presents the results of a study on the extraction of gold by cyanidation an oxidized gold-bearing ore from the Kareornoe deposit. It is known that the main process of extracting gold from ores is cyanide leaching followed by its sorption with activated carbon or various modern ion-exchange resins from pulps. To achieve a high degree of metal extraction from ore during leaching, it is necessary to determine the influence of many factors. Studies have established that the particle size size has little effect on degree of extraction of gold from oxidized ore. The degree of extraction of gold from sample 1 with the particle size of 80% of the class of 0.071 mm was 70.6%; with particle size 90% of the class 0.071 mm - 68%. The degree of extraction of gold from P2 with a particle size of 80% of a class of 0.071 mm was 56.7%; with an ore fineness of 90% of a class of 0.071 mm in all trials it was equal to 40%.

Keywords: gold, leaching, sodium cyanide, degree of extraction

К.К.Мамырбаева[2], Ж.Бакберген[2], Д.Р.Магомедов[1]

Тотыққан кендерден алтынды цинидтеу арқылы бөліп алуды зерттеу

Түйіндеме. Мақалада Карьерное кенорнының тот ыққан алтынқұрамды кендерінен алтынды цианидтеу арқылы бөліп алуды зерттеу нәтижелері келтірілген. Кендерден алтынды бөліп алуда бастапқы кенді цианидті шаймалау және әрі қарай алтынды пульпадан активтендірілген көмірмен немесе әр түрлі заманауи ионалмастырушы сорбциямен бөліп алу процесі негізгі процесс болып табылатындығы белгілі. Шаймалау кезінде кеннен металды жоғары дәрежеде бөліп алуға жету үшін көптеген факторлардың әсер етуін қарастыру қажет. Жүргізілген зерттеулер тотыққан кендерден алтынды бөліп алу дәрежесіне кеннің ірілігі әсер етпейтіндігі анықталды. Ірілігі 0,071 мм класты 80 %-дық П1 үлгіден алтынды бөліп алу дәрежесі 70,6 %; ал ірілігі 0,071 мм класты 90 %–дық П1 - 68 % құрады. П2 үлгіден ірілігі 0,071 мм класты 80 %-дық үлгіден алтынды бөліп алу дәрежесі 0,1 және 0,15 % NaCN шаймалағанда 56 % құрады. 0,071 мм класты 90 %-дық алтынды бөліп алу дәрежесі барлық тәжірибелерде 40 % тең болды.

Кілтті сөздер: алтын, шаймалау, натрий цианиді, бөліп алу дәрежесі

УДК 669.85

М.А. Найманбаев, Н.Г. Лохова, Ж.А. Балтабекова, К.К. Касымжанов

Научный руководитель – Б.К. Кенжалиев, гендиректор АО «ИМиО», д.т.н., профессор
Satbaev University, АО «Институт металлургии и обогащения», Казахстан, г. Алматы
madali_2011@inbox.ru

ИЗВЛЕЧЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОДУКЦИОННЫЙ РАСТВОР ИЗ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. *Исследовано влияние различных факторов на процесс кислотного вскрытия продукта конверсии фосфогипса – отхода производства фосфорной кислоты. Установлено, что соотношение Т:Ж оказывает наибольшее влияние на выщелачивание редкоземельных металлов (РЗМ) из технического карбоната кальция, полученного конверсией из сульфата. Определено, что извлечение РЗМ в раствор на 95-99% достигается при условиях: концентрация азотной кислоты 17-18%, Т:Ж=1:8÷10, продолжительность 60 мин.*

Ключевые слова: *конверсия, карбонизирующий агент, фосфогипс, азотная кислота, выщелачивание, редкоземельные металлы.*

В связи с увеличением потребности в редкоземельных элементах (РЗЭ) в различных областях промышленности проблема освоения новых сырьевых источников приобретает в настоящее время все большую актуальность. Поэтому в последние годы возобновились исследования, направленные на решение задачи извлечения редкоземельных элементов из фосфогипса – отвального продукта производства экстракционной фосфорной кислоты.

По классификации [1] фосфогипс рассматривается как один из наиболее перспективных техногенных источников редкоземельных элементов.

Ранее [2] нами установлено, что в составе фосфогипса основная часть РЗЭ представлена фосфатами. Кроме того, найдены другие соединения: основные фосфаты металлов среднетяжелой группы; оксиды металлов цериевой группы и редкоземельный апатит. Микросрастания РЗЭ-содержащих минералов с сульфатом кальция, образующиеся при кристаллизации фосфогипса, обуславливают необходимость разложения всей массы фосфогипса. Согласно [3,4] редкоземельные элементы извлекают из фосфогипса выщелачиванием концентрированными растворами минеральных кислот. В тоже время в ряде отраслей промышленности при переработке трудновскрываемого сырья используются конверсионные процессы для перевода сульфатных продуктов в более реакционноспособные карбонатную и оксидно-карбонатную формы путем конверсии сульфатов водными растворами щелочных металлов и аммония [5].

Известно, что условия разложения многокомпонентных систем, к которым относятся минеральное и техногенное сырье, зависят от фазового состава и структуры, например, изоморфизма между минералами [6]. В результате изоморфизма возможно прорастание одного минерала в другой. В этом случае при вскрытии необходимо учитывать возможное изменение химических свойств минералов в образующихся сростках.

В работе [7] при изучении возможности сокристаллизации сульфатов, фосфатов и фторидов кальция и лантана показано, что редкоземельные элементы не входят непосредственно в структуру соединений кальция в виде изоморфной примеси.

В исследовании [8] установлено, что гидратированные фосфаты лантаноидов изоструктурны между собой и изоморфны с гипсом. По мнению автора [9], кальций образует смешанные фосфаты с редкоземельными элементами.

Для выбора условий извлечения редкоземельных элементов в раствор из конверсионного технического карбоната кальция необходимо определить его фазовый состав и формы вхождения лантаноидов.

Реагенты: исходный фосфогипс от переработки фосфоритового концентрата состава, масс.%: CaO - 15,1; SO_4^{2-} - 34,1; P_2O_5 - 11,45; SiO_2 - 4,4; Fe_2O_3 - 0,94; $\sum РЗЭ_{окс}$ - 0,32; кислота азотная квалификации хч, карбонат натрия квалификации хч.

Получение технического карбоната кальция. Карбонизирующий агент – сода; расход карбоната натрия – 110% от стехиометрически необходимого, рассчитанного на сульфат кальция; соотношение Т:Ж в пульпе 1:8; температура ведения процесса 80°С; продолжительность 3 ч. Степень конверсии сульфата кальция 98,5%.

Получен объект исследований – технический карбонат кальция с содержанием компонентов, масс.%: CaO - 18,6; SO_4^{2-} - 1,7; P_2O_5 - 3,6; SiO_2 - 5,5; Fe_2O_3 - 2,1; $\sum РЗЭ_{окс}$ -0,42.

Методика проведения эксперимента. Кислотное выщелачивание технического карбоната кальция проводили в стеклянных реакторах. Для снятия диффузионных ограничений применяли интенсивное перемешивание. Скорость вращения мешалки 600 об./мин.

Химический анализ образцов выполнен на оптическом эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Optima 2000 DV. Рентгеновские экспериментальные данные получены на аппарате BRUKER D8 ADVANCE на медном излучении при ускоряющем напряжении 36 кВ, токе 25 mA. Термический анализ карбоната кальция проводили на приборе STS 449 F3.

Электронно-зондовый микроанализ проводили на микроанализаторе JEOL JXA-8230.

Изучаемые материалы в виде порошков размещались на двусторонней клейкой электропроводящей углеродной ленте фирмы NISSHIN EM Co. Растровые электронно-микроскопические исследования и рентгеноспектральный микроанализ проводились для каждой пробы в нескольких точках.

Результаты и их обсуждение. Совокупность результатов исследований технического карбоната кальция рентгенофазовым, термическим анализом и данных электронно-зондового микроанализа свидетельствует о раздельном присутствии составляющих технического карбоната кальция (кварц; кальцит; ангидрит; апатит; монацит), что предполагает отсутствие затруднений при выщелачивании РЗЭ.

Известно [10], что природные фосфаты редкоземельных элементов разлагаются раствором азотной кислоты с концентрацией не менее 55 %. Образующиеся в результате карбонизации фосфогипса при высоких температурах гидрофосфаты и фосфаты РЗЭ с искаженной кристаллической структурой, возможно, разлагаются азотной кислотой с более низкой концентрацией.

Исследование влияния концентрации азотной кислоты на извлечение редкоземельных элементов в раствор проводили при комнатной температуре. Соотношение Т:Ж выбиралось таким образом, чтобы исключить влияние солевого состава многокомпонентной системы, реализующейся при разложении технического карбоната кальция, на фазовое распределение контролируемых компонентов и равнялось 1:10.

Зависимость степени перехода исследуемых составляющих в раствор от концентрации азотной кислоты при выщелачивании технического карбоната кальция приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние концентрации азотной кислоты на извлечение компонентов технического карбоната кальция в раствор

Концентрация азотной кислоты, %	pH маточного раствора	Содержание в растворе, г/дм^3			Степень извлечения в раствор, %		
		∑РЗЭ	Fe_2O_3	CaO	∑РЗЭ	Fe_2O_3	CaO
12,0	-0,01	0,395	0,64	11,20	92,95	29,56	58,41
14,5	-0,22	0,411	0,66	11,60	96,83	30,40	60,81
17,5	-0,29	0,418	0,67	11,90	98,66	32,00	62,70

Анализ данных таблицы 1 показал, что увеличение концентрации выщелачивающей кислоты с 12 до 17,5% оказывает заметное влияние на концентрацию РЗЭ в растворе. Надо отметить, что возрастание степени извлечения железа и кальция в тех же условиях менее значительно.

Так увеличение концентрации азотной кислоты на 2,5-3,0% приводит к повышению степени извлечения суммы редкоземельных элементов на 4, железа на 1% и кальция на 2%.

По данным рентгенофазового анализа твердый остаток от выщелачивания 17,5% раствором кислоты состоит из силиката кальция двух модификаций $2CaO \cdot SiO_2$ и β-$2CaO \cdot SiO_2$, фосфата кальция $Ca_3(PO_4)_2$, гидрата ортофосфата кальция $Ca_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O$ и кварца SiO_2.

В этих условиях кальций, связанный в карбонат, полностью переходит в раствор, а степень извлечения трехвалентного железа, наиболее вредной для дальнейшей переработки примеси, не превышает 32%.

Для решения задачи максимального извлечения суммы РЗЭ и с учетом того, что наиболее высокие показатели достигнуты при выщелачивании технического карбоната кальция 17,5% раствором азотной кислоты, эта концентрация выбрана в качестве оптимальной для проведения дальнейших исследований.

В таблице 2 представлены зависимости выщелачивания железа, кальция и суммы лантаноидов из технического карбоната кальция 17,5% раствором азотной кислоты от продолжительности процесса.

Таблица 2 - Зависимость степени выщелачивания контролируемых элементов из технического карбоната кальция 17,5% раствором азотной кислоты от продолжительности процесса

Время, мин	Содержание компонентов в растворе, г/дм^3			Степень извлечения в раствор, %		
	∑РЗЭ	Fe_2O_3	CaO	∑РЗЭ	Fe_2O_3	CaO
15	0,4637	0,68	11,90	93,1	31,57	62,38
30	0,4819	0,70	11,06	97,3	32,33	57,68
45	0,4881	0,71	11,90	99,4	32,99	62,05
60	0,4869	0,70	11,06	98,2	32,33	57,68
90	0,4807	0,70	11,06	97,5	32,5	57,97
120	0,4710	0,68	11,62	96,5	31,67	60,59
180	0,4638	0,71	11,06	96,1	32,16	57,97
240	0,4617	0,71	11,34	95,7	32,79	59,14

Из данных таблицы видно, что концентрация трехвалентного железа в растворе выщелачивания достигает равновесия за первые 30 мин. ведения процесса, а кальция – в течение 15 мин.

Зависимость степени выщелачивания суммы РЗЭ от продолжительности операции носит более сложный характер и проходит через максимум, соответствующий 45 мин.

Увеличение времени обработки технического карбоната кальция свыше 60 мин. приводит к снижению степени перехода суммы лантаноидов в раствор на 2-3 %, что вероятно, связано с образованием аниона $[Ln(NO_3)_6]^{3-}$ [13] и его сорбцией на силикатной составляющей пульпы.

Исходя из полученных экспериментальных данных оптимальной продолжительностью выщелачивания технического карбоната кальция азотной кислотой следует считать 60 мин. Надо отметить, что pH пульпы выщелачивания в исследуемом интервале времени остается практически неизменным и равным -0,29.

Исследование влияния соотношения Т:Ж на результаты выщелачивания технического карбоната кальция раствором азотной кислоты проводили при комнатной температуре.

Определено, что с увеличением количества кислоты, поступающего на выщелачивание единицы массы технического карбоната кальция с 4 до 10 условных объемов, степень извлечения суммы редкоземельных элементов возрастает с 77,6 до 98,6%. Изменение степени перехода железа в раствор в тех же условиях не столь значительно – происходит увеличение с 22,5 до 37,2%. На степень выщелачивания кальция изменение соотношения Т:Ж практически не влияет.

Литературы:

1. Radiological, chemical and morphological characterizations of phosphate rock and phosphogypsym from phosphoric acid factories in SW Spain / M. Renteria-Villalobos, I. Viogue, J. Mantero, G. Manjon // J. of Haz. Mat. – 2010. - № 181. P. 193-203.

2. Найманбаев М.А., Лохова Н.Г., Балтабекова Ж.А. Дукембаева А.Ж. Термодинамическая оценка процесса конверсии компонентов фосфогипса в карбонаты //Комплексное использование минерального сырья. 2011. -№5. – С. 55-59

3. Локшин Э.П. Повышение комплексности использования хибинского апатитового концентрата при его сернокислотной переработке. //Международ совещание «Новые технологии обогащения и комплексной переработки труднообогатимого природного и техногенного сырья» (Плаксинские чтения) Верхняя Пышма. 2011. – С. 462-466

4. Абрамов А.М., Соболь Ю.Б., Галиева Ж.Н., Галиев Р.С., Сабинина О.Р. Комплексная технология переработки фосфогипса с получением концентрата РЗМ, гипсового вяжущего и строительных изделий на его основе. //Междунар. конф. «Редкоземельные элементы: геология, химия, производство и применение». – Москва. 2012. – С. 41-42

5. Лазорин С.Н., Стеценко Е.Я. Сульфат аммония. - М. 1973. -256 с.

6. Семенов Е.И. Минералогия редких земель. - Москва. 1963. -253 с.

7. Гапуржонов Д.Г. Распределение соединений РЗЭ при образовании фосфогипса // Сборник науч. работ IX Республиканской студенческой научно-технической конференции «Новые материалы и технологии их обработки» - Минск. - 2008. -198 с.

8. Мустаев А.К., Стрелкова З.В., Шангин В.И., Симоногвич В.Г. Об изоморфизме между некоторыми фосфатными и сульфатными соединениями лантаноидов и кальция //Известия АН Кирг. ССР. - 1971. – С. 54-59

9. Лебедев В.Н. Выделение редкоземельных элементов при азотно-кислотной переработке хибинского апатитового концентрата // Химическая технология. - 2010. - Т. 11. - №4. - С. 225-229

10. Комплексная азотнокислая переработка фосфатного сырья. Под ред. Гольдинова А.Л., Копылеева Б.А. – Ленинград. Химия. 1982. -236 с.

М.А. Найманбаев, Н.Г. Лохова, Ж.А. Балтабекова, К.К. Қасымжанов
Фосфор қышқылының өндіріс қалдықтарынан
өндірістік ерітіндіге сирек кездесетін металдарды шығару

Түйіндеме. Фосфорикалық қышқылдың қалдықты өнімін фосфогипсті конверсиялау өнімін қышқыл ашу процесіне түрлі факторлардың әсері зерттелді. Қ:С қатынасы сульфаттардан консервациялау жолымен алынған техникалық кальций карбонатынан сирек кездесетін металдардың (REM) шаймалауына ең үлкен әсер ететіндігі анықталды. Ерітіндіде 95-99% сирек кездесетін металдардың алынуына келесі жағдайларда қол жеткізілді: азот қышқылының концентрациясы 17-18%, Қ:С = 1: 8 ÷ 10, ұзақтығы 60 минут.

Түйінді сөздер: түрлендіру, көмірқышқылдандыру агенті, фосфогипс, азот қышқылы, шаймалау, сирек кездесетін металдар.

Naimanbayev M.A., Lochova N.G., Baltabekova Zh.A., Kasymzhanov K.K.
Extraction of rare earth metals in production solution
from phosphoric acid production waste

Summary. The influence of various factors on the process of acid opening of the phosphogypsum conversion product, a waste product of phosphoric acid, was studied. It is established that the ratio S:L has the greatest effect on the leaching of rare earth metals (REM) from technical calcium carbonate obtained by conversion from sulfate. It was determined that the extraction of rare-earth metals in the solution at 95-99% is achieved under the conditions: concentration of nitric acid 17-18%, S:L = 1: 8 ÷ 10, duration 60 minutes.

Keywords: conversion, carbonizing agent, phosphogypsum, nitric acid, leaching, rare earth metals.

УДК 669.334(043)

Т.Б. Осеров, Д.Е. Мухаметтусупов, Г.Д. Гусейнова
Научный руководитель – Г.Д. Гусейнова, ассоциированный профессор, кандидат технических наук, доцент
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
damir_07.96@mail.ru

МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД СИНТЕЗИРОВАНИЯ ПОЛИСУЛЬФИДА НАТРИЯ

Аннотация. *Для искусственного изменения поверхностных свойств – гидрофобности минералов в процессе флотации, применяют реагенты – модификаторы, одним из которых является сульфид натрия. Актуальность синтезирования полисульфида натрия обуславливается получением различных его модификаций, а также применением в разных*

сферах деятельности человечества. Наибольшую потребность и постоянный спрос в рассматриваемом соединении ощущает цветная металлургия - в качестве флотационных реагентов на горно-обогатительных предприятиях. Методы получения полисульфида натрия бывают, как классические, так и сравнительно недавно открытые. В статье приведены эксперименты и их результаты получения полисульфида натрия механохимическим синтезированием смешивания элементной серы с каустической содой. Синтез полисульфида натрия проводился в планетарной мельнице марки «PULVERISETTE 6 classic line», в лабораторных условиях с использованием технической щелочи натрия с элементной серой. Проведенные опыты подтверждаются спектрами Рамановской спектроскопии и фотографиями электронной микроскопии.

Ключевые слова: *флотация, полисульфид натрия, механохимический синтез, Рамановский спектр.*

Известные медно–цинковые руды различных месторождений как правило колчеданные, следовательно, относятся к труднообогатимым рудам из-за высокого содержания пирита в руде и тонкого неравномерного взаимопрорастания сульфидных минералов между собой и с породными минералами.

При флотационном обогащении такого типа руд одним из наиболее сложных циклов является флотационное разделение медных и цинковых минералов. Это связано с легкой активацией сфалерита ионами меди, образующими в значительных количествах при окислении медных минералов как на месторождении, так и в процессе измельчения и флотации данной руды.

Для искусственного изменения поверхностных свойств – гидрофобности минералов в процессе флотации, применяют реагенты – модификаторы. Так для депрессии цинковых минералов: цианиды, цинкцианидный аммонийный комплекс, а также сернистый натрий и цинковый купорос в известковой среде.

Недостатком известных модификаторов является их высокая стоимость, токсичность, дефицит отдельных реагентов. В свою очередь, применение перечисленных реагентов не обеспечивает получение кондиционных медных концентратов с достаточно высокими извлечениями.

Применяемый в настоящее время для флотации сульфид натрия (сернистый натрий) представляет из себя – бесцветные или слегка желтые кристаллы. При взаимодействии с кислотами сульфид выделяет сероводород, может легко окислиться кислородом воздуха до тиосульфата, а затем сульфита и сульфата натрия. Сульфид натрия растворим также и в низших спиртах (метанол, этанол), которые используется на практике для получения чистого сульфида натрия. Na_2S – сильный восстановитель: разбавленная азотная кислота окисляет сульфид натрия до серы, концентрированная азотная кислота до Na_2SO_4. Сульфид натрия взаимодействует с галогеноводородными кислотами и разбавленной H_2SO_4 с выраженным выделением H_2S и гидроксида натрия. Водные растворы сульфида натрия могут растворять серу с образованием полисульфидов Na_2S_x.

В настоящее время существует несколько модификаций полисульфида натрия который представляет с собой желто-бурые кристаллы с химической формулой Na_2S_n, где n=2-5 [1].

Актуальность синтезирования полисульфида натрия обуславливается получением различных его модификаций, а также применением в разных сферах деятельности человечества. Так например его используют для сульфидирования стальных и чугунных изделий, получения сернистых красителей, для синтеза полисульфидных каучуков, как

компонент составов для обработки шкур [2]. Широко применяется в цветной металлургии при обогащении медных, свинцово-цинковых, молибденовых и других руд.

Методы получения полисульфида натрия бывают, как классические, так и сравнительно недавно открытые и запатентованные. В статье приведены эксперименты, проведенные для получения оптимальных параметров механохимического синтезирования полисульфида, посредством смешивания элементной серы с каустической содой.

Синтез полисульфида натрия проводился в планетарной мельнице марки «PULVERISETTE 6 classic line», в лабораторных условиях с использованием технической щелочи натрия с элементной серой [3].

В таблице 1 приведены соотношения элементной серы к гидрооксиду натрия согласно стехиометрическим коэффициентам и времени синтезирования. Температура, при которой проводился синтез, составляет 100 ^{0}C. Выбор минимального количества едкого натра в соотношениях объясняется экономической составляющей, так как цена гидрооксида натрия во много раз больше цены серы и тем самым при его добавлении в большом количестве производство полисульфида натрия становится не рентабельным.

Таблица 1 - Соотношения элементной серы к гидрооксиду натрия

№ опыта	Соотношение элементов	Время, мин	Температура, ^{0}C
1	S (1) : (1) NaOH	20	100
		40	
		60	
2	S (2) : (1) NaOH	20	100
		40	
		60	
3	S (3) : (1) NaOH	20	100
		40	
		60	

Принцип работы мельницы следующий: размольные стаканы вращаются вокруг своих собственных осей и одновременно двигаются по круговой траектории вокруг центральной оси. В результате этого на мелющие шары и загруженный материал действуют силы, которые постоянно изменяют своё направление и свою величину [4]. Благодаря этому, достигается высокая эффективность синтеза полисульфида. На рисунке 1 приведены фотографии синтеза полисульфида натрия.

Результаты полученных образцов анализировались с помощью Рамановской спектроскопии. На рисунке 2 изображен Рамановский спектр смеси серы и едкого натра, который синтезировали в течении 60 минут. На этом рисунке пики NaOH 266,1 см$^{-1}$, и элементной серы 438,4 см$^{-1}$ тяжело идентифицировать, т.к. эти вещества почти полностью вступили в реакцию. Пик 494,9 см$^{-1}$ означает образование твердого полисульфида натрия.

а

б в

а - загрузка исходных реагентов б - планетарная мельница марки «PULVERISETTE 6 classic line» в – готовый продукт (полисульфид натрия)

Рисунок 1 - Синтез полисульфида натрия

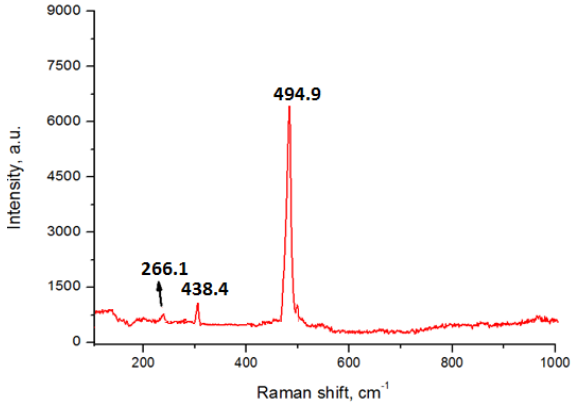


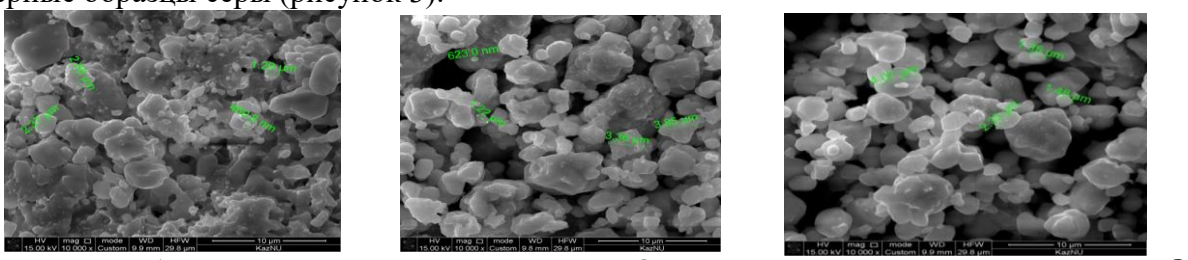
Рисунок 2 - Рамановский спектр смеси серы и едкого натра, полученной механохимическим методом в течении 60 минут

Таким образом, результат анализа Рамановской спектроскопии идентифицировал пик полисульфида натрия с различным содержанием серы (S_{2-8}) [5].

После 60 минут механохимического синтезирования получается смесь полисульфидов натрия, так в смеси содержится Na_2S_8 – 24,4 %; Na_2S_7 – 20,6 %; Na_2S_4 – 18,7 %; Na_2S_2 – 15,4 %; Na_2S_5 – 19,8 %. Сера по истечению 60 минут почти вся вступила в реакцию и лишь 1,1 % не вступил в реакцию.

При соотношении S (3) : (1) NaOH и времени синтезировании 60 мин, основную долю смеси составляет сера – 74,8 %, суммарное количество полисульфидов в смеси составляет 25,2 %, малое количество полисульфидов по отношению к сере объясняется тем, что сера была взята в избытке в связи с этим в своем большинстве она не прореагировала.

При рассмотрении образцов под микроскопом JSM-7001F были выявлены нано и микро размерные образцы серы (рисунок 3).



1 2 3

Рисунок 3 - Электронные изображения синтезированных образцов в течении 60 минут: 1- синтезированный полисульфид соотношением натрия соотношением S (1) : (1) NaOH, S (2) : (1) NaOH, S (3) : (1) NaOH

Микро и нано размерная сера положительно влияет на процесс сульфидизации, так как она упрочняет сульфидную пленку.

Литературы:

1. Электронная справочная энциклопедия «Википедия» https://ru.wikipedia.org/wiki

2. Электронный справочный ресурс «Академик» https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki

3. Ketegenov, N.Khan, O. Tyumentseva, T. Oserov, Synthesis of sodium polysulphide through the mechanical treatment // 9th International Conference on Mechanochemistry and Mechanical Alloying. - Košice 2017 p.

4. Majid Abdellahia, Maryam Bahmanpour. A Novel Technology for Minimizing the Synthesis Time of Nanostructured Powders in Planetary Mills // Journal «Materials Research». - 2014. - 17(03). – P. 781-791.

5. T. Osserov, T. Ketegenov, G. Guseynova, M. Myrzabekova, N. Khan. The use of Raman spectroscopy for the identification of sodium polysulphide obtained by the mechanochemical method// V International Conference “Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies” – Novosibirsk- 2018. – C. 133.

Осеров Тимур Болатханұлы, Мухаметтусупов Дамир Ерланұлы, Гусейнова Гюльнара Джалалқызы.

Натрийдің полисульфидін синтездеудің механохимиялық әдісі

Аңдатпа. Флотация процесінде минералдардың бетінің қасиеттерін жасанды түрде өзгерту үшін реагенттерді - модификаторларды қолданады, олардың біреуі натрий сульфиді. Натрий полисульфидін синтездеудің өзектілігі оның әртүрлі модификацияларын алуымен, сондай-ақ олардың адам қызметінің әр түрлі салаларында қолданумен байланысты. Осы қосылыс түсті металлургия, тау-кен және өңдеуші кәсіпорындарда флотациялық реагенттер ретінде аса қажет және оған деген тұрақты сұраныс бар. Натрий полисульфидін алу әдістеріне классикалық және жақында ғана ашылғандар жатады. Мақалада натрий полисульфидін қарапайым күкіртті каустикалық содамен араластыру арқылы механохимиялық синтездеу тәжірибесі мен нәтижелері көрсетілген. Натрий полисульфидін синтездеу зертханалық жағдайларда техникалық натрийлі сілті мен элементті күкірт қолданыла отырып, «PULVERISETTE 6 classic line» маркалы планетарлық диірменде жүргізілді. Жүргізілген тәжірибелер Раман спектроскопиясы спектрлерімен және электронды микроскопия суреттерімен расталған.

Түйін сөздер: флотация, натрий полисульфиді, механохимиялық синтез, Раман спектрлері.

Oserov Timur, Mukhamettussupov Damir, Gusseinova Gyulnara

Mechanochemical method for the synthesis of sodium polysulfide

Abstract. For artificial change of surface properties - the hydrophobicity of minerals in the process of flotation, apply reagents - modifiers, one of which is sodium sulfide. Currently, there are several modifications of sodium polysulfide. The relevance of the synthesis of sodium polysulfide is caused by the receipt of various modifications of it, as well as the application in various fields of human activity. Nonferrous metallurgy feels the greatest need and constant demand in the considered compound - as flotation reagents at the mining and processing enterprises. Methods of obtaining sodium polysulfide are both classic and relatively recently discovered. The article presents the experiments and their results of obtaining sodium polysulfide by mechanochemical synthesis of mixing elemental sulfur with caustic soda. Sodium polysulfide was synthesized in a «PULVERISETTE 6 classic line» planetary mill under laboratory conditions using sodium technical alkali with elemental sulfur. The experiments were confirmed by the spectra of Raman spectroscopy and electron microscopy photographs.

Keywords: flotation, sodium polysulfide, mechanochemical synthesis, Raman spectrum.

УДК 669.046.546.2

С.А. Палеха
Научный руководитель - С.А. Смаилов, старший преподаватель, к.т.н.
Карагандинский государственный индустриальный университет, Казахстан, г.Темиртау
777dredd@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ НА АГРЕГАТЕ ПЕЧЬ-КОВШ

Аннотация. *В данной статье рассмотрены проблемные вопросы производства низкокремнистой стали в конверторном цеху на агрегате печь – ковш. Предложена схема производства низкокремнистой стали с проведением десульфурации на агрегате печь – ковш. Представлены результаты применения рассмотренной технологии десульфорации.*

Ключевые слова. *агрегат печь-ковш, десульфурация, сталь, сера, кремний.*

При производстве стали различных марок неотъемлемым показателем качества при одном и том же содержании остальных элементов является массовая доля серы. Снижение ее содержания в готовой стали положительно влияет как на структуру металла, так и на его механические свойства. Тенденция по ужесточению требований по содержанию серы в стали является прямым тому подтверждением. Основные возможности обеспечения низкой массовой доли серы в металле при кислородно-конвертерном способе производства: десульфурация чугуна до заданных значений; использование оборотного или покупного лома с низким содержанием серы (в настоящее время отмечается его острый дефицит); десульфурация стали в сталеразливочном ковше при выпуске плавки из конвертера или на агрегате печь - ковш (АПК).

При выплавке сортамента с массовой долей кремния более 0,05% (с легированием по массовой доле кремния) десульфурация стали в сталеразливочном ковше на выпуске плавки из конвертора и на АПК не представляет значительных трудностей. Обратная ситуация наблюдается при производстве низкоуглеродистых сталей (08Ю по ГОСТ 9045 и ее аналоги) и углеродистых низкокремнистых (с заданной массовой долей кремния не более 0,03%), что обусловлено особенностями производства данного сортамента - для обеспечения заданной массовой доли кремния при выпуске расплава из конвертера требуется предварительное раскисление металла. В результате чего на этапе начала внепечной обработки уровень содержания кислорода в металле находится в диапазоне 50÷200 ppm. Окончательное раскисление проводится посредством ввода алюминиевой катанки в металл при внепечной обработке.[1]

Технология производства низкокремнистых сталей предусматривает легирование металла марганцем (металлический марганец, ферромарганец) на выпуске из конвертера с корректировкой химического состава на АКП. Металл раскисляют чушковым алюминием на выпуске и алюминиевой катанкой на АКП, шлак — гранулированным и чушковым алюминием на АКП при общем расходе в зависимости от марки стали 3,0÷3,9 кг/т. Шлаковый режим внепечной подготовки металла и счет присадки шлакообразующих (известь, плавиковый шпат, известково-магнезиальный флюс) на выпуске и АКП обеспечивает толщину шлака в ковше при обработке на АКП не менее 150 мм (5,0÷5,5 т шлака) для экранизации футеровки ковша от теплоизлучения электрических дуг. Для внепечной обработки используют сталеразливочные ковши с комбинированной футеровкой – шлаковый пояс из периклазоуглеродистого кирпича, стены и днище из высокоглиноземистого периклазоуглеродистого кирпича.

Содержание серы в выплавляемых низкокремнистых сталях составляет не более 0,025; 0,020 и 0,015 %. Трудности производства стали с регламентированным содержанием серы,

особенно не более 0,015 %, связаны с колебаниями ее концентрации в чугуне (до 0,039 %) и, соответственно, на выпуске из конвертера (до 0,031 %), с повышенным содержанием (FeO) в ковшовых шлаках (до 20 % и выше), что вызвано отсутствием отсечки конвертерного шлака на выпуске, неконтролируемым его попаданием в ковш и возможностью восстановления кремния из SiO_2 шлака.

Следует отметить, что при условии использования металлического лома рядового качества, с учетом применения десульфурированного до регламентированных значении по массовой доле серы чугуна, в ряде случаев возможны выпады по массовой доле серы вследствие неудовлетворительного качества металлического лома. Исходя из этого, появилась необходимость в отработке технологии десульфурации металла на АПК при производстве низкоуглеродистых типа (08Ю) и углеродистых низкокремнистых сталей.

Как известно, одним из основных условий десульфурации металла является низкая окисленность шлака, которую в общем виде можно представить суммарным содержанием оксидов FeO и MnO. Для обеспечения возможности десульфурации в сталеразливочном ковше при производстве низкокремнистых сталей необходимо приближать содержание оксидов FeO и MnO в ковшевом шлаке до значений, характерных для ковшевых шлаков при производстве статей, легированных кремнием (FeO + MnO < 2,0). Кроме того, на степень десульфурации влияет и масса ковшевого шлака. Исходя из опыта производства сталей легированных кремнием, для раскисления шлака следует применять алюминий, однако присадка алюминия на шлак может привести к приросту массовой доли кремния в металле, что критично при производстве стали с регламентированной массовой долей кремния не более 0,03%. Таким образом, для минимизации прироста по массовой доле кремния, присадку алюминия необходимо проводить в ограниченных количествах — порционно и с расходом в зависимости от уровня окисленности расплава. Кроме того, необходимо минимизировать поступление в плавку кремния с присаживаемыми материалами.[2]

На основе данных [3] предложен регламент наведения шлака в процессе обработки стали на АПК посредством присадки извести и высокоглиноземистого материала в определенном соотношении, а также порядок раскисления шлака первичным алюминием. Одним из значимых факторов для достижения максимальной десульфурации на АПК является интенсивность перемешивание металла через донные продувочные устройства. Исходя из этого, был скорректирован режим продувки аргоном через донные продувочные устройства на АПК в процессе и по завершении обработки, а также предусмотрены режимы продувки с использованием верхней погружной фурмы.

В результате применения предложенной технологии десульфурации на АПК отмечено, что снижение массовой доли серы в металле от первой пробы с внепечной обработки до готовой стали составило: при производстве низкоуглеродистых сталей 0,009%, степень десульфурации составила 30%; при производстве углеродистой низкокремнистой стали 0,007%, степень десульфурации составила 29%.

Прирост доли кремния за время обработки на АПК составил: при обработке низкоуглеродистых 0,0039%; при обработке углеродистой низкокремнистой стали 0,0055%.

Так же [3] указывается изменение на опытных плавках следующих технологических параметров производства стали: увеличение продолжительности обработки на АПК на 19%; увеличение расхода извести и высокоглиноземистого материала на 32%; увеличение продолжительности нагрева металла на 9%; снижение общего усвоения алюминия на 3,1%; увеличение общего усвоения марганца на 3,2%.

Таким образом, разработана технология десульфурации на АКП низкокремнистых (< 0,04, < 0,03 и < 0,025 % Si), раскисленных алюминием и разливаемых на слябовой МНЛЗ сталей, эффективность которой в основном определяется степенью раскисленности ковшового шлака. Концентрации (FeO), до которых возможно раскисление шлака для получения в готовом металле содержания кремния < 0,04 и < 0,03 %, составляют 2 - 3 %, для концентрации кремния < 0,025 % — 3 - 4 %. При удалении серы на АКП в среднем 0,004 -

0,007 % и степени десульфурации 20 — 40 % технология позволяет выплавлять низкокремнистые стали с содержанием серы не более 0,025, 0,020 и 0,015 %.

Следовательно, проведение эффективной десульфурации низкоуглеродистых и углеродистой низкокремнистой сталей целесообразно при получении в первой пробе металла с внепечной обработки массовых долей серы на уровне не менее 0,015% и массовой доли кремния на уровне не более 0,015÷0,020%.

Литературы:

1. Журавлева С. В. Совершенствование технологии обработки стали в агрегате ковш-печь на основе изменения соотношения осаждающего и диффузионного процессов удаления серы: // Национальная металлургическая академия Украины. Днепропетровск. 2014. № 22 с.2.

2. Харламов Д.А., Конорев А.В., Серкин М.А. Математическое моделирование процесса десульфурации стали при внепечной обработке в АКОС // СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ № 2 2010 С53-54.

3. А.М. Зборщик, С.В. Куберский, К.Е. Писмарёв [и др.] Сравнение эффективности современных технологий внедоменной десульфурации чугуна / // сталь. 2010. № 1. с. 21-23.

Палеха С.А.

Пеш-шөміш агрегатында десульфурация тиімділігін арттыру

Аңдатпа. Мақала пеш-шөміш агрегатында Конвертерлік цехта төмен көміртекті болат өндірісінің проблемалық мәселелерін зерттеуге арналған. Агрегатта Болаттың осы түрін өндіру сұлбасы қарастырылды және ұсынылды. Зерттеу нәтижелерінде төмен көміртекті және төмен көміртекті болаттарды алу кезінде өңдеу кезіндегі кремний үлесінің өсуін, АӨК-де өңдеу ұзақтығының ұлғаюын, әктің шығысының ұлғаюын,металдың қызу ұзақтығының ұлғаюын, алюмацияның жалпы игерілуінің төмендеуін, марганецтің жалпы игерілуінің ұлғаюын атап өткен жөн. Ұсынылған технология төмен кремнийлі Болаттың 29% дәрежесі бар десульфурациясын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, ұсынылған технология құрамында күкірттің аз үлесі бар (0,015% - дан кем) пештен тыс өңделген металды алу кезінде орынды.

Түйін сөздер. пеш агрегаты-шөміш, десульфурация, Болат, күкірт, кремний.

Palekha S.

Improving the efficiency of desulfurization on the furnace-ladle unit

Abstract. The article is devoted to the study of the problematic issues of the production of low carbon steel in the converter shop at the ladle-furnace unit. Considered and proposed scheme for the production of this type of steel in the unit. The results of the study should note the increase in the proportion of silicon during processing in obtaining low-silicon and low carbon steels, an increase in the processing time in the agro-industrial complex, an increase in lime consumption, an increase in the heating time of the metal, a decrease in the total absorption of aluminum, an increase in the absorption of manganese. The presented technology allows desulfurization of low-silicon steel with a degree of 29%.

Based on the foregoing, the proposed technology is expedient in obtaining metal with secondary treatment with a content of a small proportion of sulfur (less than 0.015%).

Keywords. furnace-ladle unit, desulfurization, steel, sulfur, silicon.

УДК 553.04

Т. К. Сарсембеков
Научный руководитель – В.А. Козлов, д.т.н., зав. лабораторией редких и рассеянных металлов НАО «КазНИТУ»
Акционерное общество «Усть-Каменогорский титано-магниевый комбинат», Усть-Каменогорск, Республика Казахстан.
turarskoda@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ САТПАЕВСКОГО ИЛЬМЕНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Аннотация. *Данная работа представляет собой анализ перспектив повышения комплексности переработки отечественного титансодержащего сырья. Приведено описание Сатпаевского месторождения ильменита в Восточном Казахстане. Приведен химический состав Сатпаевского ильменитового концентрата, титанового шлака, искусственного рутила, полученного различными процессами. Указаны некоторые данные по поведению и распределению сопутствующих элементов при переработке титансодержащего сырья. Дано описание существующих и испытанных технологии извлечения сопутствующих элементов, а также перспективы разработки новых технологий. Обозначены перспективные направления научно-исследовательских работ для повышения комплексности переработки титансодержащего сырья.*

Ключевые слова: *ильменит, комплексная переработка, распределение, редкие металлы, искусственный рутил.*

Титановая промышленность Казахстана представлена Усть-Каменогорским титано-магниевым комбинатом. В Республике Казахстан разработаны три месторождения титаноциркониевых песков в Актюбинской (Шокашское), Акмолинской (Обуховское) и Восточно-Казахстанской (Сатпаевское-Бектимир) областях [1]. При этом приоритет отдан Сатпаевскому месторождению, как наиболее перспективному и близко расположенному к предприятию. Данное месторождение находится в 200 км от г. Усть-Каменогорск.

Сатпаевская ильменитовая россыпь обнаружена в 1989 г. при проведении опережающих геофизических и геохимических работ. Россыпь ильменита образовалась за счет перемыва рудоносной коры выветривания месторождения Караоткель [2]. Россыпь расположена в юго-западном обрамлении Преображенского гранитоидного массива буранского комплекса. Подчиненное значение имеют габброиды максутского и гранитоиды кунушского комплексов. Отмечаются также фрагментарные выходы буконьской и майтюбинской свит[3].

Россыпь по происхождению аллювиальная, продуктивный песчано-глинистый горизонт предположительно донеогенового возраста залегает на корах выветривания или на коренных породах [3]. Россыпь представлена тремя аллювиальными (погребенными) россыпями олигоценового возраста [2]. Ширина русла изменяется от 100 до 650 м, суммарная длина разведанной части россыпи 7 250 м, мощность рудных песков от 4 до 11 м. Рудные минералы представлены ильменитом (до 90-97%) и цирконом, редко встречаются рутил, анатаз и лейкоксен. Среднее содержание ильменита в рудоносных горизонтах 151 кг/м3. Балансовые запасы россыпи: рудные пески – 12 053 тыс. м^3, ильменит – 1 821 тыс. т. [3].

Ильменитовый концентрат Сатпаевского месторождения в качестве сырья для получения титанового шлака с последующей переработкой его по хлоридной технологии имеет ряд существенных недостатков – высокое содержание оксидов железа и кремния.

Из-за высокого содержания оксидов железа при руднотермической плавке Сатпаевского ильменитового концентрата возникают следующие сложности:

- Увеличение себестоимости титанового шлака вследствие повышенного расхода электроэнергии, углеродсодержащего восстановителя, электродов;

- Зарастание печи гарнисажем – как следствие уменьшение объема ванны печи и снижение производительности;

- Оголение футеровки верхней части ванны печи.

Вследствие вышеперечисленных сложностей переработка Сатпаевского ильменитового концентрата на АО «УК ТМК» производится в смеси с другими видами титансодержащего сырья в различных соотношениях.

В то же время, в зарубежной практике разработаны и применяются технологии получения искусственного рутила из ильменитового концентрата: Becher процесс (Австралия), Oceanic-процесс (Канада), Chlorine-процесс (Австралия), NewGenSR процесс (Финляндия-Австралия), процесс Mintek (Южная Африка), Murso процесс (Австралия-Япония), Tiomin (TSR) процесс (Канада), Heubach процесс (Германия), Austpac ERMS/EARS процесс (Австралия) [4], Mitsubishi процесс (Япония), SREP процесс (Австралия), Western Titanium процесс (Австралия), Dhrangadhra процесс (Индия), Benilite процесс (США), Ishihara Sangyo процесс (Япония) [5].

Таблица 1 - Химический состав искусственного рутила, полученного разными процессами [5] в сравнении с титановым шлаком АО «УК ТМК»

Процесс/ Компонент	**Титановый шлак 60/40 Вольз./Сатп.**	**Ishihara Sangyo процесс**	**Bemilite процесс**	**Dhrangadhra процесс**	**Western Titanium процесс**	**Becher процесс**	**SREP процесс**	**Mitsubishi процесс**	**Summit процесс**	**Murso процесс**	**Clorine Technology процесс**
TiO_2	86,0	96,1	93,0	90-92	92,0	92,5	92-95	96,7	94,0	96,2	97,5
Fe(общ)			2,0	3,0	3,6	2,4	1,0-3,0				0,46
FeO	6,6								2,0		
Fe_2O_3		1,3						0,4		1,5	0,66
Cr_2O_3	0,7	0,15	0,04	0,2		0,10	0,2-0,3		0,10	0,15	0,11
Al_2O_3	2,3	0,46	0,42	1,0	0,7	1,1	0,5-0,8	0,7	1,7	0,2	0,49
V_2O_5	0,3	0,20	0,06	0,25	0,12	0,22	0,25	+	0,15	0,04	0,04
Nb_2O_5	0,1	0,25	0,6			0,25	0,3				0,07
Ta_2O_5	0,02										
Sc_2O_3	0,02										
P_2O_5		0,17		0,2		0,03	0,01		0,1		0,072
MnO	2,0	0,03	0,22	0,1	2,0	1,1	0,8-1,2	0,06	1,7	0,05	<0,01
MgO	0,9	0,07	0,05	0,05	0,15	0,30	0,3			0,04	0,027
CaO	0,5	0,01		0,05	0,03	0,03	0,07-0,15		0,7		0,065
ZrO_2	0,2	0,15	0,12	1,0		0,2	0,1		0,2		0,19
SiO_2	3,0	0,5	1,6	1,5	0,7	0,9	0,8-1,2	0,1	0,5		0,46
SnO_2			0,14								0,003
As											
S	0,02	0,01	0,01		0,15	0,2	0,03		0,02		0,006
C					0,15						0,09
U						~10 ppm	10 ppm				
Th						80-450 ppm	80-90 ppm				

Как можно видеть из таблицы 1, искусственный рутил, полученный любым из процессов, превосходит титановый шлак по содержанию TiO_2 и отличается меньшим содержанием Fe, при этом сохраняя редкие элементы для дальнейшего попутного извлечения. По нашему мнению разработка технологии производства искусственного рутила из Сатпаевского ильменитового концентрата является весьма перспективным дополнением к руднотермическому переделу, способному укрепить сырьевую безопасность отечественной титановой промышленности.

Ильменитовый концентрат Сатпаевского месторождения является комплексным минеральным сырьем, т. е. содержащим наряду с основным, ряд дополнительных ценных элементов. Химический состав Сатпаевского ильменитового концентрата представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав Сатпаевского ильменитового концентрата, %, альфа-активность, Бк/кг:

SiO_2	TiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	Cr_2O_3	CaO	MgO	MnO	V_2O_5	P_2O_5	S	ZrO_2	Sc_2O_3	Ta_2O_5	Nb_2O_5	акт.
0,91	52,98	41,87	0,33	0,31	0,27	0,41	2,9	0,2	0,17	0,035	0,16	0,002	0,002	0,02	1236,5

Из приведенных данных видно, что данное сырье содержит ряд ценных компонентов, в том числе редкие и рассеянные металлы, такие как, **ванадий, ниобий, тантал, скандий, цирконий**. Из перечисленных элементов разработаны промышленные технологии попутного извлечения из процесса переработки титансодержащего сырья только ванадия и скандия. Рассмотрим возможность извлечения каждого элемента по отдельности.

Ванадий. Одним из важнейших компонентов в титансодержащем сырье, определяющим условия переработки и напрямую влияющим на технико-экономические показатели производства, является ванадий. Распределение и поведение ванадия при переработке титансодержащего сырья подробно изучено. По нашим данным извлечение ванадия из ильменита в титановый шлак составляется 85-90%, из титанового шлака 14% ванадия переходит в отвальный шлам титанового хлоратора, 78 % – в технический тетрахлорид титана. Из технического тетрахлорида титана 0,33 % ванадия переходит в очищенный тетрахлорид титана, 79 % – в пульпу кубовых остатков.

Оксид ванадия (V_2O_5), содержащийся в исходном сырье при хлорировании образует окситрихлорид ванадия $VOCl_3$, который неограниченно растворим в $TiCl_4$. Вследствие близости значений температур кипения $TiCl_4$ (134 ^oC) и $VOCl_3$ (127 ^oC) очистка тетрахлорида титана от ванадия обычными методами, основанными на разностях температур кипения (ректификация, дистилляция) в промышленных масштабах не целесообразна. Вследствие чего, приходится применять специальную химическую очистку низшими хлоридами титана, приготовленными с использованием алюминиевой пудры.

Химические преобразования ванадия в процессе хлорирования титансодержащего сырья выражаются следующими уравнениями:

$$2V_2O_5 + 6Cl_2 + 3C = 4VOCl_3 + 3CO_2 \ (\Delta G \text{ при } 750\ ^oC = -1167{,}3 \text{ кДж});$$

$$V_2O_5 + 3Cl_2 + 3C = 2VOCl_3 + 3CO \ (\Delta G \text{ при } 750\ ^oC = -569{,}8 \text{ кДж}).$$

При очистке тетрахлорида от ванадия низшими хлоридами титана, относительно ванадия протекает следующая реакция:

$$VOCl_3 + TiCl_3 = VOCl_2\downarrow + TiCl_4.$$

То есть ванадий из степени окисления +5 переводится в соединение со степенью окисления +4, которое выпадает в виде осадка в пульпу кубовых остатков дистилляционных колонн и подвергается хлорно-термической переработке с получением технического окситрихлорида ванадия и технического тетрахлорида титана возвратного. Содержание ванадия в техническом окситрихлориде ванадия достигает 20-22 %. Далее окситрихлорид

ванадия перерабатывается по экстракционной технологии с получением товарного пентаоксида ванадия.

Таким образом, ванадий практически полностью отделяется от титана с извлечением в товарный продукт, пригодный для реализации. Однако при производстве титановых слитков и слябов ванадий добавляют в титановую губку в качестве лигатуры для получения титановых сплавов заданных марок. Разработка технологии производства губчатого титана с заданным содержанием ванадия является важной задачей титановой промышленности.

На АО «УК ТМК» ведутся работы по дальнейшему совершенствованию технологии переработки пульп кубовых остатков с целью повышения извлечения ванадия в конечный продукт.

Скандий. Скандий – один из самых дорогих редких металлов с малым объемом производства. Скандий распространен сравнительно широко (Кларк 0,0017 %), но основная его масса рассеяна преимущественно в силикатах магния и двухвалентного железа. В качестве примесей он постоянно присутствует в вольфрамите, касситерите, ильмените, цирконе, редкоземельных минералов (ксенотиме, монаците), браннерите, берилле и других рудных и нерудных минералах. Минералы с повышенной скандиеносностью содержат его в количестве 0,01 % и выше. Скандий находит широкое применение в различных отраслях промышленности – от металлургии до микроэлектроники и ядерной энергетики.

В ильмените содержание скандия в пересчете на оксид оценивается тысячными долями процента. При восстановительной плавке ильменита в титановый шлак по нашим данным переходит порядка 71% скандия. Далее, при хлорировании титанового шлака скандий в расплаве хлоратора образует малолетучие комплексные соединения с натрием, магнием и калием вследствие чего большая его часть остается в расплаве и выводится в отвальный шлам титанового хлоратора (ОШТХ). Содержание скандия в ОШТХ в пересчете на оксид достигает 0,012 %. По нашим данным с паро-газовой смесью в систему конденсации хлоратора переходит весьма небольшая часть скандия, содержание скандия в пересчете на оксид в возгонах пылевой камеры и расплаве пылеосадительной камеры с солевой ванной не превышает тысячных долей процента.

Технология извлечения окиси скандия из отработанного расплава титановых хлораторов проверена в опытно-промышленных условиях в опытном цехе АО «УКТМК».

Принятая технологическая схема, основанная на экстракционном методе, складывается из следующих основных переделов:

- подготовка сырья для извлечения окиси скандия (выщелачивание расплава и приготовление пульпы);
- переработка скандиевого полупродукта из пульпы отработанного расплава хлораторов;
- переработка скандиевого полупродукта на товарную окись скандия.

Таким образом, на АО «УК ТМК» имеются все возможности для организации передела по получению товарного оксида скандия в промышленных масштабах.

Ниобий. Ниобий является распространенным элементом, замещающим титан в его минералах, в том числе и ильмените [6]. Степень, в которой ниобий замещает титан в этих минералах, является переменной [7]. Содержание ниобия в пересчете на пентаоксид в Сатпаевском ильмените достигает 0,02 %. По нашим данным, при восстановительной плавке ильменита в титановый шлак переходит практически весь ниобий.

Установлено, что при их хлорировании образуется, как минимум, две устойчивые химические формы ниобия, отличающиеся по свойствам. Не вдаваясь в детали взаимодействия соединений ниобия, сопутствующих элементов, эффектов комплексообразования, ограничимся тем, что весьма вероятны следующие реакции:

$$2Nb_2O_5 + 6Cl_2 + 3C = 4NbOCl_3 + 3CO_2;$$

$$Nb_2O_5 + 5Cl_2 + 5C = 2NbCl_5 + 5CO.$$

Первая проходит с образованием соединений переменного состава, вида NbO_xCl_y, в котором x = 1-2,5, y 0,5-3), при более низких содержаниях углерода в реакционной зоне. Окситрихлорид ниобия +5 ($NbOCl_3$) имеет температуру сублимации около 330°С, другие менее летучи. Поэтому они улавливаются в пылеосадительной камере (при температурах порядка 300 °С), откуда ниобий выводится, вместе с хлоридами алюминия, натрия, циркония и др., в отвал. Вторая реакция с образованием $NbCl_5$ протекает при повышенных содержаниях углерода в расплаве. Обладая температурой кипения 245°С, $NbCl_5$ минует пылеосадительные камеры и обнаруживается в оросительных скрубберах вместе с $TiCl_4$. Пентахлорид ниобия, имеющий температуру кипения 254 °С, в виде газа переходит в оросительный скруббер (120 °С), где конденсируется наряду с другими примесями, в виде твердой примеси игольчатой формы желтого цвета в жидком тетрахлориде титана. Содержание твердых в пульпе достигает 100 г/л, содержание Nb в пересчете на Nb_2O_5 достигает 20 %.

При таком содержании ниобия в пульпе тетрахлорида титана нарушаются ее теплофизические свойства, повышается вязкость и снижается текучесть. Пульпа при подогреве интенсивно не испаряется, следовательно, не поглощает тепло. Так как, пульпа оросительного скруббера используется для регулирования температурного режима хлорирующей установки за счет ее испарения при подаче в хлоратор, возникают трудности в управлении технологическим процессом.

В лабораторных условиях проведено сгущение пульпы оросительного скруббера, отмывка осадка от тетрахлорида титана четыреххлористым углеродом, сушка и прокалка осадка. В результате получен порошок желто-зеленого цвета. Анализ порошка, проведенный методом атомной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС) показал содержание Nb в порошке от 1,7 до 3 %, что является высоким содержанием продукта для ниобиевых концентратов.

Проведенная предварительная работа дает основания считать перспективным направление по разработке технологии извлечения соединений ниобия при производстве тетрахлорида титана методом хлорирования титансодержащего сырья в присутствии углерода.

Перспективы извлечения таких элементов как цирконий и тантал в полной мере не изучены, в данном направлении необходимо проведение научно-исследовательских работ для изучения распределения данных элементов по промпродуктам производственной цепочки, определение возможности попутного извлечения данных элементов.

В свете тенденции дефицита минерального сырья, повышения требований к сокращению сбросов в окружающую среду, повышение комплексности переработки, увеличение количества полезных элементов, попутно извлекаемых из минерального сырья, является важнейшей задачей современной металлургии, решение которой позволит повысить технико-экономические показатели производства и сократить выбросы в окружающую среду.

Литературы:

1. Курмангалиев, А. А. Современное состояние и тенденции развития сырьевой базы титано-магниевой промышленности в Республике Казахстан // Геология, горное дело, металлургия. Вестник ВКГТУ – 2005, №4 с. 13;

2. Дьячков, Б. А., Мочалкина, Л. Н., Кузьмина, О. Н., Бочкова, О. И., Кравченко М. М. Типы месторождений кор выветривания Восточного Казахстана // Геология, горное дело, металлургия. Вестник ВКГТУ – 2005, №4 с. 6;

3. Кравченко, М. М., Дьячков, А. А., Суйекпаев, Е. С., Сапаргалиев, Е. М., Азельханов, А. Ж., Ойцева, Т. А. Перспективы укрепления и развития сырьевой базы титанового производства в Восточном Казахстане // Геология. Вестник Пермского Университета – 2016, №1 с. 82;

4. Заболоцкая, Ю. В. Автоклавное обескремнивание лейкоксенового концентрата гидроксидом кальция с получением искусственного рутила: дис. … канд. техн. наук: 05.16.02 / Заболоцкая Юлия Витальевна. – М., 2014. – 136 с. – Библиогр.: с. 120-132.;

5. Harald Elsner. Heavy Minerals of Economic Importance, BGR, Hannover Germany. 218 p. 31 fig.v 125 tabl.;

6. Roger H. Mitchel. Primary and secondary niobium mineral deposits associated with carbonatites// Ore Geology Reviews №01194 – 2014, p. 16.

7. C. E. Gibson, S. Kelebek, M. Aghamirian. Niobium oxide mineral flotation: a review of relevant literature and the current state of industrial operations // International Journal of Mineral Processing № 2698 – 2015, p. 37.

Сәрсембеков Т.Қ.

Сәтбаев кен орнының ильменитті концентратын кешенді өңдеудің даму келешегі

Аңдатпа. Бұл жұмыста құрамында титан бар отандық шикізатты қайта өңдеудің кешенділігін арттырудың болашақ жолдарына талдау жүргізілген. Шығыс Қазақстандағы Сәтбаев ильменит кен орнының сипаттамасы келтірілген. Сәтбаев ильменит концентратының, титан қожының, түрлі процестермен алынған жасанды рутилдің химиялық құрамы келтірілген. Құрамында титан бар шикізатты қайта өңдеу кезінде ілеспе элементтердің химиялық өзгеруі мен бөлінуі бойынша кейбір деректер көрсетілген. Ілеспе элементтерді алудың қолданыстағы және сыналған технологияларын, сондай-ақ жаңа технологияларды әзірлеу жолдарына сипаттау берілген. Құрамында титан бар шикізатты өңдеу кешенділігін арттыру үшін ғылыми-зерттеу жұмыстарының болашақ бағыттары белгіленді.

Түйін сөздер: ильменит, кешенді өңдеу, бөлу, сирек металдар, жасанды рутил.

Sarsembekov T.

Prospects for complex processing of Satpaev ilmenite concentrate

Abstract. This work is an analysis of the prospects for increasing the complexity of processing domestic titanium-containing raw materials. The description of the Satpaev Deposit of ilmenite in East Kazakhstan is given. The chemical composition of Satpayev ilmenite concentrate, titanium slag, artificial rutile obtained by various processes is given. Some data on the behavior and distribution of related elements in the processing of titanium-containing raw materials are given. The description of existing and tested technologies of extraction of related elements, as well as the prospects for the development of new technologies. Promising areas of research work to improve the complexity of processing of titanium-containing raw materials are identified.

Key words: ilmenite, complex processing, distribution, rare metals, artificial rutile.

УДК 669.017:536

Б.Н. Суримбаев[1], А.О. Байконурова[2], Б.С. Баимбетов[2], Г.А. Усольцева[2]

[1]Филиал РГП «НЦ КПМС РК» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр», г. Алматы, Казахстан

[2]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

surimbaev@gmail.com

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ В КАЧЕСТВЕ АКТИВАТОРА ЦИАНИДНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Аннотация. *Термодинамически обоснована вероятность растворения в щелочной цианидной среде в присутствии уксусной кислоты как реагента-активатора соединений, пассивирующих поверхность золота в рудном материале.*

Ключевые слова: *термодинамические расчеты, реагент-активатор, уксусная кислота, растворение сульфидов, пассивирующие пленки, золото.*

Цианирование занимает особое место в золотодобывающей промышленности и основано на способности золота, а также серебра, растворяться в слабых растворах щелочных цианидов по реакции [1]:

$$2Au + 4NaCN + 1/2O_2 + H_2O = 2Na[Au(CN)_2] + 2NaOH. \quad (1)$$

При цианидном выщелачивании благородных металлов растворение сульфидов, входящих в состав рудных материалов, протекает согласно реакциям [2]:

$$CuFeS_2 + 11CN^- = Cu(CN)_3^{2-} + Fe(CN)_6^{4-} + 2S^{2-} + (CN)_2, \quad (2)$$

$$FeS_2 + 8CN^- = Fe(CN)_6^{4-} + 2SCN^-. \quad (3)$$

Потребление цианида в целом зависит от развития перечисленных реакций. При окислении пирита довольно интенсивно протекает следующая реакция [1]:

$$FeS_2 + 2O_2 = FeSO_4 + S. \quad (4)$$

Свободная сера, получающаяся вследствие частичного окисления сульфидов, реагирует с цианидом, образуя роданистую соль: $S + CN^- = CNS^-$.

Для быстро окисляющихся колчеданов возможно протекание реакции:

$$FeS_2 + NaCN = FeS + NaCNS. \quad (5)$$

Соединения закисного железа в присутствии щелочи реагируют с цианидом натрия [1]:

$$FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2 + Na_2SO_4, \quad (6)$$

$$Fe(OH)_2 + 2NaCN = Fe(CN)_2 + 2NaOH. \quad (7)$$

Скорость растворения золота в щелочных растворах может быть повышена введением окислителей, уменьшающих величину поляризации поверхности растворяющего металла [3].

Из литературных данных известно, что в результате окисления сульфидных минералов в щелочном растворе (pH 10-11) на поверхности золота могут образовываться такие нерастворимые соединения, как $Zn(OH)_2$, CuO, $Cu(OH)_2$ и др. [4].

Анализ имеющихся в литературе данных позволил сделать вывод, что среди реагентов-активаторов, позволяющих интенсифицировать процесс выщелачивания золотосодержащего сырья за счет растворения соединений, блокирующих поверхность крупинок золота, интерес представляют органические соединения. Для ускорения процесса растворения золота в качестве реагента-активатора (катализатора) нами была выбрана уксусная кислота [5]. Был проведен термодинамический анализ возможных реакций взаимодействия уксусной кислоты с соединениями, пассивирующими поверхность золота. Расчеты были проведены в интервале 298-373 К на 1 моль интересующего нас растворителя. Анализ расчетов, выполненных с использованием программы термодинамических расчетов HSC Chemistry 8.0 компании Outokumpu Technology Engineering Research [5], приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты термодинамических расчетов возможных реакций взаимодействия уксусной кислоты с соединениями, пассивирующими поверхность золота

№ реакции	Реакция	$\Delta G_т$, кДж/моль			
		298 К	323 К	353 К	373 К
Растворение сульфидных минералов					
1	$2FeS_2 + 2NaOH + CH_3COOH + 4{,}75O_{2(г)} = 0{,}5Fe(CH_3COO)_2 + Na_2SO_4 + 1{,}5H_2O + 1{,}5S + 1{,}5FeSO_4$	-1811,8	-1790,1	-1764,7	-1748,1
2	$2FeS_2 + 2NaOH + CH_3COOH + 4{,}25O_{2(г)} = 0{,}5Fe(CH_3COO)_2 + Na_2SO_3 + 1{,}5H_2O + 1{,}5S + 1{,}5FeSO_4$	-1548,4	-1529,2	-1506,8	-1492,1
3	$1{,}5FeS + NaOH + CH_3COOH + 3O_{2(г)} = 0{,}5Fe(CH_3COO)_2 + 0{,}5Na_2SO_4 + H_2O + FeSO_4$	-1190,2	-1173,9	-1155,1	-1142,6
4	$FeS + NaOH + CH_3COOH + 1{,}25O_{2(г)} = 0{,}5Fe(CH_3COO)_2 + 0{,}5Na_2SO_4 + 0{,}5H_2O + 0{,}5S + 0{,}5Fe(OH)_2$	-543,37	-534,54	-524,48	-518,02
5	$0{,}5CuFeS_2 + 2NaOH + CH_3COOH + 1{,}5O_{2(г)} = 0{,}5Fe(CH_3COO)_2 + Na_2SO_3 + H_2O + 0{,}5Cu(OH)_2$	-594,35	-584,68	-573,64	-566,54
6	$0{,}25CuFeS_2 + NaOH + CH_3COOH + 0{,}75O_{2(г)} = 0{,}25Cu(CH_3COO)_2 + 0{,}25Fe(CH_3COO)_2 + 0{,}5Na_2SO_3 + H_2O$	-301,12	-294,95	-288,15	-283,89

Продолжение таблицы 1

№ реакции	Реакция	$\Delta G_т$, кДж/моль			
		298 К	323 К	353 К	373 К
Растворение продуктов разложении сульфидных минералов					
7	$1/3Fe(OH)_2 + CH_3COOH + 1/3NaOH = 1/3Fe(CH_3COO)_2 + 1/3NaCH_3COO + H_2O$	-41,83	-39,64	-37,54	-36,37
8	$0{,}5Fe(OH)_2 + CH_3COOH = 0{,}5Fe(CH_3COO)_2 + H_2O$	-17,01	-14,04	-11,01	-9,25
9	$0{,}5FeSO_4 + NaCH_3COO = 0{,}5Fe(CH_3COO)_2 + 0{,}5Na_2SO_4$	-14,28	-11,74	-8,86	-7,02
10	$1/3Cu(OH)_2 + CH_3COOH + 1/3NaOH = 1/3Cu(CH_3COO)_2 + 1/3NaCH_3COO + H_2O$	-35,73	-33,76	-31,97	-31,04
11	$0{,}5Cu(OH)_2 + CH_3COOH = 0{,}5Cu(CH_3COO)_2 + H_2O$	-7,89	-5,22	-2,66	-1,25
12	$0{,}5CuO + CH_3COOH = 0{,}5Cu(CH_3COO)_2 + 0{,}5H_2O$	-4,78	-1,68	1,43	3,23
13	$1/3Zn(OH)_2 + CH_3COOH + 1/3NaOH = 1/3Zn(CH_3COO)_2 + 1/3NaCH_3COO + H_2O$	-41,54	-39,85	-38,39	-37,68
14	$0{,}5Zn(OH)_2 + CH_3COOH = 0{,}5Zn(CH_3COO)_2 + H_2O$	-16,61	-14,35	-12,29	-11,22
15	$1/3Zn(OH)_2 + CH_3COOH = 1/3[Zn(CH_3COO)_3]^- + 2/3H_2O + 1/3H^+$	-3,43	-0,64	2,01	3,48
Сопутствующие реакции					
16	$NaCN + CH_3COOH = NaCH_3COO + HCN$	-33,76	-33,31	-33,34	-33,64
17	$NaOH + CH_3COOH = NaCH_3COO + H_2O$	-91,41	-90,85	-90,60	-90,62

Вероятность растворения пирита в щелочном растворе в присутствии уксусной кислоты в окислительной среде (таблица 1, реакции (1) и (2)) значительно возрастает. Образующийся

по реакции (9) (таблица 1) сульфат закисного железа также способствует выделению ацетата железа.

Результатом многоступенчатого окисления пирита является образование промежуточного сульфида закисного железа, который растворяется согласно реакциям 3 и 4 (таблица 1) в щелочной окислительной среде в присутствии уксусной кислоты до образования ацетата железа с высокой долей вероятности: изобарно-изотермический потенциал принимает значения -1190,2 и -543,37 кДж/моль соответственно представленным реакциям. Гидроксид закисного железа также способен взаимодействовать с уксусной кислотой с образованием растворимых ацетатных солей (таблица 1, реакции (7) и (8)).

Вероятность растворения халькопирита в растворе гидроксида натрия в присутствии уксусной кислоты в окислительной среде по реакции (5) и (6) (таблица 1) с образованием водно-растворимой ацетатной соли высокая, что подтверждается низкими значениями изобарно-изотермических потенциалов (ниже – 595 кДж/моль).

В щелочной среде халькопирит окисляется с образованием на поверхности золота нерастворимых соединений [4]:

$$CuFeS_2 + 10H_2O = Cu(OH)_2\downarrow + Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 18H^+ + 16e^-, \quad (8)$$

$$4CuFeS_2 + 13O_2 = 4CuO\downarrow + 2Fe_2O_3 + 8SO_2, \quad (9)$$

которые в присутствии уксусной кислоты растворяются согласно реакциям (11) и (12) таблицы 1. Выделяющийся гидроксид меди образует ацетатные соли согласно реакции (10), представленной в таблице 1.

Минералы цинка сравнительно редко встречаются в золотосодержащих рудах. Сфалерит окисляется с образованием осадка [4]:

$$ZnS + 6H_2O = Zn(OH)_2\downarrow + SO_4^{2-} + 10H^+. \quad (10)$$

Пленка гидроксида цинка растворяется в результате образования ацетатных солей согласно реакциям (13)-(15), представленным в таблице 1. Вероятность протекания представленных реакций растворения гидроксида цинка уксусной кислотой с образованием уксуснокислого цинка подтверждается расчитанными значениями велечин энергии Гиббса.

В процессе выщелачивания золота с реагентом активатором возможно протекании сопутствующих реакции (16) и (17) (таблица 1).

Таким образом, на основании имеющихся литературных сведений и проведенного термодинамического анализа с использованием программы термодинамических расчетов HSC Chemistry 8.0 компании Outokumpu Technology Engineering Research была теоритически установлена вероятность влияния в щелочной цианидной системе в окислительной среде уксусной кислоты даже при комнатной температуре на растворение соединений, пассивирующих поверхность золота.

Литературы:

1. Плаксин И.Н. Металлургия благородных металлов. – М., 1958. – С. 51-183.

2. Захаров Б.А., Меретуков М.А. Золото: упорные руды. – М.: Руда и Металлы, 2013. – С. 151-300.

3. Сорокин И.П. Изучение условий растворения золота и серебра в цианистых растворах при низких температурах // Труды ВНИИ-1. – Магадан, 1958. – № 33 – С. 13-79.

4. Турысбекова Г.С., Меретуков М.А., Бектай Е.К. Золото: инновации в химии и металлургии. – Алматы, 2015. – С. 179-188.

5. Суримбаев Б.Н. Разработка технологии извлечения золота из сульфидных руд с использованием реагента-активатора при интенсивном цианировании: дисс… докт. филос.: 6D070900. – Алматы, 2018. – С. 68-75. – № 0618РК00527.

Б.Н. Сүрімбаев[1], Ә.Ө. Байқоңырова[2], Б.С. Баимбетов[2], Г.А. Усольцева[2]

Алтын құрамды шикізатты цианидті шаймалау активаторы ретінде сірке қышқылын қолданудың термодинамикалық негіздемесі

Аңдатпа. Руданың материалында алтын бетіне өтетін пассивті қосылыстарды реагент-активатор ретінде сірке қышқылының қатысуымен сілтілі цианид ортасында еріту ықтималдығы термодинамикалық тұрғыдан негізделген.

Түйінді сөздер: термодинамикалық есептеулер, реагент-активатор, сірке қышқылы, сульфидті еріту, пассивті пленкалар, алтын.

B.N. Surimbayev[1], A.O. Baikonurova[2], B.S. Baimbetov[2], G.A. Usoltseva[2]

Thermodynamic justification for the use of acetic acid as an activator of cyanide leaching of gold-containing raw materials

Abstract. Thermodynamically substantiates the likelihood of dissolving in an alkaline cyanide medium in the presence of acetic acid as a reagent-activator compounds, passivating the surface of gold in ore material.

Keywords: thermodynamic calculations, reagent-activator, acetic acid, sulfide dissolution, passivating films, gold.

УДК 622.7

Ш.А. Телков, И.Ю. Мотовилов, А.М. Бостандыков, М.Б. Барменшинова
Научный руководитель – Ш.А. Телков, ассоциированный профессор, к.т.н., доцент
НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»
motovilov88@inbox.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ОКИСЛЕННЫХ СВИНЦОВО-БАРИТОВЫХ РУД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Аннотация. *В работе представлены результаты полученные при разработке технологической схемы обогащения окисленных свинцово-баритовых руд с использованием гравитационных процессов обогащения.*

На основании полученных результатов исследований разработана и рекомендована к использованию в промышленных условиях гравитационная технологическая схема переработки окисленной свинцово-баритовой руды, включающая в себя промывку исходной руды дробленной до 60 мм с последующим обогащением машинных классов крупностью - 60 + 12 мм, – 12 + 2,5 мм, 2,5 + 0,63 мм отсадкой и машинных классов крупностью – 0,63 + 0,071 мм и 0,071 + 0,00 мм - на концентрационных столах и центробежных концентраторах.

Результатами исследований установлено, что наиболее оптимальным вариантом является получение общего гравитационного свинцового концентрата с содержанием свинца порядка 20 % - 21 %, при котором достигается наиболее полное извлечение свинца и серебра.

Ключевые слова. *свинец, барит, серебро, отсадка, концентрация на столе, центробежная концентрация*

Республика Казахстан характеризуется наличием полезных ископаемых и крупными запасами различного минерального сырья.

Минерально-сырьевой комплекс Казахстана занимает заметное положение в мировом минерально-сырьевом балансе, играет важную роль в Евро-Азиатском регионе, а также имеет высокий потенциал дальнейшего развития и повышения влияния на мировом минерально-сырьевом рынке. По состоянию запасов на 01.01.2003 г. свинца 22% - 1 место, барит 47,2% - 1 место. По добыче свинца 6 место.

Одним из месторождений свинцово-баритовых руд в Казахстане является месторождение Ушкатын III. Участок барит-свинцовых руд на месторождении представлен различными технологическими типами: окисленные свинцовые, окисленные свинцово-баритовые, смешанные свинцово-баритовые, сульфидные свинцово-баритовые, баритовые и пироморфитовые.

Основными рудными минералами являются галенит, церуссит и в незначительных количествах встречаются вторичные минералы англезита и пироморфита. Нерудные минералы представлены баритом, кварцем, кальцитом и каолином.

Авторами статьи ранее был изучен минералогический и гранулометрический состав окисленных свинцово-баритовых руд [1]. Учитывая результаты полученные при изучении гранулометрического состава, которые позволили определить машинные классы крупности для гравитационного обогащения были выполнены исследования по разработке технологической схемы обогащения на следующих машинных классах крупности:

- машинный класс крупностью – 60 + 12 мм – отсадкой;
- машинный класс крупностью – 12 + 2,5 мм – отсадкой;
- машинный класс крупностью – 2,5 + 0,63 мм – отсадкой;
- машинный класс крупностью – 0,63 + 0,071 мм – на концентрационном столе;
- машинный класс крупностью – 0,071 + 0,00 мм – на центробежном концентраторе.

Таблица 1 – Гранулометрический состав и характер распределения свинца, барита и серебра по классам крупности

Классы крупности, мм	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		свинца	серебра, г/т	барита	свинца	серебра	барита
– 60 + 40	2,72	0,12	2,30	0,71	0,04	0,18	0,42
– 40 + 20	3,23	7,69	44,7	6,46	3,40	4,31	4,48
– 20 + 12	2,60	11,04	46,42	5,62	3,93	3,62	3,14
– 12 + 5	3,59	13,46	64,82	9,47	6,63	6,98	7,31
– 5 + 2,5	2,20	14,64	71,50	9,64	4,41	4,71	4,55
– 2,5 + 1,25	3,74	12,95	65,30	9,88	6,64	7,32	7,94
– 1,25 + 0,63	5,33	12,38	53,90	9,74	9,05	8,61	11,16
– 0,63 +0,315	4,95	14,15	56,60	10,55	9,59	8,39	11,21
– 0,315 + 0,16	5,26	16,04	64,10	10,60	11,57	10,11	11,99
– 0,16 + 0,071	5,54	15,04	47,40	7,05	11,40	7,86	8,38
– 0,071 + 0,0	60,84	4,00	20,80	2,25	33,34	37,91	29,42
Итого	100,0	**7,30**	**33,38**	**4,65**	100,0	100,0	100,0

При отсадке классов крупностью 60 – 12 мм и 12 – 2,5 мм осуществлялась последовательность операций отсадки согласно условиям обогащения в трехкамерной отсадочной машине при следующих параметрах: частота пульсаций 56 кол/мин, амплитуда колебаний 100 – 110 мм, цикл пульсаций синусоидальный (50 – 0 – 50), высота естественной постели 250 мм, размер отверстий решета 2,0 мм, удельная производительность 10 т/час · м^2, расход воды 5 м^3/т [2].

Обогащение класса крупностью – 2,5 + 0,63 мм осуществлялось в лабораторной 2-х

камерной диафрагмовой отсадочной машине с искусственной постелью, при удельной производительности 8 т/ч·м^2, частоте пульсаций 220 – 250 кол/мин, амплитуде колебаний 6 мм, высоте искусственной постели 40 – 60 мм представленной свинцовым концентратом крупностью 8 – 15 мм, размер отверстий решета – 6 мм, расход транспортной и подрешетной воды составил 3 м^3/т.

Обогащение класса крупностью – 0,63 + 0,071 мм осуществлялось на концентрационном столе типа СКО – 0,5 при амплитуде колебаний 14 мм, частоте 350 кол/мин и удельной производительности 0,25 т/ч·м^2 [3].

Обогащение тонких классов (шламов) крупностью 0,071 – 0,0 мм выполнялось на центробежном концентраторе с диаметром чаши 200 мм и числом оборотов 500 об/мин.

На основании полученных результатов разработана технологическая схема, представленная на рисунке 1. Получаемые технологические показатели приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Технологические показатели обогащения – Баланс металлов

Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Pb	Ag, г/т	$BaSO_4$	Pb	Ag	$BaSO_4$
Концентрат 60-12 мм	3,23	19,49	80,1	14,42	8,61	7,75	11,86
Концентрат 12-2,5 мм	3,48	20,50	88,91	15,13	9,75	9,27	13,41
Концентрат 2,5-0,63 мм	4,87	20,59	66,57	15,01	13,72	9,71	18,63
Концентрат 0,63-0,071 мм	11,9	20,39	82,71	5,46	33,17	29,49	16,55
Концентрат 0,071-0,0 мм	4,56	19,99	44,8	6,99	12,47	6,12	8,11
Итого концентрат	**28,03**	**20,27**	**74,2**	**9,60**	**77,72**	**62,34**	**68,56**
Хвосты 60-12 мм	5,32	0,48	6,88	1,26	0,35	1,1	1,70
Хвосты 12-2,5 мм	2,31	0,57	15,66	0,71	0,19	1,08	0,42
Хвосты 2,5-0,63 мм	4,2	1,46	21,19	2,33	0,83	2,67	2,48
Хвосты 0,63-0,071 мм	3,84	0,19	8,87	0,08	0,11	1,02	0,08
Хвосты 0,071-0,0 мм	56,28	2,70	18,86	1,87	20,8	31,79	26,76
Итого хвосты	**71,97**	**2,26**	**17,50**	**1,72**	**22,28**	**37,66**	**31,44**
Руда	100,0	**7,31**	**33,38**	**3,93**	100,0	100,0	100,0

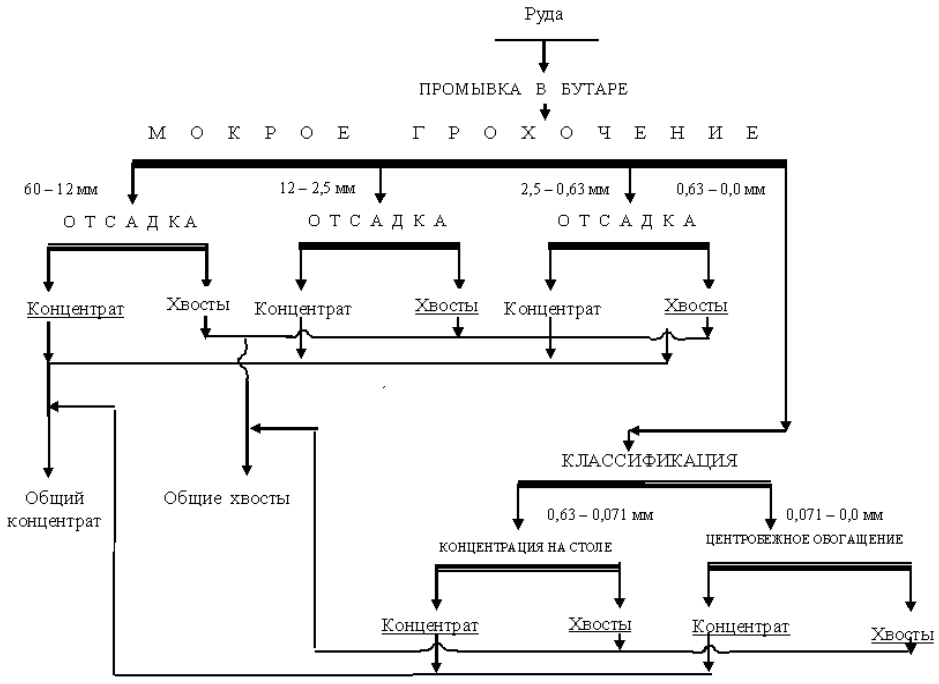


Рисунок 1 – Технологическая схема переработки окисленных свинцово-баритовых руд

Лабораторными исследованиями, по гравитационному обогащению окисленной свинцово-баритовой руды, установлено, что наибольшее извлечение свинца и серебра происходит при получении общего концентрата со средним содержанием свинца 20,27 % и серебра 74,20 %. Выход общего концентрата составил 28,03 %, при общем извлечении свинца 77,72 % и серебра 62,34 %, таблица 2.

Выводы:

На основании полученных результатов исследований разработана и рекомендована к использованию в промышленных условиях гравитационная технологическая схема переработки окисленной свинцово-баритовой руды, включающая в себя промывку исходной руды дробленной до 60 мм с последующим обогащением машинных классов крупностью - 60 + 12 мм, – 12 + 2,5 мм, 2,5 + 0,63 мм отсадкой и машинных классов крупностью – 0,63 + 0,071 мм и 0,071 + 0,0 мм - на концентрационных столах и центробежных концентраторах.

По предложенной технологической схеме переработки окисленной свинцово-баритовой руды, возможно получение гравитационных концентратов с различными содержаниями свинца.

Наиболее рациональным является получение общего гравитационного свинцового концентрата с содержанием свинца порядка 20 % - 21 %, при котором достигается наиболее полное извлечение свинца и серебра.

Литературы:

1. Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Бостандыков А.М., Барменшинова М.Б., Зеленский В.П. Малимбаев У.С. Изучение вещественного и гранулометрического состава окисленных свинцово-баритовых руд // МАТЕРИАЛЫ Международной научно-практической конференции «Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов», посвященной проблемам металлургической науки и промышленности и памяти известного ученого-металлурга, члена-корреспондента Академии наук РК, лауреата Государственной премии Республики Казахстан Булата Балтакаевича Бейсембаева, Алматы 2018. - С.109-114.
2. Райвич И. Д. Отсадка крупнокусковых руд. – М.: Недра, 1988.
3. Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. - М.: Интермет инжиниринг, 2001.

Ш.А. Телков, И.Ю. Мотовилов, А.М. Бостандыков, М.Б. Барменшинова

Гравитациялық байыту процестерін пайдаланып, тотыққан қорғасын-барит кендерін байыту технологиясын әзірлеу

Түйіндеме. Гравитациялық байыту процестерін пайдаланып тотыққан қорғасын-баритті кендерді байытудың технологиялық схемасын әзірлеу кезінде алынған нәтижелер көрсетілген.

Алынған зерттеу нәтижелері бойынша тотыққан қорғасын-барит кенін өңдеуге арналған гравитациялық технологиялық сұлба өнеркәсіптік жағдайларда пайдалану үшін ұсынылды, сұлба бойынша 60 мм-ге дейін ұсақталған кен түйіршіктері жуылып, 60 + 12 мм, - 12 + 2, 5 мм, 2.5 + 0.63 мміріліктегі кен отсадкамен байытылады, сонымен қатар - 0.63 + 0.071 мм және 0.071 + 0.00 мм іріліктегі кен жинағыш столда және центрифугалық концентраторларда байытылады.

Зерттеу нәтижелері бойынша, құрамында қорғасын үлесі 20-21% болатын гравитациялық концентратты алу еңқолайлы нұсқа болып табылады және осы жағдайда қорғасын мен күмістің бөліп алу дәрежесі жоғарғы деңгейде болады.

Түйінді сөздер. қорғасын, барит, күміс, отсадка, жинағыш столда байыту, центрифугалық концентрация.

Sh.A. Telkov, I.Y. Motovilov, A.M. Bostandykov, M.B. Barmenshinova

Development of enrichment technology for oxidized lead-barite ores using gravity enrichment processes

Summary. The paper presents the results obtained during the development of the technological scheme of oxidized lead-barite ores benefication using gravity enrichment processes.

Based on the obtained research results, a gravitational technological scheme for processing oxidized lead-barite ore was developed and recommended for use in industrial conditions, which includes washing of the original crushed to

60 mm ore with subsequent enrichment of machine classes 60 + 12 mm, 12 + 2.5 mm, 2.5 + 0.63 mm by jigging and machine classes 0.63 + 0.071 mm and 0.071 + 0.00 mm on concentration tables and centrifugal concentrators.

The results of research have shown that the most optimal option is to obtain a total gravitational lead concentrate with lead content of 20% - 21%, at which the most complete extraction of lead and silver is achieved.

Keywords. lead, barite, silver, jigging, concentration table, centrifugal concentration.

УДК669.053.4669.3

Ө.Х.Улдаханов, К.Қ.Мамырбаева, Ж.Бақберген
Сәтбаев Университеті, Алматы қ.
uldahan.orken@mail.ru

МЫСТЫ ЭКСТРАКЦИЯМЕН БӨЛІП АЛУДА ҮШІНШІ ФАЗАНЫҢ ТҮЗІЛУІН АЗАЙТУДЫ ЗЕРТТЕУ

Аннотация. *Мақалада мысты өнімді ерітінділерден мысты экстракциямен бөліп алу әдісімен өңдеу технологиясын жетілдіру бағыты бойынша жүргізілген зерттеуледің нәтижелері келтірілген. Экстракция кезінде үшінші фазаның түзілуі металды бөліп алу дәрежесінің төмендеуіне, реагенттердің шығынының артуына, соның салдарынан жалпы металды өндіру тиімділігін азайтуға алып келеді. Зерттеу мақсаты болып мысты сульфатты ерітіндіден экстракциямен бөліп алу кезінде пайда болатын үшінші фазаның түзілуін азайту және оны жою жолдарын қарастырамыз. Экстракция кезінде үшінші фазаның түзілуін азайту мақсатында экстрагенттерге модификатор ретінде спирт және күрделі эфир тобының реагенттері таңдап алынды. Нәтижесінде спирт үшінші фазаның түзілуін аздап қана төмендеткені, ал эфир тобының реагенті үшінші фазаның түзілуін жоятындығын көрсетті. Соңғы жағдайда мыстың бөліну дәрежесі 89-дан 94 % артты.*

Түйінді сөздер. *Гидрометаллургия, экстракция, мыс, үшінші фаза*

Гидрометаллургиялық технологияның маңызды сатыларының бірі – экстракция процесі болып табылады. Экстракция процесі өндірістік шығындарды азайтатын және еңбек өнімділігін арттыратын үздіксіз өндірістік процесс және энергия шығынын төмендетуге, жоғары тиімділігіне назар аударылады. Экстракцияның көрсеткіштерінің жоғары болуы көптеген факторларға тәуелді, атап шыққанда ортаның pH көрсеткіші, температура, органикалық және сулы фазалардың қатынасы, фазаларды араластыру және тұндыру уақыты [1].

Көптеген гидрометаллургиялық кәсіпорындар (SX) экстракция-реэкстракция процестерін жүргізу кезінде негізінен қатты бөлшектерден туындаған тұрақты мультифазалық эмульсиялардан зардап шегеді. Әдетте біз бұл тұрақты мультифазалы эмульсияларды ***үшінші фаза*** (әрі қарай - CRUD деп аталады, crud –кір, лас деген мағынаны білдіреді) деп атаймыз. CRUD органикалық, су, ауа және қатты фазалардан тұрады және көбінесе бөлгіш фазалардың ішінде кездейсоқ бөлуге болады, кейде сондай-ақ органикалық топтың жоғарғы жағында жүзіп, өзгермелі CRUD немесе «сақалды» тудырады.

Мысты өнімді ерітінді құрамынан эстракциямен бөліп алу кезінде тұрақты CRUD органикалық, су ерітінділері арасындағы шекарада жиналады [2].

CRUD көбейген сайын органикалық, су ерітінділерінің өзара әрекетесуіне кедергі келтіреді, мыстың органикалық фазадан реэкстракциялану жылдамдығын төмендетеді және экстрагенттің шығынын жоғарлатады, содан ол жалпы экстракция процесінің тиімділігін төмендетіп, соңында зауыттың жұмысын тоқтатады. Сондықтан, мыс экстракциясы кезінде CRUD қалыптасуын азайту немесе алдын алу маңызды міндет болып табылады. Зерттеулер көрсеткендей, осы уақытқа дейін қышқыл немесе аммонийлі ортадағы мыстың фазааралық бөлінуіне қатысты көптеген зерттеулер туралы хабарланды [3], бірақ CRUD мониторингінің механизмі мен әдістеріне қатысты зерттеулер жеткілікті түрде жүргізілмеген. Шетелдік

ғалымдармен жүргізілген зертеулер кедей мысқұрамды кендерді шаймалау ерітінділерінен мысты экстракциямен бөліп алу кезінде CRUD түзілу механизмін зерттеу арқылы, оның алдын алу немесе азайтудың ықтималды жолдары ұсынылған. Дегенмен олардың нәтижелері барлық өндіріс орындарында ерітінділердің құрамдарының өзгеше болуы себебінен қолданылмайды, оның үстіне қазақстандық зерттеушілер мұндай мәселемен өте аз шұғылданған. Мәліметтер бойынша отандық гидрометаллургиялық өндіріс орындары қазіргі кезде CRUD түзілу проблемасымен кездесіп отыр. Осыған орай, отандық мысқұрамды ерітінділерді экстракция процесімен өндіру кезінде түзілетін CRUD жою немесе оның алдын алу мәселесімен шұғылдану өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу объектілері – қазақстандық мыс кендерін шаймалаумен алынған өнімді ерітінді, LIX 984 экстрагенті, экстракция кезінде түзілетін үшінші фаза - CRUD.

Зерттеу мақсаты – өнімді ерітіндіден мысты экстракциямен бөліп алу кезінде пайда болатын CRUD және оның түзілуін азайту мен жою жолдарын зерттеу.

Зерттеу барысында LIX 984 реагенті (белсенді компоненттері 2-гидрокси-5-нонил-ацетофенооксиді және 2-гидрокси-5-додэцилсалицилал-доксим болып табылады) және экстрагенттің еріткіші ретінде ТС-1 маркалы авициялық керосині қолданылды.

LIX 984 реагенті экстракция кезінде металл катиондары бар суда ерімейтін хелатты қосылысты түзеді [2].

Көпсатылы мыс эктракциясы кезіндегі CRUD механизмін зерттедік. Еріткіштің pH мәні және фазалық коэффициент (О/А) еритін экстракция кезінде CRUD қалыптасуына әсер ететін негізгі факторлар болып табылады. CRUD экстракциясының көлемі судағы pH-нің өсуімен, органикалық және сулы фазалардың қатынасының артуымен артады. Fe^{3+}, Mg^{2+}, ауа көпіршігі және сұйық ерітіндідегі суспензияланған бөлшектер CRUD қалыптасуына ықпал етеді. Кей-кезде гидролиз және полимерлеу реакцияларының Fe^{3+} үшін, pH> 2,5, полиатомдық кешен немесе Fe-SO_4 кешені болып табылады. Содан кейін $FeOH^{2+}$, $Fe_2(OH)_2{}^{+4}$ кешенді иондары полимерлену реакциясына түсіп, соңында үлкен көлемді үшінші фазаның пайда болуына әкелуі мүмкін. Полимерленудегі негізгі реакциялар [3, 4]:

$$Fe^{3+} + H_2O \rightarrow FeOH^{2+} + H^+ \quad (1)$$

$$Fe^{3+} + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2{}^{+} + 2H^{+}, \quad (2)$$

$$2FeOH^{2+} \rightarrow Fe_2(OH)_2{}^{4+}, \quad (3)$$

$$Fe^{3+} + SO_4{}^{2-} \rightarrow FeSO_4{}^{+}, \quad (4)$$

$$FeSO_4{}^{+} + SO_4{}^{2-} \rightarrow Fe(SO_4)_2{}^{-}, \quad (5)$$

$$Fe^{3+} + HSO_4{}^{-} \rightarrow FeHSO_4{}^{2+}. \quad (6)$$

Сонымен қатар $FeOH^{2+}$, $Fe_2(OH)_2{}^{4+}$ және т.б. әрі қарай полимерлене береді [3]. Әдетте, үшінші фаза (CRUD) органикалық, су және қатты фазалардан тұрады.

Экстракция кезіндегі үшінші фазаның түзілуін зерттеу

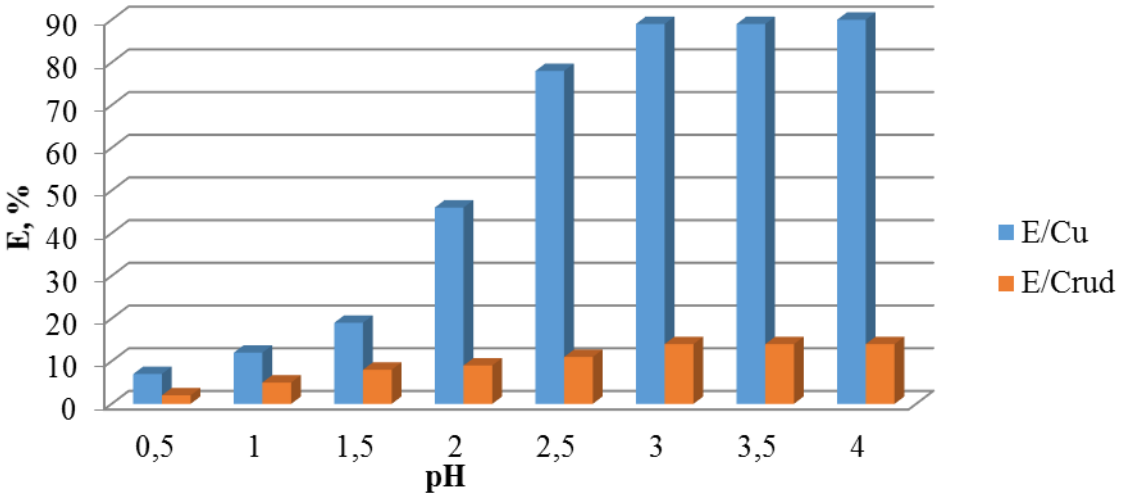
Зерттеуге қазақстандық кенді көпсатылы шаймалаумен алынған өнімді ерітінді алынды. Өнімді ерітіндінің құрамы х-кестеде келтірілген. Өнімді ерітіндіні химиялық талдау нәтижесінде құрамында мыстың мөлшері 4,2 г/л, ал негізгі қоспалар болып Fe, Al, Mg және Si металдары табылатындығы анықталды.

1-кесте - Күкіртқышқылды шаймалаумен алынған өнімді ерітінді құрамы

Атаулары	Cu	Fe	Al	Mg	Si
Қазақстандық кенді көпсатылы шаймалаумен алынған өнімді ерітінді құрамы	4,2	1,9	1,5	0,8	0,13

Экстракция кезінде бұл қоспа металдардың барлығы үшінші фазның түзілуіне негіз болып табылады, соның ішінде темір иондары үшінші фаза түзілу кезінде полимерленеді. Сонымен қатар өнімді ерітіндіні экстракция-реэкстракция процестерінің нәтижесінде мыстың бай ерітіндісі әрі қарай электролиз кезінде негізінен темір иондары мыстың анодты тұнуына ерекше зиянын келтіреді [2].

Бастапқы ерітіндінің pH мәні 0,5-тен 3-ке дейін көтерілген кезде Cu органикалық фазаға бөлінуі 7 ден 89 %-ға дейін өсті. pH көрсеткіші 3-тен 4-ке өзгерген кезде Cu органикалық фазаға бөлінуі оншалықты өзгермейді. Осы аралықта (0,5-4) үшінші фаза түзілуі мөлшері 2-14 % өсті. Нәтижелері графикте бейнеленген.



1 – сурет – Мыстың бөліну көрсеткіші мен үшінші фаза мөлшері

Үшінші фазаны жою немесе оның түзілуінің алдын алу үшін оның құрамын дәл білу қажет. Осы мақсатта экстракция кезінде түзілген үшінші фаза сүзіп алынып, қатты фаза алынғанша кептіріліп физика-химиялық зерттеулерге жіберілді. Химиялық талдау нәтижесінде оның құрамы келесідей болатындығы анықталды:

2-кесте – Экстракция кезінде түзілген үшінші фазаның (CRUD) химиялық құрамы

Элемент	Cu	Fe	Al	SiO_2
мг/л	0,420	0,327	0,680	0,137

Талдау нәтижесі көрсетілгендей, крадтын құрмында көп мөлшерде Al, Mg, Fe және Cu иондары кездеседі. Ал SiO_2 мен Ca мөлшері 40 аспады.

Әдеби шолу көрсеткендей, экстракция тиімділігін арттыру экстрагент концентрациясы, ортаның pH мәні, сулы және органикалық фазалардың қатынасы, сәйкес сұйылтқыштарды таңдау және т.с.с. қатар экстрагент құрылымын модификаторларды қосу арқылы жетілдіру жүзеге асырылады. Модификаторлардың үлесі туралы зерттеулер аз және осы бағытта зерттеулерді жүргізу маңызды мәселе болып табылады.

Модификаторлар ретінде әдетте қаныққан, қанықпаған көмірсутекті спирттер, жай және күрделі эфирлер, алкилкетондар, нитрилдер, амидтер, карбаматтар, сульфоксидтер, амин тұздары және төртінші аммоний қосылыстары [3] қолданылады.

Зерттеу жұмысын жасау барысында біз модификатор ретінде спирттер тобынан гептадецил спирті $C_{17}H_{35}OH$, күрделі эфир тобынан - 2,2,4-триметил-1,3-пентандиолдибензоат таңдап алдынды.

Экстрагенттегі модификатордың пайыздық үлесі 1; 1,5; 2; 2,5; ... 20% құрады Модификаторды қосу тиімділігі үшінші фазаның қалыптасу көлемі бойынша бағаланды. Зерттеу бойынша эксперименттер келесі жағдайларда зерттелді: температура – 20 ^{o}C, органикалық және су фазаларының қатынасы - 1: 1, араластыру уақыты 5 минут, тұндыру уақыты - 7 минут. Жылдамдығы 1000 айн/мин. Тұндыру уақыты - 7 минут. Эксперименттер pH=3 мәнінде жүргізілді. Алынған мәліметтер 3-кестеде келтірілген.

3-кесте – Модификацияланған экстрагентпен үшінші фазаның түзілуі және мысты бөліп алу нәтижелері

Модификатор, %	Үшінші фазаның түзілу мөлшері, %	Мыстың бөліну дәрежесі, E, %	Үшінші фазаның түзілу мөлшері, %	Мыстың бөліну дәрежесі, E, %
	Спирт		Күрделі эфир	
0	14,00	89,0	14,00	89
1	10,00	90,0	9,00	90
3	11,00	90,8	7,00	91
5	9,00	92,0	5,00	91
7	8,00	92,9	3,00	92
9	5,00	93,6	1,00	94
11	4,00	93,1	0,00	94
13	4,00	93,0	0,00	94
15	4,00	93,1	0,00	94
17	3,00	93,1	0,00	94
19	3,00	93,1	0,00	94
20	2,00	93,1	0,00	94

Эксперимент нәтижелері күрделі эфирмен экстрагентті модификациялау үшінші фазаның толығымен жоюға мүмкіндік беретіндігін және де басқа модификатормен салыстығанда тиімді болатындығын көрсетті.

Әдебиеттер:

1. Набойченко С.С., Смирнов В.И. Гидрометаллургия меди. – М.: Металлургия, 1995. – С.272.

2. Ritcey, “Crud in Solvent Extraction Processing -A Review of Causes and Treatment”Hydrometallurgy, vol. 5, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, (1980), pp. 97-107.

3. Liu Jian-she, Lan Zhuo-yue, Qiu Guan-zhou, Wang Dian-zuo Mechanism of crud formation in copper solvent extraction // Journal of Central South University of Technology - 2002, V. 9, Issue 3, pp 169–172

4. Crud formation and its control in solvent extraction, Wang Chengyan Beijing General Research Institute of Mining & Metallurgy, Beijing 100044, China - P. 1066-1071

О.Х.Улдаханов, К.К.Мамырбаева, Ж.Бакберген

Исследование уменьшения образования третьей фазы в процессе жидкостной экстракции меди

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по оптимизации экстракционной технологии извлечения меди из продуктивных растворов. Образующаяся в процессе экстракции металлов третья фаза

приводит к понижению степени извлечения металлов, увеличению расхода органических реагентов и тем самым к снижению общей эффективности производства металлов. Целью исследований явилась изучение состава, снижение и предотвращение образования третьей фазы во время экстракционного извлечения меди из сульфатных растворов. Для выполнения поставленной цели нами были выбраны модификаторы экстрагентов из группы спиртов и сложных эфиров. В результате исследований установлено, что модификатор на основе спирта приводит к снижению объема третьей фазы незначительно, а модификатор из группы сложных эфиров – почти предотвращает появления третьей фазы. При последнем извлечение меди повысилось от 89 до 94 %.
Ключевые слова. Гидрометаллургия, экстракция, медь, третья фаза

O.H.Uldakhanov, K.K. Mamyrbaeva, Zh. Bakbergen

Study of reduction of the third phase formation during solvent extraction of copper

Abstract. The article presents the results of research on the optimization of extraction technology for the extraction of copper from productive solutions. The third phase formed in the process of metal extraction leads to a decrease in the degree of extraction of metals, an increase in the consumption of organic reagents, and thereby a decrease in the overall efficiency of metal production. The purpose of the research was to study the composition, reduction and prevention of the formation of the third phase during the extraction of copper from sulphate solutions. To accomplish this goal, we selected extractant modifiers from the group of alcohols and esters. As a result of research, it has been established that the alcohol-based modifier leads to a slight decrease in the volume of the third phase, while the modifier from the group of esters almost prevents the appearance of the third phase. The more recent copper extraction increased from 89% to 94%.
Keywords. Hydrometallurgy, extraction, copper, third phase

УДК 662.765

М.Р. Шаутенов, А.Н. Нурманова, А. Бакраева

Научный руководитель – Шаутенов М.Р., профессор кафедры МиОПИ, канд.техн.наук, доцент. Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, Казахстан.

shautenov_m@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

Аннотация: *В настоящее время с истощением запасов рудного минерального сырья, появляется необходимость переработки техногенного сырья, например, зола сжигания Экибастузских углей. Каждый год при сжигании углей образуется от 25 до 38 млн. тонн золы и по своим масштабам накопление золы сопоставимо с природными процессами. Переработка данного вида техногенного сырья наряду с получением из них полезных компонентов, дает возможность снизить высокие техногенные нагрузки добывающих перерабатывающих предприятий промышленных зон, на экологически уязвимые природные системы и проживающие в них население. Использование таких отходов в хозяйственных целях ограничено, в том числе и в связи с их токсичностью. Золоотвалы постоянно пылят, подвижные формы элементов золы активно вымываются осадками, загрязняя воздух, воды и почвы. Сжигаемые угли, являясь природными сорбентами, содержат примеси многих ценных полезных элементов, включая редкие земли и драгметаллы. При сжигании их содержание в золе возрастает в несколько раз и может представлять промышленный интерес.*

Рассмотрена возможность переработки золошлаковых отходов Степногорской ТЭЦ работающих на углях Экибастузского месторождения с получением полезных компонентов в виде свободного самородного золота и железосодержащих продуктов на основе гравитационных методов обогащения. Проведенными лабораторными исследованиями изучен химический состав техногенного сырья и распределение золота в золошлаковых отходах. Выполненные лабораторные испытания по гравитационному обогащению материала класса крупности -2+0 мм показали принципиальную возможность извлечения золота (~45%) в гравитационный концентрат и железосодержащего продукта. Главная

масса железа (сферожелезо) сосредоточена в классах -0,1+0,044 мм, выход магнитного продукта колеблется от 44,57 до 50,8%. Содержание общего железа в данном продукте составило 47%.

***Ключевые слова**: золошлак, отходы, техногенное сырье, золоотвал, гравитационное обогащение, свободное золото, сферомагнетит.*

Сжигаемые угли, являясь природными сорбентами, содержат примеси многих ценных полезных элементов, включая редкие земли и драгметаллы. При сжигании их содержание в золе возрастает в несколько раз и может представлять промышленный интерес. Известно более сотни технологий переработки и использования золошлаковых отходов, которые в основном посвящены использованию золы в строительстве и производстве строительных материалов, не затрагивая при этом извлечения из них как токсичных и вредных, так и полезных и ценных компонентов. Поэтому проведение исследований по разработке технологии переработки данного вида техногенного сырья является актуальной.

Первые сведения о золотоносности золошлаковых отходов Экибастузских углей и их промышленной добычи на Рефтинской ТЭС (Россия) приводится в работе Леонова С.Б. и других [1] опубликованы также сенсационные данные о находках промышленных концентраций золота в золошлаковых отходах ТЭЦ г. Хабаровска с резким преобладанием самородного металла [1]. Во всяком случае, в последние годы намечается тенденция от чисто научных академических исследований к практическому использованию результатов.

Рассмотрена возможность переработки золошлаковых отходов Степногорской ТЭЦ работающих на углях Экибастузского месторождения с получением полезных компонентов в виде свободного самородного золота и железосодержащих продуктов на основе гравитационных методов обогащения.

Объектом наших исследований является золошлаковые отвалы Степногорской (Акмолинская область) ТЭЦ, работающей на Экибастузских углях. Среди полезных компонентов данного техногенного сырья главными являются золото и железо (рудные) и различные микросферы кварца, кремнийорганических соединений.

Химический состав золы (%): SiO_2 – 57,7; Al_2O_3 – 25,1; CaO – 3,65; MgO – 1,30; Fe_2O_3 – 5,89; $S_{общ}$ – 0,15. Содержание углерода органического в зависимости от размерности исходного материала колеблется от 0,232 г/кг до 6,65г/кг. Отмечается присутствие нефтеподобных продуктов от 0,175 г/кг до 3,30 г/кг. Среди элементов – примесей выявлены медь (20 г/т), свинец (30 г/т), цинк (20 г/т). Кристаллическая фаза состоит из муллита, кварца (стекло), остатков несгоревшего углистого материала.

По гранулометрическим параметрам золошлаковые отходы резко неоднородны. На карте золоотвала в околотрубном пространстве накапливаются шлаки гравийно-галечной размерности, далее песчанистой и в центре - алевритовой (рисунок 1).

Рисунок 1 – Распределение свободного, самородного золота в околотрубном пространстве золоотвала Степногорской ТЭЦ

В этом же направлении происходит увеличение содержаний органического материала и уменьшение содержаний золота.

В результате проведенного нами опробования и обогащения материала проб на центробежных гидроконцентраторах казахстанской разработки [2,3,4] в 30 пробах (весом 20-40 кг каждая) в классе крупности минус 2 мм золы было установлено наличие свободного самородного золота от единичных до первых сотен зерен. Средний размер золотин (253 замера) составляет 71х42х30 мкм. Принципиально гранулометрическая характеристика золотин ничем не отличается для лежалых, древних и текущих золоотвалов. По морфологическим признакам выделяются золотины изометрической, шаровидной и неправильной комковидной формы, присутствующие примерно в равных соотношениях. Цвет золота от ярко-желтого, желтого с бронзовым оттенком до желтовато-зеленовато-серого. Совместно с свободным самородным золотом в концентратах присутствуют сферомагнетит (от 56 мкм и более...), сферы кварца, железо, белый самородный металл возможно (Pt, Pd), гипс, арсенопирит, пирит, халькопирит.

Распределение золота на карте золоотвала крайне неравномерно, большая его часть концентрируется на сливах труб (Т:Ж=1:17) и по руслам ручьев и водотоков, подчиняется тем же закономерностям, что и для крупного свободного самородного золота россыпей (изгибы ручьев, повороты, перегибы поверхности, лжеплотики и т.п.). В плане ореол крупного золота «вложен» в ореоле тонкого-пылевидного (рис. 1). Следует подчеркнуть, что совместно с свободным самородным золотом установлено большое количество сферомагнетита, но прямой количественной связи между ним и золотом не наблюдается. Просматривается связь между гранулометрическим составом золы, чем крупнее, тем больше свободного самородного золота. Объем песчано-гравийного материала составляет 20-30% от его общего количества в золоотвале. По данным пробирного анализа, среднее содержание золота в классе крупности +2 мм составляет 1,3 г/т, в тонких классах (минус 2 мм) -0,75г/т. Валовое содержание золота -0,8 г/т. Эти данные получены при проведении технологических экспериментов на крупнообъемных пробах весом 300-500 кг. Проведенные контрольные испытания с использованием в голове процесса вибровинтового сепаратора с контрольным обогащение хвостов на виброцентробежных чашевых аппаратах на материале естественной крупности позволяет получать довольно высокие показатели извлечения золота (~45%) от

класса крупности минус 2+0 мм (табл. 1). Показательно, что более третьей части железа извлекается попутно.

Таблица 1 – Результаты контрольного обогащения золотосодержащих золошлаковых образований естественной крупности на вибровинтовом сепараторе и центробежных аппаратах

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание		Извлечение	
		золота, г/т	железа, %	золота	железа
+2 мм	11,11	0,25	10,38	11,23	6,47
-2+0 мм Концентрат вибровинтового сепаратора	14,53	0,77	38,77	41,20	31,68
Концентрат виброцентробежных чашевых аппаратов	0,94	1,11	16,64	3,75	0,90
Хвосты	73,42	0,16	14,76	43,82	60,94
Исходная проба	100	0,27	17,77	100	100

Выполненные лабораторные испытания по гравитационному обогащению материала класса крупности минус 2+0 мм показали принципиальную возможность извлечения золота (~45%) в гравиоконцентрат. По опыту работ, доизмельчение материала позволит повысить извлечение не менее чем на 30-40 %.

Таким образом, проведенные исследования с использованием современных винтовых сепараторов и виброцентробежных аппаратов позволили получить следующие данные:

– в золошлаковых отходах ТЭЦ присутствует самородное золото, в том числе свободное самородное, распределение которого подчиняется законам россыпеобразования;

– свободное самородное золото поддается обогащению на современных казахстанской разработки гравитационных аппаратах, но для эффективной работы оборудования необходимо предварительное доизмельчение материала;

– валовые содержания золота в отдельных частных и крупнообъемных пробах из песчано-гравийной части золоотвала колеблются от 0,27 до 1,5 г/т и выше, в среднем составляют 0,8 г/т (данные пробирных анализов);

– судя по морфологии зерен свободного самородного золота в золошлаковых образованиях отчетливо выделяются аутигенной (шаровидные), кластогенной (окатанные комковидные и пластинчатые) и «сульфидной» (комковидные с отростками неправильной формы) золотины. Золото весьма высокопробное с незначительной примесью серебра (4-5 %).

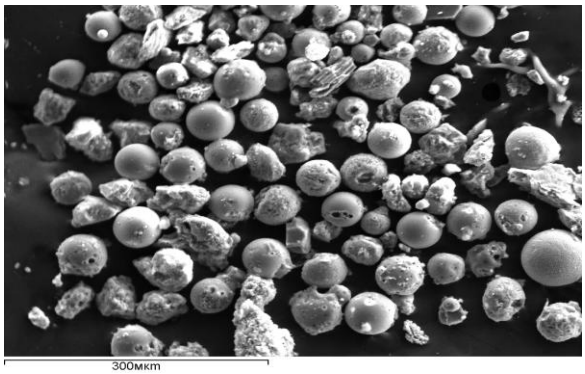


Рисунок 2 – Сферожелезо

Главная масса железа (сферожелезо) (рисунок 2) сосредоточена в классах -0,1+0,044 мм, выход магнитного продукта колеблется от 44,57 до 50,8%, качество продукта 44-47% железа общего.

В проведенных нами исследованиях, рассмотрено только самородное золото, в частности свободное, и допуская, что некоторая часть золота, находящегося в углях, теряется при его сгорании, особенно в золотоорганических соединениях, все-таки большая его часть остается в технологической системе. При переработке многих тысяч тонн в непрерывном режиме работы ТЭЦ можно пренебречь также потерями свободного самородного золота, которая неизбежно возникает в пульпопроводах при удалении золошлакового материала в золоотвалы, часть его остается в зумпфах песковых насосов, в дренажных ямах, футеровках шаровых мельниц и колосниках печей, электрофильтрах и т.д. Если на начальном этапе это имеет существенное значение, то с годами работы оборудования создаются плотные искусственные «постели», не позволяющие осаждаться свободному золоту.

Литературы:

1. Перегудов В.В. Золото в золе Экибастузских углей и рекомендации для геологоразведочных и технологических исследований. //Материалы семинара совещания «Проблемы совершенствования технологий на обогатительных предприятиях Казахстана – наука и практика. Нац. центр по комплексной переработке мин.сырья РК». Алматы, 2002. с.281.

2. Инновационный патент №25645 от 29.04.2011г. Центробежный гидроконцентратор. Шаутенов М.Р., Байысбеков Ш., Перегудов В.В., Божко А.Н., Сажин Ю.Г., Акказина Н.Т.

3. Инновационный патент №27749 от 25.11.2013г. Магнитный способ разделения убогих бедных золотосодержащих руд от пустых пород на стадии рудоподготовки. Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Байысбеков Ш., Данилов В.В.

4. Инновационный патент №30418 от 23.09.2015г. Виброцентробежный чашевый аппарат периодического действия. Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Ожогин Г.А., Мотовилов И.Ю.

М.Р. Шаутенов1, А.Н. Нурманова1, А. Бакраева1

Күлқождық қалдықтардан пайдалы компоненттерді бөліп алуды зерттеу

Аңдатпа. Степногорск жылу электрстанциясында (ЖЭС) Екібастұз кен орнындағы көмірді жағуда пайда болатын күлқождық қалдықтарды өңдеумен пайдалы компоненттерді (бос саф алтын және темір құрамды өнімдер) гравитациялық байыту негізінде бөліп алу мүмкіншілігі қарастырылды. Лабораториялық жағдайында гравитациялық байыту үдерісі негізінде күлқождық қалдықтың -2+0 мм ірілік класын өңдеумен алынған гравитациялық концентратқа 45% шамасындағы бос алтынды, сондай-ақ қосымша темір құрамды өнімдерді бөліп алуға болатыны дәлелденді.

Түйін сөздер: күлқож, экология, техногендік шикізат, күл үйіндісі, гравитациялық байыту, магниттік өңдеу, бос алтын, сферомагнетит, кварц.

M.R. Shautenov[1], A.N. Nurmanova[1], A. Bakrayeva[1]

Research on the recovery of useful components from ash and slag wastes

Abstract. Stepnogorsk CHPP considered the possibility of separation of useful components (free gold and iron compounds) on the basis of gravity concentration at the Ekibastuz coal deposit with processing of lime. It is proved that in the laboratory conditions it is possible to obtain up to 45% of free gold, as well as additional iron-containing products for the gravity concentrate obtained by treating the grass residue -2 + 0 mm by gravity concentration method.

Key words: ash and slag, ecology, technogenic raw materials, ash dumps, gravity concentration, magnetic treatment, free gold, spheromagnetite, quartz.

УДК 622.765

М.Р. Шаутенов
Научный руководитель – Шаутенов М.Р, профессор кафедры МиОПИ, канд.техн.наук, доцент. shautenov_m@mail.ru
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, Казахстан.

АППАРАТ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

***Аннотация**: Разработан аппарат для модифицирования флотационных реагентов на основе энергетических воздействий (ультразвукового и электрохимического), позволяющий повысить технологические свойства обрабатываемых реагентов при флотационном обогащении полезных ископаемых.*

Описан принцип работы аппарата. Установлены технические параметры аппарата для указанной комбинированной обработки жидких сред: частота ультразвуковых колебаний - 2-40 кГц; интенсивность ультразвукового поля - 0,2-0,4 Вт/см^2; поверхность рабочих электродов - 1,45×10^{-2} м^2; плотность тока - 140-220 А/м^2; давление рабочей жидкости на входе – 0,2-0,4 мПа; производительность – 0,8-1,0 м^3/час. Использование указанных видов обработки регентов расширяет номенклатуру веществ - флоторегентов, которые в обычных условиях не могут быть использованы вследствие высоковязкости и/или нерастворимости в воде. Приведены примеры флотационного обогащения свинцово-цинковой руды с использованием раствора ксантогената, подвергнутого комплексной обработке, и необработанного. Установлено повышение извлечения свинца и цинка на 3,52 и 2,82 % соответственно, повышение качества указанных концентратов и снижение содержания свинца и цинка в отвальных хвостах флотации при использовании обработанного реагента. Разработанные метод и аппарат по его реализации могут быть использованы при флотации различных руд на обогатительных фабриках страны

***Ключевые слова:** флотация, реагенты, модифицирование, ультразвуковое воздействие, электрохимическое воздействие, аппарат, установка.*

В настоящее время важной научно-технической проблемой является разработка эффективных процессов обогащения руд, повышение комплексности и полноты использования минерального сырья.

Непременным условием совершенствования процесса флотации руд, остающегося главным методом обогащения в обозримой перспективе, является оптимизация условий взаимодействия флотационных реагентов с поверхностью минералов.

При флотационном обогащении руд с целью повышения флотационных свойств используемых реагентов применяют различные виды воздействий, например, электрохимические, ультразвуковые, термические, радиационные, плазменные и др. [1-3].

Из этих методов по обилию и значимости полученных эффектов следует особо выделить применение ультразвуковой и электрохимической обработки.

Среди активных факторов, влияющих на химическую активность реагентов в жидкой фазе пульпы, необходимо отметить прежде всего окислительно-восстановительный потенциал этой фазы, который можно регулировать введением окислителей (в частности, кислорода воздуха) и восстановителей, но наиболее эффективным фактором является электрохимический метод активации. Воздействие такого рода отмечаются как для сульфгидрильных, так и для оксигидрильных реагентов- собирателей.

В связи с этим актуальным является поиск технических решений подготовки растворов реагентов, без реагентного модифицирования их свойств с использованием энергетических

воздействий, к которым относится метод ультразвуковой и электрохимической активации жидких систем.

Известно, что максимальное извлечение полезного компонента в пенный продукт обусловлено существованием для каждого минерала оптимального соотношения ионной, молекулярной и мицеллярной форм нахождения реагента в жидкой фазе пульпы. Методами энергетического воздействия на флотационные реагенты можно регулировать оптимальное соотношение флотоактивных форм модифицируемого реагента [4,5].

Кроме того, с помощью ультразвуковых колебаний одновременно осуществляется диспергирование труднорастворимых в воде флотореагентов (например, олеиновой кислоты и апполярных регентов) для успешного ведения процесса флотации, а также оказывается влияние на структуру обрабатываемого реагента.

Для реализации процесса модифицирования реагентов в промышленных условиях нами разработан аппарат для комбинированного ультразвукового и электрохимического воздействия, повышающих их флотационные свойства при обогащении полезных ископаемых.

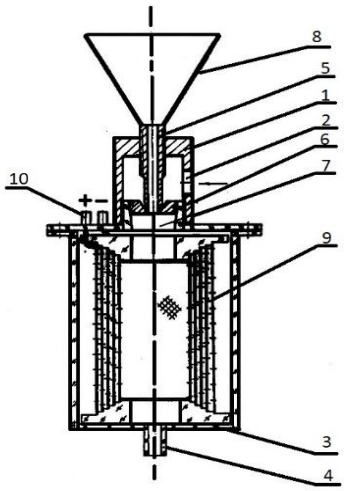
Совместное использование вышеуказанных видов энергетического воздействия обусловлено взаимодополняющими эффектами от каждого из них. В частности, для эффективного ведения процесса электрохимической обработки растворов реагентов требуется интенсивное перемешивание раствора с целью увеличения вероятности подхода ионов обрабатываемого реагента к поверхности электродов и отвода вновь образованных продуктов в объем раствора, а самое главное – устранения процесса пассивации поверхности рабочих электродов, что достигается использованием ультразвуковых колебаний.

Аппарат (рисунок 1) содержит цилиндрический корпус 1 с отверстием 2 для подвода обрабатываемой жидкости, электрохимическую ячейку 3 с выходным патрубком 4. Внутри корпуса установлен эжектор 5, вкладыш 6 с многозаходной ленточной резьбой для образования тангенциального ввода обрабатываемой жидкости в вихревую камеру 7. Для подачи реагента в вихревую камеру сверху к эжекторной трубке ввинчивается воронка 8. Электрохимическая ячейка с размещенными в ней сетчатыми электродами 9 из нержавеющей стали (Х I8 Н 10 Т), крепится к корпусу аппарата с помощью стяжных винтов. Контакты электродов выводятся на штеккеры 10. Принцип работы аппарата следующий. Рабочая жидкость (вода в случае приготовление эмульсий флотореагентов) под давлением подается в вихревую камеру 7 в основном по тангенциальным каналам вкладыша 6 и частично по его осевому отверстию. Одновременно за счет образования вакуума на входе эжектора 5 в осевое отверстие вкладыша 6 через воронку 8 в вихревую камеру 7 эжектируется обрабатываемый реагент. Взаимодействие завихренной рабочей жидкости с осевым потоком флотореагента создает в вихревой камере и на выходе из нее сложное турбулентное движение с чередованием участков сжатия и разрежения, которые вызывают упругие колебания в жидкой среде и кавитацию. По данным исследований акустические колебания лежат в широком спектре частот $(1\text{-}20)\times10^3$ Гц, причем полоса частот максимальной амплитуды определяется геометрическими параметрами устройства и давлением рабочей жидкости на входе и охватывает диапазон $(10\text{-}20)\times10^3$ Гц.

Далее обрабатываемая жидкость поступает в электрохимическую ячейку 3, где подвергается электрохимическому воздействию за счет подсоединения электродов 9 к источнику постоянного тока через штеккеры 10. Обработанная ультразвуковым и электрическим полем жидкость разгружается через патрубок 4 и поступает в технологический процесс.

Электрохимическим воздействием на раствор флотореагента можно изменить состояние самого растворенного вещества, значение pH и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), химический состав, соотношение ионной, молекулярной, мицелярной форм и существенно повлиять на ход реакций гидролиза, увеличить концентрацию наиболее активных ионов, критическую концентрацию мицелообразования, степень дисперсности

труднорастворимых в воде реагентов [4,5].



1 - корпус; 2- отверстие; 3- электрохимическая ячейка; 4- выходной патрубок; 5- эжектор; 6- вкладыш; 7- вихревая камера; 8-воронка; 9-электроды; 10-штеккер

Рисунок 1 - Аппарат для комбинированной ультразвуковой и электрохимической обработки жидких сред

Технические параметры аппарата для комбинированной ультразвуковой и электрохимической обработки жидких сред:

- частота ультразвуковых колебаний - 2-40 кГц;
- интенсивность ультразвукового поля - 0,2-0,4 Вт/см^2;
- поверхность рабочих электродов - 1,45×10^{-2} м^2;
- плотность тока - 140-220 А/м^2;
- давление рабочей жидкости на входе – 0,2-0,4 мПа;
- производительность – 0,8-1,0 м^3/час.

Установка по модифицированию реагентов на основе комбинированной ультразвуковой и электрохимической обработки реагентов приведена на рисунке 2.

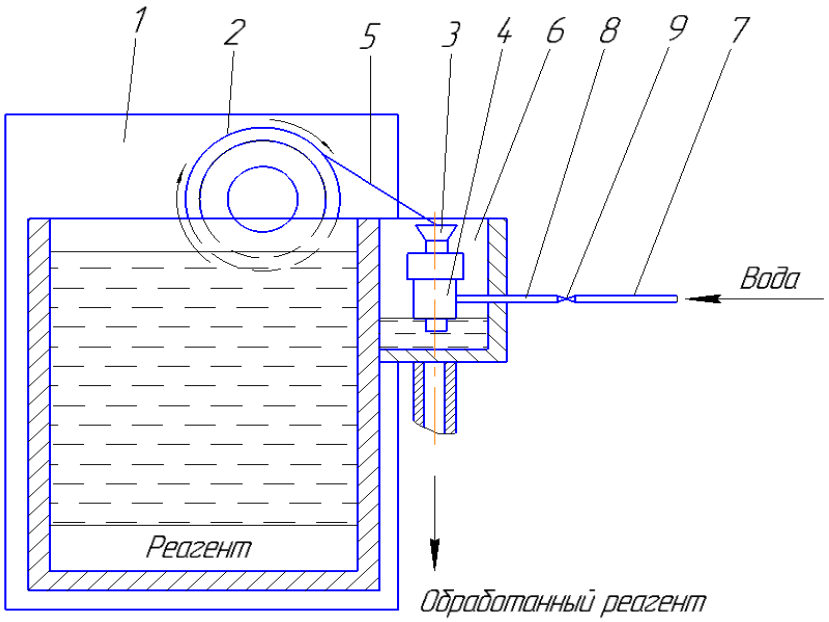


Рисунок 2 – Схема установки по модифицированию флотореагентов

Аппарат (4) для комбинированной ультразвуковой и электрохимической обработки раствора реагента установлен непосредственно у реагентной ванны (1) в специально изготовленной приемной коробке (6). Вода в аппарат подводится от трубопровода (7) через полудюймовые отводы 8. На отводе установлен запорный вентиль (9) с целью пуска и остановки аппарата. Обрабатываемый реагент из реагентной ванны посредством дискового питателя (2) и скребка (5) подается через воронку (3) в аппарат для ультразвуковой и электрохимической обработки. Обработанный раствор реагента в виде готовой эмульсии по реагентопроводу направляется во флотационный процесс.

Использование указанных видов обработки флотационных регентов способствует расширению номенклатуры веществ, применяемых в качестве регентов, которые в обычных условиях не могут быть таковыми вследствие высоковязкости и нерастворимости в воде. Указанный метод модифицирования флотационных реагентов, а также разработанный аппарат по его реализации может быть использован при флотации различных руд на обогатительных фабриках страны.

Лабораторные испытания разработанного аппарата по модифицированию флотореагентов проводили при флотации свинцово-цинковой руды по селективной схеме. Химический состав руды, %: Pb-1,50; Zn-3,61; Fe- 0,45; S- 4,6; Cu- 0,02; SiO_2-3,0; Основными сульфидными минералами руды являются галенит, сфалерит, халькопирит.

Для осуществления комбинированной ультразвуковой и электрохимической обработки раствора ксантогената использовалась установка, приведенная на рисунке 2. Результаты испытаний разработанного аппарата представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний аппарата при флотационном обогащении Pb-Zn руды

Продукты	Без обработки			Комбинированная обработка		
	выход, %	содержание свинца, %	извлечение свинца, %	выход, %	содержание свинца, %	извлечение свинца, %
Свинцовая флотация						
Концентрат Хвосты Руды	1,99 98,01 100,0	63,71 0,23 1,50	84,52 15,48 100,0	2,05 97,95 100	64,42 0,18 1,5	88,04 11,96 100,0
Продукты	Без обработки			Комбинированная обработка		
	выход, %	содержание цинка, %	извлечение цинка, %	выход, %	содержание цинка, %	извлечение цинка, %
Цинковая флотация						
Концентрат Хвосты Руды	5,56 94,44 100,0	55,07 0,58 3,61	84,82 15,18 100,0	5,60 94,40 100,0	56,50 0,47 3,61	87,64 12,36 100,0

Данные таблицы 1 показывают, что в результате комбинированной ультразвуковой и электрохимической обработки раствора ксантогената повышается извлечение свинца до 88,04, а цинка до 87,64 % или на 3,52 и 2,82 % соответственно. При этом следует отметить повышение качества свинцового (64,42%) и цинкового (56,50%) концентратов, а также снижение содержания свинца 0,71% и цинка 1,43% в отвальных хвостах флотации при комбинированной обработке реагента.

Литературы:

1. Ультразвуковые методы воздействия на технологические процессы / Под ред. Н.Н. Хавского. – М.: 1981. (Сб. Науч. Тр. МИСиС; №133).

2. Чантурия В.А., Назарова Г.Н. Электрохимическая технология в обогатительно-

гидрометаллургических процессах. – М. «Наука», 1977. – 160 с.

3. Лебедев Н.М. , Жирнова Т.И. (ООО «Александра-Плюс»), Седельникова Г.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Шихов Н.В. (ОАО «Уралмеханобр») Технологии и оборудование для ультразвуковой интенсификации обогатительных процессов. Конгресс обогатителей стран СНГ 2013. Сборник материалов I ТОМ.). -М.: 2013. – С.338-341.

4. Шаутенов М.Р., Аскарова Г.Е. Изменение некоторых свойств эмульсий олеиновой кислоты в результате исследуемых энергетических воздействий. // Горный журнал Казахстана. – Алмата, 2010. – №11. – С. 32-34.

5. Гребнев А.Н. Мицеллообразование и его роль в флотационном процессе.- Изв. вузов, цветная металлургия, 1975. – №3. – С.32-34.

М.Р. Шаутенов, А.Н. Нурманова

Энергетикалық әсер ету негізінде флотациялық реагенттерді модификациялауға арналған аппарат

Аңдатпа. Флотациялық реагенттерді энергетикалық әсерлер негізінде (ультрадыбыс және электрохимиялық) модификациялаумен, олардың кең байыту үдерісінде технологиялық қасиеттерін жоғарылатуға арналған аппарат жасақталынды.

Түйін сөздер: флотация, реагенттер, модификациялау, ультрадыбыстық әсер, электрохимиялық әсер, аппарат, қондырғы

M.R. Shautenov, A.N. Nurmanova

Apparatus for modification o flotation reagents based on energy effects

Abstract. The device is developed for modifying the reagents of the floatation on the basis of the power influences (ultrasonic and electrochemical) allowing to increase technological properties of the processed reagents at floatation mineral processing

Key words: flotation reagents, modification, sonication, electrochemical effects, the apparatus, installation.

UDK 622.765

M. R. Shautenov, G. E. Askarova, K.R.Abdirassil

*Research advisor- **M. R. Shautenov** academic professor of technical sciences*
Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev, Kazakhstan, Almaty
Abdirassilkyrmyzy@gmail.com

ENRICHMENT OF SULFIDE COPPER-MOLYBDENUM ORE AND GETTING COLLECTIVE COPPER-MOLYBDENUM CONCENTRATE

Annotation. *The importance of copper and molybdenum deposits has been increased in Kazakhstan as well as the molybdenum industry in the world. In this context, the aim of this study was to evaluate the flotation behavior of low-grade porphyry copper-molybdenum ore obtained from the East-Kounrad. In this study, the effect of several parameters such as particle size, pH, types and amounts of collector, depressant, and frother on the flotation were investigated. Based on the results obtained from this study, pine oil as frother, and sodium sulphide as depressant at pH 10 were found to be optimum parameters for the flotation of molybdenite ore.*

The results showed that the copper content in the collective concentrate averages 2.3%. The copper content in the tails of the collective copper-molybdenum flotation of 0.35%. Extraction of copper in the collective concentrate is 8.6%. The molybdenum content in the collective concentrate averages 5.2%. Extraction of molybdenum in collective copper-molybdenum concentrate averages 5.2%. Extraction of molybdenum in the collective concentrate is 11.5%. The content of molybdenum in the tails of the collective copper-molybdenum flotation is 0.14%.

Keywords: *copper- molybdenum ore, ore sample, content, grinding, flotation, concentrate, tails.*

Copper-molybdenum ore of the East-Kounrad Deposit of copper-molybdenum ore taken from mine No. 6 was presented as an object of research. Ore preparation was carried out mechanically on

jaw and roller crushers and disk eraser, with the mandatory observance of a four - stage cycle: crushing, sieving, mixing by the ring-cone method and reduction on the Johnson divider. The final diameter of the sample particles sent for analysis is 200 mesh, or 0.074 mm.

The reduction of the incoming weight of the ore sample and enrichment products for chemical analysis was regulated by the main condition-the preservation of a reliable weight determined by the well-known formula of prof.:

Q = K d, where: Q- is a reliable sample weight, K - coefficient taking into account the non-uniformity of mineralization for fields (0,3 - 0,6), in our case, the adopted 0.5 for copper ores; d - diameter of the crushing of particles in mm. was Applied following the scheme of sample preparation (Fig.1).+

For the purpose of disclosure of mineral intergrowths of minerals, in pa h0-= ticular minerals of copper and molybdenum from rock minerals were produced in the crushing and grinding of the investigated ore.

The initial sample of ore with a size of 20 mm was crushed to 10 mm in a laboratory jaw crusher of medium crushing to a size of 2.5 mm.

Data of granulometric composition of crushed 2,5 mm and crushed ore are given in table 1.

Table 1 - Results of granulometric analysis of the ore sample with a consequent decrease in the upper limit of size from 40 to 5 mm.

Size of classes, mm	Size of crushed ore, mm					
	40		10		2,5	
	Output, %		Output, %, %		Output, %, %	
	Private	Total	Private	Total	Private	Total
More than 40 mm	1,15	1,15	-	-	-	-
20-40	29,05	30,20	2,43	2,43	-	-
10-20	44,26	74,46	41,14	43,57	2,28	2,28
5-10	10,02	84,48	26,70	70,27	44,26	46,54
2,5-5	8,17	92,65	16,49	86,76	31,78	78,32
0-2,5	7,37	100	13,24	100,0	21,68	100,0
Ore	100	-	100	-	100	-

In order to disclose the useful components of ore from rock minerals during the flotation processes of enrichment, it is necessary to carry out the process of grinding the ore sample under study.

The selection of requirements for the size of the crushed product was carried out by studying the influence of the size of the feed on the results of the cycle of the main collective flotation of the copper-molybdenum ore under study.

The choice of this size class (65% of class - 0,0074 mm) during grinding is due to persistencemode molybdenum mineral. During the molybdenum flotation of the collective copper-molybdenum concentrate, the second stage of grinding will be carried out during the selective flotation of the ore. On the basis of the obtained data on the fineness, the disclosure of mineral joints in the size class -0.074 mm of the ore under study occurs in 40 minutes of grinding. This class of size is directed to the flotation process.

Accepted reagent mode of flotation: in the grinding process, lime (CaO) was fed to create a pH medium equal to 10.0; sodium sulfide (Na2S) for sulfidization of minerals. In the loop collective copper-molybdenum flotation filed gatherers (kerosene, butyl sodium xanthate), Frother T – 80, liquid glass (Na6SiO3) to suppress gangue. Reagent costs: kerosene-200 g/t (2 drops); butyl

xanthogenate - 120 g/t (12 ml); T-80 – 90 g/t (9 ml); Na6SiO3 – 350 g / t (35 ml). The time of flotation 17-18 minutes.

On the basis of this technological scheme of the collective copper-molybdenum concentrate can be obtained selective copper and molybdenum concentrates with high concentrations of copper and molybdenum.

The obtained enrichment products: collective copper-molybdenum product and flotation tails were transferred for analysis with the determination of the following elements: copper, molybdenum, rhenium and others. The results of the x-ray fluorescence analysis are presented in table 2 below.

Based on the analysis of the laboratory of the engineering research center PF LLP "KSP Steel" copper content in the collective concentrate is an average of 2.3%. The copper content in the collective copper-molybdenum flotation tailings is 0.35%. The copper recovery in the bulk concentrate is 8.6%.

The content of molybdenum in the collective concentrate is on average 5.2%. Extraction of molybdenum in the collective copper-molybdenum concentrate is an average of 5.2%. Extraction of molybdenum in the collective concentrate is 11.5%. The molybdenum content in the collective copper-molybdenum flotation tailings is 0.14%.

Based on these data we can conclude about the necessity of a complete flotation circuit of copper-molybdenum ore with obtaining selective concentrates of copper and molybdenum, with increased concentrations of them in the source elements. The following complete technological scheme of enrichment of the initial copper-molybdenum ore is proposed.

Table 2 – Fluorescence analysis

Defined indicator	the number of the test report				
	7815	**7816**	**7817**	**7818**	**7819**
	concentrates after beneficiation			"tails" from enrichment	
Chemical composition, %					
SiO_2	40,94	37,35	35,27	81,22	81,91
Al_2O_3	5,09	7,79	4,98	10,21	9,58
Fe_2O_3	19,26	17,89	17,98	6,71	6,89
P_2O_5	0,113	0,115	0,113	0,023	0,020
S	14,5	16,26	19,52	0,059	0,068
CaO	2,95	3,03	3,02	0,10	0,10
Mo	4,09	5,09	6,44	0,18	0,10
TiO_2	0,29	0,22	0,21	0,22	0,27
Cu	2,36	2,28	2,28	0,41	0,29
W	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
V	0,46	0,40	0,49	0,39	0,36
C	9,03	8,67	8,77	0,23	0,18
Ni	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
Au	отс	отс	отс	отс	отс
Re	0,42	0,43	0,42	0,15	0,15
Be	отс	отс	отс	отс	отс
Zn	0,143	0,102	0,142	0,023	0,016
Sn	отс	0,02	отс	0,01	0,01
Pb	0,30	0,30	0,30	0,01	0,01
Ag	отс	отс	отс	отс	отс
Phase analysis, quantum distribution, %					
SiO_2 (Silicon Oxide)	42,0	40,0	36,0	80,0	81,0
MoS_2 (Molybdenum (IV) Sulfide)	11,0	14,0	18,0		

Mo_3S_4 (Molybdenum Sulfide (3/4))	0,5	0,5	0,5		
$AlMo_3$ (Aluminium Molybdenum (1/3))	0,5	0,5	0,5		
AlP (Aluminium Phoshide)	2,0	2,0	2,0		
$(FeMo_3S_4)_{3.25}$	0,5	0,5	0,5		
$AlFe_3$ (Aluminium Iron (1/3))	7,0	7,0	7,0		
FeS_2 (Pyrite)	20,0	18,0	17,0	7,0	6,0
Cu_2S (Digenite High)	4,0	5,0	7,0		
$CuFe_2S_3$ (Cubanite)	2,0	2,0	1,0		
ZnS (Zinc Sulfide)	0,5	0,5	0,5		
C_2CaO_4 (Calcium Oxalate)	10,0	10,0	10,0		
Fe (Iron)				2,0	3,0

References:

1. Years Of Flotation. - M.: Gosgortekhizdat, - 1959, - p. 653
2. Bogdanov O. S., Maximov I. I., Podnek A. K., Janis N. Ah. Theory and technology of ore flotation. M.: Subsoil, - 1990, - 363 p.
3. Abramov A. A. Technology processing and beneficiation of ores of nonferrous metals.M.: Izd.Moscow state mining University, 2005-470 S.
4. Ansari A. and Pawlik M., 2007a, Floatability of chalcopyrite and molybdenite in the presence of lignosulfonates. Part I. Adsorption Studies, Minerals Engineering, 20, 600-608.
5. Ansari A. and Pawlik M., 2007b, Floatability of chalcopyrite and molybdenite in the presence of lignosulfonates. Part II. Hallimond tube flotation, Minerals Engineering, 20, 609-616.
6. Arbiter N. and Harris C.C., 1962, Flotation Kinetics in Froth Flotation, 50th Anniversary Volume, In: Fuestenau, D.W. (Ed.), AIME, 215-246.

М.Р. Шаутенов, Г.Е. Аскарова, Қ.Р. Әбдірәсіл

Мыс-молибден кендерін байыту және мыс-молибден коллективті концентрат алу

Аңдатпа. Молибден құрамды кендердің байыту технологиясы. Молибден сирек кездесетін металдар тобына жатады. Жер қыртысында молибден оттектен көрі күкіртпен мықты байланысады. Біріншілік кен орындарында молибден төрт валентті қосылыс–молибденитті (MoS_2) түрінде кездеседі. Бұл кендерге байытуда қолданылатын реагенттер, схемалар ерекшеліктері, артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген.

Түйін сөздер: мыс және молибден кендері, кен, флотация, концентрат, қалдықтар

М.Р. Шаутенов, Г.Е. Аскарова, К.Р. Абирассил

Обогащение медно-молибденовых руды и производства коллективного концентрата

Аннотация. Медно-молибденовая руда являются главным источником производства получения меди и молтбдена. Медно-молибденовая руда являются наиболее сложными и трудными объектами для коллективной флотации. Характерной особенностью этих руд является то, что наряду с молибденита медь представлена различными сульфидами: первичным (халькопиритом) и вторичными (борнит, халькозин и ковеллин). Обогащение медно-молибденовых руды и производства коллективного концентрата

Ключевые слова: медно-молибденовая руда, проба руды, флотация, концентрат, хвосты.

УДК 548.12

M. Gradzka-Dahlke, M. Lepicka

Bialystok University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Bialystok, Poland

m.dahlke@pb.edu.pl

TITANIUM-BASED COMPOSITE MATERIALS FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Abstract. *Titanium and its alloys are considered to be the most prospective metallic biomaterials due to the unique combination of good mechanical properties and biocompatibility in*

the human tissue environment. However, titanium is characterized by the poor friction and wear resistance properties. In this paper, the influence of graphite on the structure and tribological properties of titanium-based sintered composite materials is assessed. Materials were manufactured by the means of powder metallurgy. During sintering, the reactions that occurred between titanium and graphite were observed. The three phase material was obtained, consisting of: solid solution of carbon in titanium, residual graphite, and titanium carbide formed as result of diffusion of carbon in the titanium matrix. Compared to pure Ti, this caused significant improvement in hardness and tribological properties of the as-obtained composite materials. The tribological tests were performed in a special tribometer that replicates friction conditions in a hip joint.

Keywords: *metallic biomaterials, titanium alloys, composite materials, wear resistance*

Nowadays, mainly due to the nature of a modern lifestyle, accidents and sports-related injuries are the major causes of the tissue and bone damage. This poses new challenges for the development of joint replacement materials. The researchers are focusing on solutions that promote cell attachment, growth and tissue formation by using appropriate surface chemistry methods or alteringsurface topology while maintaining excellent mechanical properties of metallic materials [1]. Artificially engineered materials are able to counter such challenging areas. Recent engineering techniques are focusing on mimicking the natural properties of bone tissues, what results incration of a desirable environment for bone regeneration. However, biocompatibility remains a major issue for the newly developed implant materials. High expectations have to be fulfilled for the materials for biomedical implants. Hence, despite several decades of research and experiments, only small, selected groups of materials are allowed for contact with the living tissue. Polymers tend to lack durability, mostly due to their low strength. What is more, their flexibility and mechanical performance limits their applications in the implantable fixation devices. On the other hand, bioceramic materials are too brittle and due to that, are not often selected for medical applications [2].

Amongst the metallic materials, pure titanium and its alloys (mainly the α+β alloys, Ti–6Al–4V and Ti–Al–Nb, and several β-Ti alloys), cobalt-based alloys (primarily Co–Cr–Mo type), stainless steel (mainly type 316 L) and magnesium (Mg) have been extensively used in medical applications. One of the more commonly available implant materials, the stainless steel 316 L, is recommended only for short-term implants and elements for osteosynthesis, including nails, screws and plates, due to its serious drawbacks, such as low corrosion resistance as well as the risk of allergic reactions in a large number of patients. On the other hand, cobalt alloys based on the Co–Cr–Mo combination have been extensively used for femoral components due to their excellent mechanical properties, good wear and corrosion resistance as well as acceptable biocompatibility [3].

However, compared to Co-Cr-Mo, titanium alloys offer better biocompatibility due to the fact that the biomechanical fixation of a titanium alloy is approx. 40% greater than that of Co-Cr-Mo implants. Moreover, the major drawback of the Co-Cr-Mo implants is their unsufficient resistance to electrochemical biological environment. Among all metals used for implantation, titanium and its alloys offer excellent corrosion resistance as compared to other materials such as Mg, CoCr, NiTi, and SS316L alloys.

The aforementioned properties of titanium-based materials are the reason for that made them one of the most frequently selected metallic alloys for biomedical applications. For many years, research has been conducted in order to establish possibilities to improve biofunctionality of titanium and its alloys. Most of the work is particularly focused on improvement of the tissue ingrowth into the implant surface in order to provide optimal biomechanical fixing for the implant. This, in turn, should offer longer service time of surface-modified implants in comparison to implants fixed by using the acrylic bone cement. Another direction of the research is the improvement of titanium wear resistance. This should allow for long-term use of titanium in

elements for friction couples in artificial joints and in movable parts of implant joints. This aspect is of particular significance, since titanium and its alloys are commonly known to have especially poor tribological properties.

Solutions for these two issues may be sought for in two areas. First of them is the modification of surface layer of titanium-based implants. The other – the volume modification through development of composite materials based on titanium and its alloys. Multiple scientific articles cover the surface layer modification of titanium-based implants. Many solutions have already been used in commercial applications. In terms of modifications ensuring proper bone tissue ingrowth, coating implant surface with layer of hydroxyapatite is particularly popular due to this material's excellent biocompatibility. Such layers find common applications in screws for teeth implants and pivots in joint endoprostheses [4]. However, whereas hydroxyapatite indeed offers good bone tissue ingrowth, cracks may appear at the interface between the metallic implant and ceramic layer of HAP due to significant difference in mechanical properties, which eliminates such implants from further exploitation and calls for the revision surgery procedure. In terms of increasing wear resistance of titanium elements by using the surface engineering methods, a broad range of possible solutions is available [5]. Oxidation methods, as well as solutions based on introduction of nitrogen to the implant surface (by plasma nitriding, PVD or ion implantation techniques) are being still developed. In the recent years, carbon-based amorphous layers have also been extensively explored, as they offer reduction in friction coefficients and the resulting improvement in wear resistance. However, the published research [6] indicates that thin ceramic wear-resistant coatings perform well only in specific conditions. High stress may lead to catastrophic wear of a coating which, while remaining between the mating surfaces, will intensify abrasive wear. Volume modification of metallic materials through development of composite materials with titanium matrix appears to be most prospective and promising solution.

This paper presents selected analyses of titanium-based composites with graphite addition.

Specimens were fabricated by the means of the powder metallurgy method. The composite materials based on titanium powder with 10% and 20% volume fraction of graphite (Ti + C) were investigated. Commercially pure titanium powder with the particle size below 150 μm was mixed with the graphite powder, cold compacted under pressure of 500 MPa, and sintered for three hours in vacuum at the temperature of 950ºC, 1050ºC, 1150ºC and 1230ºC. The microstructure of the composite materials was observed under a scanning electron microscope Hitachi S-3000N. Hardness was measured by the Brinnel method. The tribological tests were performed in a special tribometer using the reciprocating ring-on-disc system with an angular displacement $\square=0\pm24°$ and a frequency of 1 Hz. The tests involved periodically variable motion with low velocity and variable values of pressure. The counter-specimen, the ring, was loaded along its main axis with load changing within the range of 0 to 350 N (the maximum contact pressure p_{max}= 2 MPa). The maximum sliding speed was v_{pmax} = 0,018 m/s. In this research, the friction gap was maintained at 400 μm, which corresponds with the conditions in the natural hip joints. Friction coefficients were calculated from the maximum values of friction force to describe the extreme resistances to motion. The investigated sintered composites (with 10 and 20% addition of graphite) were used as discs, while the counterspecimen in the form of a ring was made of bulk titanium alloy. Tribological tests were carried out in the distilled water environment. Quantitative analysis was performed using two methods – roughness measurements and weight measurements.

Prior to sintering, composites with graphite were characterized by the good compactibility. The relative density of received molder was about 83%, which could be explained by the lubricating effect of graphite during compaction process. Subsequently, the material density increased as a result of increasing temperature during the sintering process. The greatest compactibility was found in material after sintering in 1230ºC – 93%. This indicates the possibility of thermally activated reaction between components that was triggered during sintering. The microstructures of the titanium-modified composite materials sintered under different temperatures have confirmed this fact. As a result of diffusion, the new phase - titanium carbide - appeared on the border between

titanium grains and the residual graphite. Figure 1 shows interactions between the metallic matrix and the modifier – graphite.

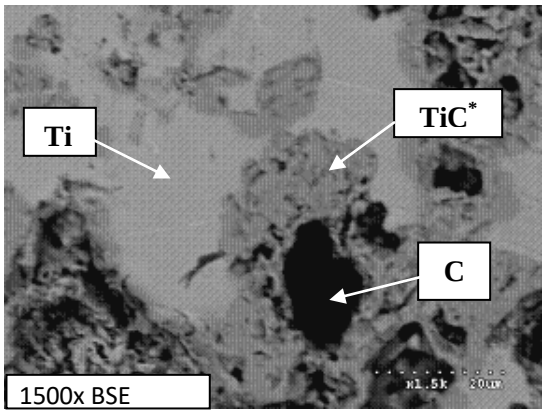


Figure 1 - Microstructures of composites Ti + C sintered in 1230°C

A good correlation between structural analysis and hardness of investigated composites was observed. The results of material macro-hardness measurements conducted using Brinnel method showed significant influence of sintering temperature on the composite properties. The hardness of the composites with graphite sintered under 1230ºC was similar to the high-carbon normalized steel (Table 1). Obtained results indicate interactions between the metallic matrix and the carbon modifier that occurred during sintering.

Table 1 - Results of density and hardness measurements for Ti+C composites sintered in 1230°C

Sample	Relative density [%]	Hardness HB
Pure Ti	86	120
Ti+C	91	220

A comparison of the friction coefficient values for the investigated materials is shown in Fig. 2, whereas Table 2 presents results of the wear test conducted for the investigated materials. The friction coefficients of the composites with graphite were over twice as low as those observed for pure titanium samples.

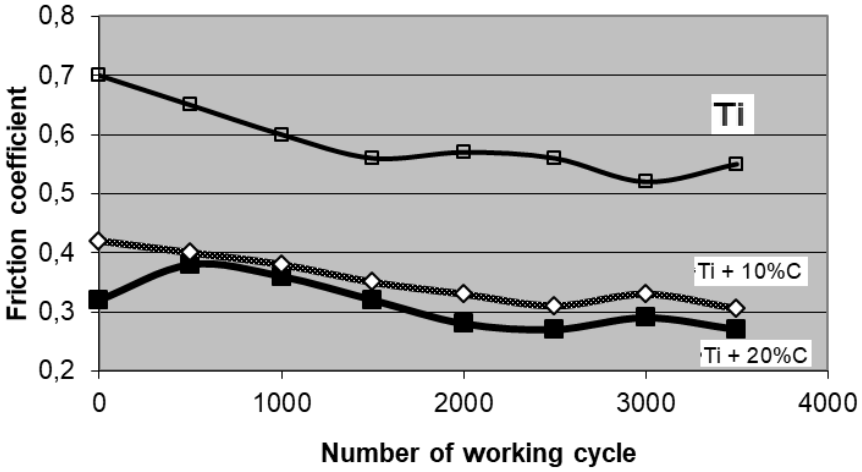


Figure 2 - Influence of graphite on tribological properties of investigated composites

Table 2 - Results of the wear test

Sample	Wear	
	Linear wear [μm]	Weight wear $*10^{-3}$ [g]
Ti + 10% C	16,6	11,5
Ti + 20% C	9,8	7,2
Pure titanium	30,4	21,5

The research shows that the powder metallurgy methods may be used for creating the new and interesting materials for biomedical applications. Titanium-based composite materials enriched using graphite additives have a compound structure that results from the reaction between the titanium matrix and the additive that takes places during the sintering process. It was observed that the sintering temperature has a significant impact on the composite hardness. Moreover, titanium carbide precipitations that were formed in-situ are expected to also have positive influence on the tribological properties of titanium-based composite materials.

Based on the obtained results, a conclusion can be made that the addition of graphite has a good influence on titanium-based composite materials. The presence of graphite affected friction conditions and provided decrease in friction forces and wear during the conducted test.

References:

1. K. Katti: Biomaterials in total hip replacement, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 39 (2004), 133-142.

2. S. Affatato, A. Ruggiero, M. Merola, Advanced biomaterials in hip joint arthroplasty. A review on polymer and ceramics composites as alternative bearings, Compos. Part B 83 (2015), 276–283.

3. M. Grądzka-Dahlke, J.R. Dąbrowski, B. Dąbrowski, Modification of mechanical properties of sintered implant materials on the base of Co–Cr–Mo alloy, J. Mater. Process. Technol. 204 (1–3) (2008), 199–205.

4. S.R. Paital, N.B. Dahotre, Calcium phosphate coatings for bio-implant applications: materials, performance factors, and methodologies, Mater. Sci. Eng. R. Rep. 66 (1–3) (2009), 1–70.

5. M. Łępicka, M. Grądzka-Dahlke, Surface Modification of Ti6Al4V Titanium Alloy for Biomedical Applications and its Effect. Reviews on Advanced Materials Science, 46, no. 1 (2016), 86-103

6. M. Łępicka et al., Tribological performance of titanium nitride coatings: A comparative study on TiN-coated stainless steel and titanium alloy. Wear 422–423 (2019), 68–80

М. Градзка-Далке, М. Лепицка

Биомедициналық қолдануға арналған титан негізіндегі композициялық материалдар

Аңдатпа. Титан және оның қорытпалары жақсы механикалық қасиеттер мен адамның тін ортасындағы биожүйенің бірегей үйлесімділігінің арқасында неғұрлым перспективалы металдық биоматериалдар болып саналады. Дегенмен, титан үйкеліс пен тозуға төзімділіктің нашар қасиеттерімен сипатталады. Бұл жұмыста графиттің титан негізіндегі пісірілген композициялық материалдардың құрылымы мен трибологиялық қасиеттеріне әсері бағаланады. Материалдар ұнтақты металлургия әдісімен дайындалды. Жентектеу кезінде титан мен графит арасында реакциялар байқалды. Көміртектің диффузиясы нәтижесінде пайда болған титандағы көміртектің қатты ерітіндісінен, графит қалдықтарынан және титан карбидінің фазасынан тұратын үш фазалы материал алынды. Бұл композициялық материалдардың қаттылығы мен трибологиялық қасиеттерінің айтарлықтай жақсаруына себеп болды. Трибологиялық сынақтар жамбас-сан буынындағы үйкелісті имитациялық зерттеу үшін арнайы трибометрде жүргізілді.

Түйін сөздер: металдық биоматериалдар, титан қорытпалары, композициялық материалдар, тозуға төзімді

М. Градзка-Далке, М. Лепицка

Композиционные материалы на основе титана для биомедицинских применений

Аннотация. Титан и его сплавы считаются наиболее перспективными металлическими биоматериалами благодаря уникальному сочетанию хороших механических свойств и биосовместимости в тканевой среде

человека. Однако титан характеризуется плохими свойствами трения и износостойкости. В данной работе оценивается влияние графита на структуру и трибологические свойства спеченных композиционных материалов на основе титана. Материалы были изготовлены методом порошковой металлургии. При спекании наблюдалось реакции между титаном и графитом. Был получен трехфазный материал, состоящий из твердого раствора углерода в титане, остатков графита и фазы карбида титана, образовавшейся в результате диффузии углерода. Это обусловило значительное улучшение твердости и трибологических свойств композиционных материалов. Трибологические испытания проводились на специальном трибометре для имитационного исследования трения в тазобедренном суставе.

Ключевые слова: металлические биоматериалы, титановые сплавы, композиционные материалы, износостойкость

УДК 548.12

H. Homolka, K. Dębiński, M. Grygorczuk, M. Grądzka-Dahlke
Bialystok University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Bialystok, Poland
m.dahlke@ pb.edu.pl

APPLICATIONS OF POWDER METALLURGY IN HIGH ENTROPY ALLOYS – A REVIEW

Abstract: *High entropy alloys (HEAs) are relatively new materials that have attracted much attention due to their excellent properties and a wide range of possible applications. Up to date most researchers has been placing emphasis on efforts to explain rules of phase formation in HEAs, which are yet to be fully understood. However, much less has been written on how these alloys can be manufactured. To the authors' knowledge comprehensive reviews on available manufacturing methods of high entropy alloys are scarce. In an effort to fill out this gap, this review focuses on applications of powder metallurgy in manufacturing of HEAs. Some of the results that have been achieved regarding the most important methods, as well as their description with their strengths and weaknesses are presented.*

Keywords: *high entropy alloys, properties, applications, manufacturing, modern materials*

Introduction to High Entropy Alloys

Most of presently used alloys are based on one or two principal elements. A good example is steel, perhaps the most frequently used alloy, which is an alloy of iron and carbon with possible admixtures in which iron is the base. More complex alloys were thought to be very brittle and to consist of an intermetallic phase, until it was shown by Yeh to be untrue [24]. Due to his and other scientists' work, a new type of alloys, called high entropy alloys (HEA) was developed. High entropy alloys while multicomponent, are not only not brittle but possess some interesting, sometimes unusual and unexpected properties and applications [2]. Number of possible applications of HEA is quite substantial. They include engine [8], nuclear [22], thermoelectric [20] cryogenic [3] and superconductor [18] materials as they exhibit high hardness, wear resistance, compressive strength, oxidation resistance (also at elevated temperatures) and many more useful properties [10,11,14,17,21].

HEAs are usually defined as equimolar or near-equimolar solutions (each compound's atomic concentration should be between 5% and 35%) of at least 5 major metallic elements [2,10]. The reason behind this definition is that mixing entropy is highest when atomic concentration of each element is the same. Another, perhaps more strict definition of HEAs, is that those are alloys of which entropy of mixing is at least equal to 1.61R , where R is the gas constant [10].

HEA's are usually described by hypotheses called four core HEA effects. These are suggested by the first researches regarding the subject and have had a big impact on how HEA's are perceived. It is worth noticing though, while they are physically plausible, relevancy of some of them have been put into question [5].

1. High entropy effect, which is thought to be responsible for suppressing the tendency of segregation, thus contributing to formation of single solid phase in high entropy alloys instead of an intermetallic phase [5].

2. Sluggish diffusion effect, which is thought to slow the diffusion of atoms. The outstanding high-temperature strength and structural ability as well as even formation of nanostructures, is widely ascribed to this effect [13]. It is worth noticing though that researchers' opinions on importance of diffusional interactions and how it works vary [8].

3. Lattice distortion effect – because atoms creating HEA's are often of different sizes, it makes the material both tougher and harder due to it's lattice being highly distorted. It was concluded by some though that lattice distortion is not significantly greater than in many binary alloys [8].

4. Cocktail effect – basically says high entropy alloys are microscopic scale composites and to an extent can be calculated like composites [2].

It also tells us unusual properties can be achieved from unexpected element combinations as those properties are not only sum of each component's properties, but synergic interactions between them as well. The cocktail effect was proposed by Ranganathan in 'alloying pleasures: multimetallic cocktails' [19]. It acts as a reminder to us that sometimes even supposedly unworthy of our attention alloys, can exhibit interesting and useful properties [5].

Properties and Applications of High Entropy Alloys

HEAs have very promising, propitious properties like high hardness with relatively high plasticity [14], compressive strength, thermal stability [8,17], corrosion resistance [27], superconductivity [18] and even high antibacterial rate [10,21]. Also a lot HEAs already have found commercial applications, and are expected to find even more in the future [21].

High entropy alloys' hardness was reported to range between 140 and 900HV. Resarches have shown that hardness is strongly dependent on many factors such as chemical composition and fabrication methods (and following heat-treatment). In experiment 20 different HEA were compared to conventional alloys and it was concluded they tend to exhibit greater hardness [14].

It was noted that as-cast alloys with BCC phase generally have higher hardness compared to these with FCC phase (although secondary phases still can lead to relatively high hardness).

HEA exhibiting unusually low thermal conductance were discovered, which can potentially find applications in the future [21]. It was for example reported that much is expected of CuFeMoV HEA, as there are some feasible applications of this material including 'structural aerospace, nuclear and tool fabrication industries' [21]. A need for high temperature protection materials for Nuclear, turbine, and aerospace industries was also reported. HEA coatings can potentially meet the industry's expectations [10].

In was also suggested that heat engines' development requires new, better alloys [9]. Those new materials could potentially be high entropy alloys containing refractory compounds. As for now however, it was pointed out that refractory HEAs have not been investigated sufficiently [8]. It was reported there are HEAs that exhibit more than 99.999% antibacterial rate for some bacterias including S. aureus and E. coli, which would make them fit for antibacterial coatings. Another potential application of HEAs are electromagnetic interference (EMI), shielding coatings, protecting machine components [21]. Some existing HEA's were concluded to have greater resistance to general corrosion in acidic environments regardless of it's concentration and more resistant to anodical polarization, but they are also more prone to pit corrosion compared to type-304 stainless steel [27]. High entropy alloys' capability to have improved creep resistance have been acknowledged due to factors such as sluggish diffusion effect, low stacking energy and atomic size difference [14] .

Manufacturing methods

High entropy alloys can be manufactured either from solid, liquid or gas state [6]. As for obtaining metals from liquid state, molding is the oldest known and the most popular way of creating metals. It employs heating metal to it's melting point temperature. There are many possible

casting techniques, although in case of HEA arc melting, induction melting are employed most often [25]. Arc melting technique is a very useful and perhaps the most often used technique in HEA research [14]. Induction melting provides high precision and as a non-contact technique, also high purity and is reported to be capable of achieving high speed and energy efficiency [12].

HEAs can also be manufactured from gas state by techniques such as magnetron sputtering or plasma deposition, mainly in the form of thin coatings on the surface. Another method, used for coatings is electrochemical deposition using electrochemical process [6]. In order to obtain alloys from solid state, powder metallurgy or additive manufacturing can be used [6].

High Entropy Alloys in the Context of Powder Metallurgy

High entropy alloys can be manufactured using one of the available methods. Each method have it's own advantages. Each of them: mechanical alloying (MA), water atomization or gas atomization, is employed in order to prepare powders before sintering. This is important as final product's quality in powder metallurgy processes is dependent on powders' quality and size of it's grains [6].

Mechanical alloying (MA), is a quite useful technique. An important advantage of it is that materials manufactured by it are highly homogenous [4,15]. Because MA is conducted at ambient temperature it makes alloying metals even with drastically different melting points possible. MA is usually performed in a planetary mill. Duration of the milling varies depending on whether MA is used exclusively or combined with some other method, like hot isostatic pressing and heat treatment, can take from 15h up to 70h, so it's a rather time-consuming method.

Next important step in PM process is sintering. The most often used sintering method for HEAs is spark plasma sintering (SPS). As for it's advantages, high temperatures are obtained relatively fast so the process is fast compared to traditional sintering methods and no grain growth and no coarsening takes place, allowing to sinter nano size powders and SPSed furnace gives better control over sintering atmosphere than standard furnaces. Uniform sintering, high energy efficiency and powder surface contamination were also reported.

In another method, hot isostatic pressing, heated sample is put under pressure, which can eliminate internal voids and create clean microstructure. With the use of this method it is possible to create objects with complex geometry and shapes as well as to obtain highly homogeneous material with fine grain.

Additive Methods

Another notable application of High Entropy Alloys are thin coatings deposited on materials. Coatings are often used to increase corrosion resistance, hardness or high-temperature hardness, and consequently also abrasion resistance. An important characteristic of additive methods is that compounds of the coating or/and substrate can diffuse to some extent, sometimes noticeably altering composition [16], and thus also properties of the coating [11]. These are the main ways to deposit coating by HEA researchers: direct laser deposition (DLD), Laser Cladding , atmospheric plasma-spray (APS), plasma transferred arc cladding (PTA).

Conclusion

High entropy alloys are novel materials, whose properties are very promising. As for now they have found many applications in the various industries, and they most likely will fnd many more in the future. There are several ways to manufacture them: by casting, powder metallurgy or additive methods. Each of these groups can be subdivided into individual methods, providing us with abundance of choices, each more suitable for certain needs.

References:

1. B.E. MacDonald, Z. Fu, B. Zheng, W. Chen, Y. Lin, F. Chen, L. Zhang, J. Ivanisenko, Y. Zhou, H. Hahn, E.J. Lavernia. Recent Progress in High Entropy Alloy Research. JOM 69 (10). – 2017. –P. 2024-2031.

2. B. Gludovatz, A. Hohenwarter, D. Catoor, E.H. Chang, E.P. George, R.O. Ritchie1. A fracture-resistant high-entropy alloy for cryogenic applications. – Science 345. – 2014. –P. 1153-1158.

3. B. Kang, J. Lee, H.J. Ryu, S.H. Hong. Ultra-high strength WNbMoTaV high-entropy alloys with fine grain structure fabricated by powder metallurgical process // Materials Science & Engineering A 712. – 2018. – P. 616–624.

4. D.B. Miracle, O.N. Senkova. Critical review of high entropy alloys and related concepts // Acta Materialia 122. – 2017. –P. 448-511.

5. E. Colombini, R. Rosa, L. Trombi, M. Zadra, A. Casagrande, P. Veronesi. High entropy alloys obtained by field assisted powder metallurgy route: SPS and microwave heating // Materials Chemistry and Physics 210. – 2018. –P. 78-86.

6. J. B. Cheng, X. B. Liang, Z. H. Wang, B. S. Xu. Formation and Mechanical Properties of CoNiCuFeCr High-Entropy Alloys Coatings Prepared by Plasma Transferred Arc Cladding Process. Plasma Chem. Plasma Process 33. – 2013. –P. 979–992.

7. J. Chen, X. Zhou, W. Wang. A review on fundamental of high entropy alloys with promising high-temperature properties // Journal of Alloys and Compounds 760. – 2018. –P. 15-30

8. J.W. Yeh. Recent Progress in High-entropy Alloys Annales De Chimie // Science des Materiaux 31. – 2006. – P. 633-648.

9. L.H. Tian, W. Xiong, C. Liu, S. Lu, M. Fu. Microstructure and Wear Behavior of Atmospheric Plasma-Sprayed AlCoCrFeNiTi High-Entropy Alloy Coating. // JMEPEG 25. – 2016. – P. 5513–5521 .

10. L. Siesina, F. Lundström, K. Frogner, T. Cedell, M. Andersson. Towards energy efficient heating in industrial processes // Three steps to achieve maximized efficiency in an induction heating system. Procedia Manufacturing 25. – 2018. – P. 404–411.

11. L. Zhang, H. Fu , G. Shaofan, H. Li,Z. Hongwei, A. Wang, Z. Haifeng. Phase Transformation in Body-centred cubic NbxHfZrTi high entropy alloys // Materials Characterization 142. – 2018. – P. 443–448.

12. M.C. Gao, J.W. Yeh, P.K. Liaw, Y. Zhang. High-Entropy Alloys: Fundamentals and Applications // Springer – 2016.

13. P. Yang, Y. Liu, X. Zhao, J. Cheng, H. Li. Electromagnetic wave absorption properties of mechanically alloyed FeCoNiCrAl high entropy alloy powders // Advanced Powder Technology 27. – 2016. – P. 1128–1133.

14. Q. Chao, T. Guo, T. Jarvis, X. Wu, P. Hodgson. Direct laser deposition cladding of AlxCoCrFeNi high entropy alloys on a high-temperature stainless steel // Surface & Coatings Technology 332. – 2017. – P. 440–451.

15. S. A. Firstov, V. F. Gorban, N. I. Danilenko, M. V. Karpets, A. A. Andreev, E. S. Makarenko. Thermal Stability of Superhard Nitride Coatings from High-Entropy Multicomponent Ti–V–Zr–Nb–Hf Alloy // Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 52(9-10) . – 2014. – P. 560-566.

16. S. Marik, M. Varghese, K.P. Sajilesh, D. Singh, R.P. Singh.

17. Superconductivity in equimolar Nb-Re-Hf-Zr-Ti high entropy alloy // Journal of Alloys and Compounds 769. – 2005. – P. 1059-1063.

18. S. Ranganathan. Alloyed pleasures: Multimetallic cocktails //Current Science 85 (10). – 2003. – P. 1404-1406.

19. S. Shafeie, S. Guo, Q. Hu, H. Fahlquist, P. Erhart, A. Palmqvist. High-entropy alloys as high-temperature thermoelectric materials // Journal of Applied Physics 118. – 2015. – P. 184905

20. W.H. Wu, C.C. Yang, and J.W. Yeh. Industrial development of high-entropy alloys // Annales De Chimie Science des Materiaux, 31. – 2006. – P. 737-747.

21. W.Y. Chen, X. Liu, Y. Chen, J.W. Yeh, K.K. Tseng, K. Natesan. Irradiation effects in high entropy alloys and 316H stainless steel at 300 C //Journal of Nuclear Materials 510. – 2018. – P. 421-430.

22. Y. Cao, Y. Liu , B. Liu, W. Zhang. Precipitation behavior during hot deformation of powder metallurgy Ti-Nb-Ta-Zr-Al high entropy alloys // Intermetallics 100. – 2018. – P. 95–103.

23. Y. Chen, S. Zhu, X. Wang, B. Yang, G. Han, L. Qiu. Microstructure evolution and strengthening mechanism of Al0.4CoCu0.6NiSix (x=0–0.2) high entropy alloys prepared by vacuum arc melting and copper injection fast solidification // Vacuum 150. – 2018. – P. 84-95.

24. Y.Y. Chen, T. Duval, U.D. Hung, J.W. Yeh, H.C. Shih. Microstructure and electrochemical properties of high entropy alloys - a comparison with type 304 stainless steel // Corrosion Science 47. – 2005. – P. 2257–2279.

Х. Хомолка, К. Дебински, М. Грыгорчук, М. Градзка-Далке

Жоғары энергетикалық қорытпаларды өндіру үшін ұнтақ металлургиясын қолдану-шолу

Аңдатпа. Жоғары энтропты қорытпалар (ЖЭҚ) олардың тамаша қасиеттері мен ықтимал қолданудың кең спектрі арқасында көп көңіл аударған жаңа материалдар болып табылады.Бүгінгі таңда зерттеушілердің көпшілігі толығымен түсінуді талап ететін ЖЭҚ-ғы фазалардың қалыптасу ережелерін түсіндіру бойынша көп күш-жігерін жұмсайды. Дегенмен, оларды дайындау әдістеріне әлдеқайда аз жұмыс арналған. Авторларға белгілі болғандай, Жоғары энтропиясы бар қорытпаларды жасаудың қол жетімді әдістері бойынша жан-жақты шолулар аз. Осы бос орынды толтыру үшін бұл шолу ЖЭҚ өндірісінде ұнтақты металлургияны қолдануға арналған. Ең маңызды әдістерге қатысты қол жеткізілген кейбір нәтижелер, сондай-ақ олардың күшті және әлсіз жақтарын сипаттау ұсынылған.

Түйін сөздер: жоғары энергетикалық қорытпалар, қасиеттері, қолданылуы, өндірісі, заманауи материалдар.

Х. Хомолка, К. Дебински, М. Грыгорчук, М. Градзка-Далке

Применение порошковой металлургии для производства высокоэнтропийных сплавов - обзор

Аннотация. Высокоэнтропийные сплавы (ВЭС) - относительно новые материалы, которые привлекли большое внимание благодаря своим превосходным свойствам и широкому спектру возможных применений. На сегодняшний день большинство исследователей делает упор на усилия по объяснению правил формирования фаз в ВЭС, которые еще предстоит полностью понять. Однако гораздо меньше работ посвящено методом их изготовления. Насколько известно авторам, всеобъемлющих обзоров по доступным методам изготовления сплавов с высокой энтропией мало. Чтобы заполнить этот пробел, этот обзор посвящен применению порошковой металлургии в производстве ВЭС. Представлены некоторые результаты, которые были достигнуты в отношении наиболее важных методов, а также их описание с их сильными и слабыми сторонами.

Ключевые слова: высокоэнтропийные сплавы, свойства, применение, производство, современные материалы.

ӘӨЖ 528.3

Ә.Абенов, Г.М.Қырғызбаева
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Қазақстан, Алматы қ.
alisher.abenov.98@mail.ru

ЦИФРЛЫ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ГЕОДЕЗИЯНЫҢ АТҚАРАР РОЛІ

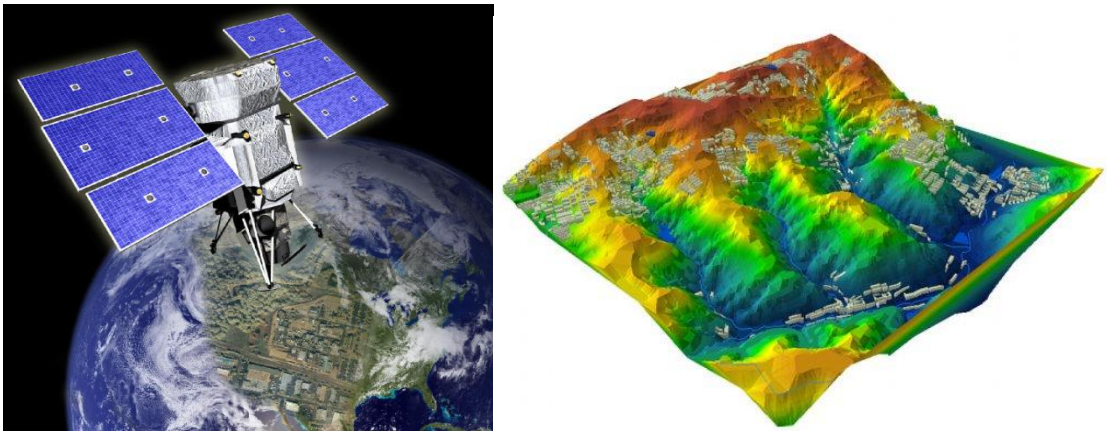
Аңдатпа. *Мақалада жер бетін қашықтан зондылау арқылы жердің, қала нысандарының екі және үшөлшемді модельдерін алудың «Цифрлы Қазақстан» бағдарламасын жүзеге асырудағы ролі қарасытырылған.*

Түйінді сөздер. *Жерді қашықтан зондылау, цирлы карталар, 2D және 3D мдельдер, бағдарлама.*

Жалпы, ғарыштағы ЖҚЗ аппаратынан келетін ақпаратты бей-берекет жатқан цифрлар жиынтығы ретінде қарастыруға болады. Ол мәліметтерді өңдеудің бірнеше сатыларынан өткізіп барып, пайдаланушыға жеткізу үлкен интеллектуалдық және материалдық ресурстарды талап етеді. Мысалы, түсірілімдердің саны жылдам көбейіп кетеді де, тек бір ғана аппараттан алынатын суреттер мыңдап, тіптен миллиондап саналады. Оларды әр түрлі дәрежеде өңдеу және сақтау арнайы аппараттарды, арнаулы кәсіптік бағдарламаларды және білікті кәсіпқой мамандарды талап етеді.

Ал енді сол суреттерді соңғы пайдаланушыға жеткізу негізінен ғаламтор арқылы жүргізілетінін айтсақ, бұл істің де оңайға соқпайтындығын түсінуге болады. Қазіргі кезде ғарышта жүзге тарта ЖҚЗ-мен айналысатын кемелер жұмыс істеуде. Әрине олардың ешқайсысы бірін бірі дәлме-дәл қайталамайды, әрқайсысының өзіндік конструкциялық ерекшеліктері және жеке мақсаттары мен міндеттері, бағдарламаланған қызметтері бар. Сондықтан олардан алынатын суреттер де өзіндік ерекшеліктерімен сипатталады.

Жерді қашықтан түсіретін аппаратуралардың қолдану түріне қарай: электронды-оптикалық (фотографиялық, телевизиялық, сканерлік, лазерлік, радиолокациялық) және радарлық түсірімдер деп ажыратылады(1-сурет).



Сурет 1 - *а*- Жерді қашықтан зондтылау; ә-Жер бедерінің ғарыштық түрлі-түсті түсірімі

Жер бетіндегі кез келген құбылыс белгілі бір оптикалық спектр сипаттамасының өзгеруі аясында жүретіні белгілі. Мысалы, егістіктегі өсіп келе жатқан өсімдіктер пісіп-жетілгенше талай спектрлік өзгерістерге душар болады. Оптиканың осындай заңдылығына сүйене отыра,

арнайы дайындалған маман миллиондаған шаршы километрді алып жатқан егістіктердің қасиеттеріне, жұмыс орнында отырып-ақ талдау жасап, ондағы өзгерістерге баға бере алады. Жалғыз талап – қашықтан суретке түсүрген кезде атмосфера, яғни ауа қабаты үнемі мөлдір болып тұруы керек.

Электромагниттік сәулелену қабылдауына қарай қашықтан зондылаудан алынатын суреттер өз кезегінде үш топқа бөлінеді: ультракүлгінді – көрінетін, жақында, орташа және алыс инфрақызыл диапазонында; микротолқынды радиотолқын диапазондында сияқты түрлері бар. Егер бір уақытта бірнеше диапазонды пайдаланатын болса (20 және одан артық), ондай түрін гиперспектрлі дейді.

Бірінші топқа тек ақ пен қарадан тұратын түсірілімдер жатады да, оларды панхромдық түсірілімдер деп атайды. Панхромдық түсірілімдердің жер бетіндегі өзгерістерді байқау қабілеті жоғары.

Екінші топқа үштен жетіге дейін оптикалық каналдары бар мультиспектрлі түсірілімдер жатады. Бұл түсірілімдер Жер бетіндегі үдерістерді талдауға арналған аса құнды ғарыштық материалдар болып саналады. Мультиспектрлі түсірілімдердің Жердегі нысандарды байқау жітілігі панхромнан төмен келеді. Ал, үшінші топқа жататын гиперспектрді түсірілімдерде 220 каналға дейін болады. Мұндай ғарыштық суреттердің жердегі өзгерістерді талдау мүмкіндіктері аса зор.

Табиғи-ресурстық мониторинг– табиғи ресурстардың (атмосфералық ауа, су, топырақ, кен байлықтар, ау райы, өсімдіктер мен жануарлар әлемі,т.б.) жағдайларын антропогендік факторлардың әсерінен өзгеруін бақылау, бағалау және болжау жүйелері. Республикамыздағы мониторингтік жұмыстар «Қазақстан Республикасы ғарыштық мониторингінің ұлттық жүйесі»(МҰЖ) ғылыми-техникалық бағдарламасына сәйкес жүргізіледі.

Қашықтықтан зондтау деректерін қабылдау, мұрағаттау және тақырыптық өңдеу бойынша үлкен тәжірибе жинақталған. ҚР ҒЗИ-де "Қазақстанның аграрлық ресурстары", "Семей ядролық полигоны", "Алматы", "Арал", "Каспий" геоақпараттық жүйелері (ГАЖ) әзірленген. "Қашықтықтан зондтау және ғарыштық технологиялардың теориялық негіздері" (1997-1999 жылдар), "Қашықтықтан зондтау деректерін және ғарышта синтезделген материалдар қасиетін талдау әдістерін әзірлеу", "Жерді қашықтықтан зондтау деректерін сәулелендуді ауыстыру теориясы негізінде атмосфералық түзетудің математикалық үлгілерін әзірлеу" (2000-2002 жылдар) іргелі зерттеулер бағдарламалары шегінде ғылыми жобалар орындалды.

Осылайша, Қазақстанда ғарыштық мониторингтің ұлттық жүйесін дамытуға, әртүрлі мүмкіндіктегі қашықтықтан зондтау деректерін пайдалана отырып, аумақтар мен өңірлердің ғылымды қажетсінетін технологияларды басқаруды тәжірибеге енгізу үшін ғылыми және материалдық-техникалық негіз құрылды.

Алғашқы табиғи-ресурстарды мониторингтау жұмыстары Қазақстанда 1997 жылы өкіметаралық және ғылым министрлігі арасындағы келісімімен, Қазақстан ғылымдар Академиясы және АҚШ-тың энергетика Департаментінің әртүрлі американдық зертханалары мен компаниялар көмегімен жүргізіле бастады. Мониторинг жүргізетін арнайы полигон ретінде Іле тау аралығындаға арық-Шілік-Шарын өзендерінің арасы алынды.

Қашықтан зондтау деректерін өңдеу арнайы ГАЖ арқылы жүргізіледі. ГАЖ-дың картографиялық негізін инвентаризациялық және тақырыптық блоктар құрайды.

ГАЖ-дың инвентаризациялық блогы 1:50000 масштабты топографиялық карта негізінде құрылды және ол келесі тақырыптарды құрайды: а)гипсометрия; б) биіктік нүктелері; в) тірек пунктері; г) жол тораптары; д) гидрография; е) құдықтар; ж) елді-мекен пунктері; з) құмдар т.б. Әрбір тақырыптың dbf форматта жеке мәліметтер базасы бар.

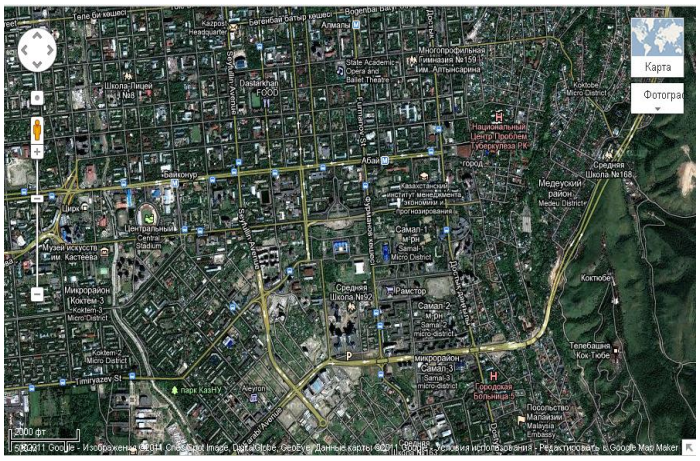
ГАЖ-дың тақырыптық блогы далалық бақылаулар деректері және қашықтан зондтау профилдерінің спектрлік бейнелері негізінде жасалады. Бейнелерді жүйелеу Басқарма классификация әдісімен орындалады.Экожүйелер класын бөлу үшін ERDAS Imagine

редакторлық бағдарламасы арқылы орындалады, бұл ГАЖ-дың инвентаризаациялық қабаттары үшін класс жағдайын нақтырақ бағалауға мүмкіндік береді және ұшу сызықтарының үшкескінді моделін құру арқылы бедерді жақсы көрсетуге мүмкіндік береді.

Халықтың қалада тұруға ұмтылуы, қаладағы тұрмыс түрлерін ұнатуы, басқаша айтқанда Урбаниация процеснің күшеюі әрине, бұл қоғам мүшелерінің заңды құқысы. Оған қарсы тұруға, кедергі жасауға негіз жоқ. Қала деген сөз –латынша «urbs» екені ертеден белгілі болғанымен «Урбанизм» немесе «Урбанизация» соңғы жылдары жиі қолданылады.

Әрі қарай, назарлары-ңызға Алматы қаласы территорияларын карталау және ғарыштық «Мир» ОК-нен алынған суреттер бойынша жасалынған Алматы қаласының цифрлы, екі және үшөлшемді модельдерін , ұсынамыз (2-4 суреттер).

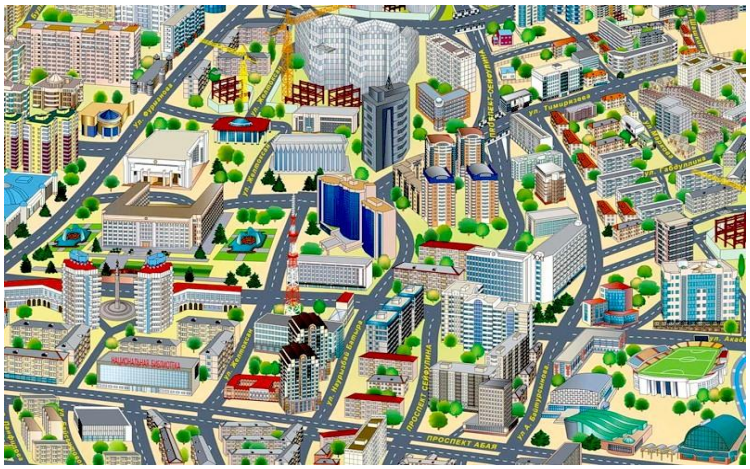
Қала халқының тығыздығы, әсіресе Алматы, Қарағанды және Шымкент қалавларында бір шаршы километр жерге 300 адамнан асып кетіп отыр. Жеке қалалар мен олардың тұрғындары өсіп қоймай, кәзір қалалар бір-бірімен қосылып, территориясы үлкен, халқы көп аса зор аймақтар пайда болуда.



Сурет 2 - Алматы қаласының SPOT ЖЖС-нен 10 м
Шешімдікпен түсірілген ғарыштық суреті

Қаланың электронды картасын жасау процесі Arclnfo бағдарламасында жүргізіледі. Жаңадан алынған деректер бұрынғы мәліметтерді толықтырады және карта басқа атрибутивті ақпараттарға ие болады (3-сурет).

Сурет 3 - Алматы қаласының электрондық карталары



Сурет 4 - Алматы қаласы орталығының 3D моделі

Қазіргі таңда цифрландыру мәселесі алдыңғы қатарда тұр. Осыған орай, мемлекеттік бағдарламаны іске асыруда геодезиялық жұмыстар жоғары оқу орындары мен ғылыми-зерттеу ұйымдарының келешегі негізінде жүзеге асырылуы тиіс. Сонымен қатар, аталған бағдарламаны іске асыруда барлық оқу орындары мен ғылыми орталықтардың күшін біріктіре отырып, геодезия мамандықтарын даярлау кафедралары негізінде шоғырландырып, институттың оқытушы-профессорлар мен ғылыми қызметкерлерінің арнайы біліктілікті арттыру курстарын, геодезия, картография, жерге орналастыру, кадастр, геоинформатика және басқа да мамандықтарға арналған пәнаралық бағдарламаларды құрастыруды жүзеге асыру қажет

Әдебиеттер:

1. Кошкарев А.В. Картография и геоинформатика. Изв. АН СССР, сер.геогр., 1990, №1, С.27-37.

2. Нурпеисова Т.Б., Кыргизбаева Д.М., Ормамбекова А.Е., Методика создания электронных карт с использованием программы Mapinfo // Международная конференция «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы», Алматы, 2006г, С. 245-248.

А.Абенов, Г.М.Киргизбаева

Роль геодезии в реализации прогораммы цифровой Казахстан

Аннотация. В статье рассмотрена роль цифровых карт земной поверхности, 2D и 3D мделей объектов, полученных в результате дистанционного зондирования Земли при реализации программы «Цифровой Қазақстан

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, цировые карты, 2D и 3D мдели, программа.

A.Abenov, G.M.Kirgizbaeva

The role of geodesy in the implementation of the program digital Kazakhstan

Abstract. The article discusses the role of digital maps of the earth's surface, 2D and 3D objects of objects obtained as a result of remote sensing of the Earth during the implementation of the “Digital Kazakhstan”

Keywords: Earth remote sensing, digital maps, 2D and 3D models, program.

ӘОЖ 622

Л.Қ.Адильбекова, Г.М. Кыргизбаева
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Казахстан, Алматы қ.
lunura.adilbekova@mail.ru

ҚҰРАМА ТӘСІЛМЕН КЕН ИГЕРУДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ ЗЕРТТЕУ

Андатпа. *Ақжал кеноры таужыныстарының орнықтылығын геотехникалық зерттеу және оның негізінде кен денелерін қазып алу мен вертикаль, горизонталь тау-кен казбаларын жүргізу жұмыстары кезіндегі тау-кен қысымын басқару. Д.Лобшир әзірлеген массивтің тұрақтылығын бағалаудың кең әдістемесі арқылы кен орнындағы тау кен массивінің жай-күйі мен орнықтылығын бағалау.*

Түйін сөздер: *кенорны, таужыныстары, үйінділер, тау кен қысымы, маркшейдерлік бақылаулар, инновациялық түсіріс әдістері, таукен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыз етудің тәсілдері.*

Пайдалы қазбалар кен орындарын қарқынды игеру бағыттарының бірі қазіргі уақытта ТМД 50 жуық кен орнында қолданылатын ашық және жер асты тәсілдерімен (құрама тәсілмен) бір мезгілде өңдеу болып табылады.

Ашық және жер асты тау-кен қазбаларының технологиялық байланысы геомеханикалық процестердің туындауына алып келеді, соның салдарынан оң, сондай-ақ теріс құбылыстар пайда болады, олардың арасында жер асты қазбаларын өңдеу кезінде еңіс бұрыштарын жайластыру, ашық қазбаларда тау-кен массасын жарылыс жұмыстары кезінде тау жыныстарының орнықтылығының төмендеуін және т. б. атап өтуге болады.

Осыған байланысты пайдалы қазбалар кен орындарын құрама тәсілімен тиімді және қауіпсіз игеруді қамтамасыз ету үшін жер қойнауын игерудің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ететін техногендік апаттарды азайтудың инновациялық әдістерін әзірлеу, тау жыныстары массивіндегі геомеханикалық процестердің мониторингі мен болжамы сияқты бірқатар геомеханикалық міндеттерді шешу өзекті болып табылады. Қойылған міндеттерді шешу үшін әзірленген әдістемеге сәйкес зерттеулер кешені өткізілді. Әдістеме келесі кезеңдерді қамтиды:

- кен орнының тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық жағдайларын талдау.
- тау-кен қазбалары массивінің контурлық жыныстарының жағдайына геомеханикалық мониторинг жүргізу.
- жыныстардың бұзылуының ықтимал аймақтарының параметрлерін анықтау.
- тік, көлденең тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде және Ақжал кен орнының кен денелерін өңдеу кезінде тау-кен қысымын басқару бойынша ұсыныстарды әзірлеу.
- кеніш жағдайлары үшін тау-кен қазбаларын жүргізу және бекіту, тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу бойынша іс-шараларды әзірлеу.

Зерттеу объектісі Ақжал кен орнының қорғасын-мырыш кендерін байыту және өңдеу үшін "Nova-Цинк" ЖШС (Қарағанды облысы, Қазақстан) болып табылады.

Алғашқы кезеңдерде орындалған нәтижелері осы жұмыстарда егжей-тегжейлі баяндалған [1,2]. Ұсынылып отырған жарияланымда әдістеменің төртінші кезеңіне сәйкес жүргізілген зерттеулердің нәтижелері, яғни тау-кен қазбалары мен тазалау кеңістігінің төңірегіндегі тау-кен массивінің жай-күйін бағалау баяндалады.

Алынған деректерді статистикалық талдау нәтижесінде массивте дамыған жарықшақтардың төрт жүйесі орнатылды және жарықтардың негізгі сипаттамалары мен көрсеткіштерінің орташа мәндері анықталды.

Жарықтардың көпшілігі еңіс бұрыштарымен тік түсетін δ=70° (20,0%), δ=80° (17,0%) және δ=75º (15,0%) құрайды. Жиі δ жарықшақтары бар<5=45° (13,0%). Сирек жарықшақтартар δ=5-20° (1-2 %) басталады. Жарықшақтардың қалыңдығы 0,1-ден 1,5 см-ге дейін, көріну тығыздығы қума метрге 5 данадан 13 данаға дейін. Тектоникалық аймақтарда жарықшақтардың қуаты т-3,0-5,0 см жетеді, ал жекелеген учаскелерде массив толық ұсақталған және сусымалы ортаны білдіреді.

Массивтің беріктігін бағалау кезінде жарықшақтардың болуын, олардың кеңістіктік бағдарын және морфологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, табиғи ортаның геоқұрылымдық құрылысының тұжырымдамасы таңдалды. Ол үшін массив беріктігінің үлгідегі жыныстарды қысу беріктігіне қатынасын білдіретін k_{co} құрылымдық әлсіреуінің жалпы қабылданған коэффициенті қолданылады. Ақжал кенішінің кендері мен жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерінің негізгі есептік көрсеткіштерінің мәні 1-кестеде көрсетілген. Қосымша жүргізілген зерттеулер сандық сипаттамалардың айтарлықтай өзгеруі байқалмайтынын көрсетті.

Кесте 1 - Ақжал кенішінің кендері мен жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері

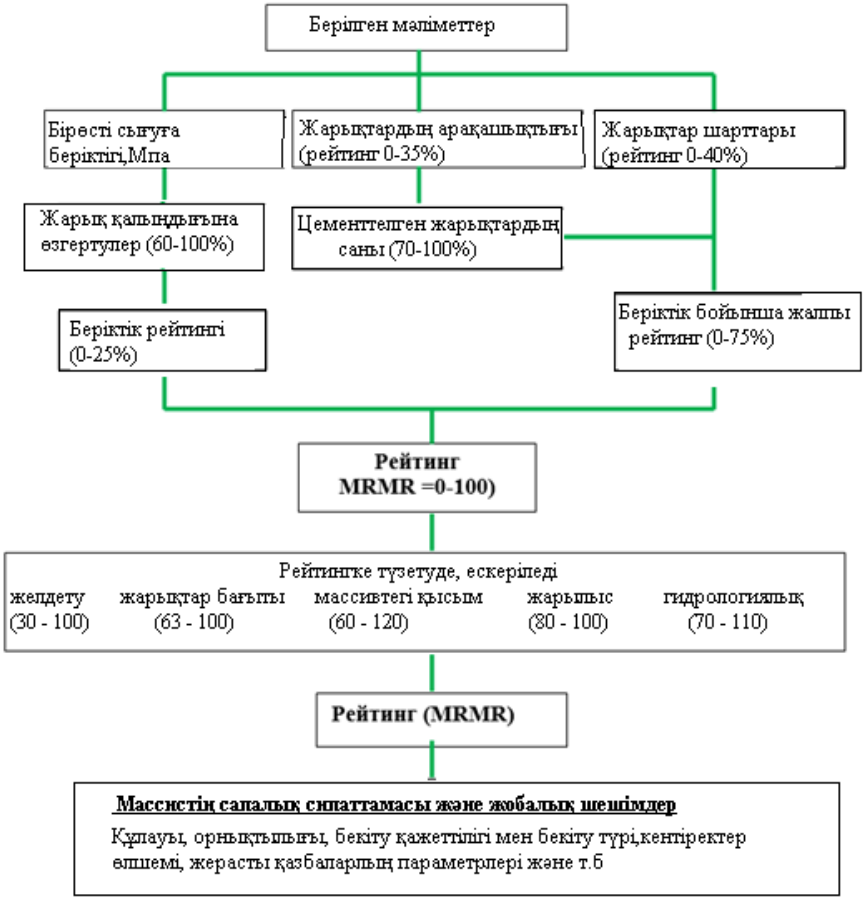
№	Көрсеткіштер	Индекс және көрсеткіш көлемі	Мәні	
			жыныс	кен
1	Сығуға беріктігі	$\sigma_{сж}$, МПа	89,6	76,1
2	Созуға беріктігі	$\sigma_{рас.}$, МПа	6,7	7,5
3	Жылжуда беріктігі	τ , МПа	20,5	19,2
4	Деформация модулі	*E*, МПА		
5	Көлемдік салмағы	γ, т/м^3	2,7	2,7
6	Ілінісу	С,МПа	22,5	118
7	Ішкі үйкеліс бұрышы	ρ, град.	34	48
8	Құрылымдық әлсіреу коэффициенті	$\lambda_{с.о}$	0,1 - 0,20	0,1 - 0,20
9	М.М.Протодъяконов бойынша беріктік коэффициенті	К	8,0	7,0
10	Пуассона коэффициенті	μ	0,19	0,21
11	Юнга модулі	Eх10^{-4}	9,01	1,03
12	Жылжу модулі	Gх10^{-4}	3,76	4,30
13	Көлемдік сығу модулі	Kх10^{-4}	5,04	5,60
14	Ылғалдылық	%	0,20	0,08
15	Кеуектілігі	%	0,97	0,7

Тау-кен қазбаларын немесе жер асты құрылыстарын жанас жыныс массивінің механикалық жай-күйін бағалау үшін қазбаны қоршаған жарықшақты жыныстардың опырымлым түзілуінің тұрақтылығы мен бейімділігін сипаттайтын көрсеткіштің мәні қажет. Осы мақсатта Д.Лобшир әзірлеген массивтің тұрақтылығын бағалаудың кең әдістемесі, құрылымсыз факторлардың көлемін және олардың массивтің тұрақтылығымен байланыс әсерінің негізгі деңгейін кешенді есепке алуға негізделген.

Бұл әдістеме 20 жылдан астам уақыт бойы шетелде табысты қолданылады, оның кілті MRMR тау жыныстарының рейтингтік жіктелуі(сыныптамасы) болып табылады (сурет.1). Массивтің орнықтылық немесе опырылу дәрежесін анықтау үшін жіктеуді таңдау өте маңызды болып табылады,өйткені әр түрлі жіктемелерде массивтің геомеханикалық параметрлеріне әр түрлі екпін жасалады.

Лобширдің рейтингтік жіктемесі (сыныптама) мынадай мақсаттар үшін қолданылады: бекіту жобасын құру, құлау аймақтарының диаграммаларын құру, кентіректердің орнықтылығын есептеу, өздігінен қираған кезде опырылу және ұсақтылық дәрежесін анықтау, тау-кен жұмыстарын жүргізу тәртібін негіздеу және т.б. жалпы массив рейтингін анықтау алгоритмін осы жіктеу бойынша блок-схема түрінде ұсынуға болады (сурет 1).

Сонымен, MRMR рейтингі массивтің беріктігін, жарықтың сандық және сапалық сипаттамаларын ескеретін жеке рейтингтерден (IRMR) құралады, ол өз кезегінде, жыныстардың жарылу дәрежесін көрсететін түзету коэффициенттеріне, массивтегі жарықшақтардың бағдарлануын, кернеулі күй параметрлерін, гидрогеологиялық жағдайларды және т.б. Мониторинг көптеген үдерістер құлаудың екі түрі мүмкін екендігін көрсетті: қысым астында құлау және шөгудің құлауы [3].



Сурет 1 - профессор Д. Лобширдың жіктемесі бойынша рейтингтік көрсеткішті (MRMR) анықтау алгоритмінің блок сызбасы

Қысыммен құлау тау жыныстарының беріктігінен жоғары болған кезде құлайтын блоктарда болады. Блоктың шатырында тұрақты күмбез пайда болған кезде құлауы тоқтатылуы мүмкін.

Шөгу қиын бақыланатын түрде өтеді және массив блогы периметрі бойынша қатты әлсіреген кезде көрінеді.

Тау-кен жұмыстарын дамыту процесінде массивтің мінез-құлқын болжау үшін оны орнықтылық санаты бойынша жүйелендіру жүргізілді, оның негізіне $К_{ор}$ мәні мен жыныстардың опырылым түзу бейімділігі тиесілі. Жүйелеу деректері 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2– Орнықтылық санаттары бойынша жыныстар массивін жүйелеу

Жыныстардың орнықтылық дәрежесі	Көрсеткіш мәні, $К_{ус}$	Орнықтылық дәрежесін бағалау	Опырылым түзуге бейімділігі	Жыныстардың ашылуына берілген уақыты
I	70	Өте тұракты	Опырылымдар мен қабатталу жоқ	Мүлде шектеусіз
II	5 - 70	тұрақты	Шамалы ауытқулар болуы мүмкін	6 айға дейін
III	1 - 5	Орташа тұрақты	Опырылым түзілуі мүмкін, әдетте, қазба төбесінен	10-15 тәулік
IV	0,05 -1,0	тұрақсыз	Опырылым түзілу болады ашылудан кейін, қазба бүйірлерінде	1 тәуліктен артық емес
V	<0,05	Мүлде тұрақсыз	Ашылудан кейін опырылым түзілу	Ашылудан кейін опырылу

Жүргізілген есептеулер нәтижесінде сапалық және сандық көрсеткіштерге сәйкес Ақжал кен орнының массиві орнықтылықтың бірінші және екінші санаттарына жататыны анықталды, бұл шоғырдың мәжбүрлі құлауы және қазбаның полимерлік анкерлік бекітілуі бар жүйені қолдану мүмкіндігі мен мақсаттылығын алдын ала анықтады.

Әдебиеттер:

1. Нурпеисова М.Б., Юсупов Х.А.,Кыргизбаева Г.М., Солтабаева С.Т. Изучение проявлений горного давления на руднике Акжал ТОО – «Nova-цинк».-**М.: Маркшейдерия и недропользование, №6, 2017.**

2. Нұрпейісова М.Б., Қырғызбаева Г.М., Абен Х.Х., Сейтұлы К Құрама тәсілмен кен игерудегі геомеханикалық процестердің заңдылықтарын зерттеу // Горный журнал, 2018, №5. – С. 30-32.

3. Laubscher, D H, 1990. A Geomechanics Classification System for the Rating of Rock mass in Mine Design, J Sth Afr Inst Min Met: p. 257-273.

Л.К.Адильбекова, Г.М.Киргизбаева

Исследование геомеханических процессов при комбинированной системе разработки

Аннотация. Геотехнические исследования устойчивости горных выработок Акжальского месторождения и на его основе рекомендации по управлению горным давлением при добыче рудных тел и проведении вертикальных, горизонтальных горных выработок. Оценка состояния и устойчивости горного массива на месторождении посредством широкой методики оценки устойчивости массива, разработанной профессором Д.Лобширом.

Ключевые слова: месторождение, рудник, горные породы, вывалы, вывалообразование,горное давление, методы обеспечения устойчивости горных выработок.

L.Adilbekova, G. Kyrgizbayeva

Research of geomechanical processes at the combined system of development

Abstract. Geotechnical studies of the stability of mine workings akzhalsky field and on its basis recommendations for the management of rock pressure in the extraction of ore bodies and conducting vertical, horizontal mine workings. Assessment of status and sustainability of the mountain massif in the field through its wide methodology for assessing the sustainability of the array, developed by Professor D. Lobshir.

Key words: oilfield, mine, rocks, fall, valoapaticalkie,confining pressure, methods of maintenance of stability of mine workings.

УДК 528:001.12/.18

Г.А. Аймбетова
Научный руководитель - Н.Ю. Цычуева, и.о.доцента, кандидат географических наук
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г.Алматы
glzar@mail.ru

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

***Аннотация**. Эта статья представляет собой обзор исследований геодинамических процессов с использованием современных геодезических методов, таких как дистанционное зондирование Земли, радиолокационная интерферометрия и их сочетание с использованием технологии ГИС. Современные методы исследования геодинамических процессов очень разнообразны. Анализ данных методов могут помочь в создании более сложного подхода к анализу этих процессов. Обзор примеров и методик использованных разными авторами с разных стран дают общую картину современных методов, которые позволяют расширить возможности в мониторинге и профилактике катастрофических последствии как от эндогенных, так и экзогенных геодинамических процессов.*

***Ключевые слова:** геодинамические процессы, ГИС, дистанционное зондирование Земли, радиолокационная интерферометрия.*

Проведение высокоточного мониторинга современных движений в регионах возможного развития естественных и техногенных геодинамических проявлений, в основе лежат многочисленные опубликованные данные о применении технологии GPS в различных регионах [1-3]. Под современными движениями принято понимать все виды перемещений точек земной коры, отдельных ее блоков или элементов поверхности. В основном изучение современных движений производят различными методами наблюдений в поверхностном варианте, которые в конечном итоге сводятся к определению вектора скоростей в отдельных точках, либо его составляющих – проекций [4].

Современные методы исследования геодинамических процессов, в общих чертах, осуществляются в трех взаимосвязанных направлениях – GPS-наблюдение, математическое моделирование и построение карт районирования на основе данных ДЗЗ. Под наблюдениями имеется в виду сбор и анализ GPS-данных глобальных и локальных сетей, данных о структурном строений грунтов, плотностных данных и сейсмические наблюдения. Программными пакетами первичной обработки высокоточных GPS-наблюдений для задач мониторинга геодинамического состояния литосферы являются GAMIT и GLOBK.

Под математическим моделированием имеется в виду рассмотрение физической модели процесса и построение ее математического представления с помощью уравнений математической физики. Основой математической модели служат известные уравнения механики деформируемых твердых тел для описания геодинамического состояния земной коры [5].

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в исследованиях геодинамических процессов активно используются с 90-х гг. XX в. Технологические достижения в индустрии ДЗЗ двух последних десятилетий способствуют широкому внедрению космических и аэрофотоснимков в разнообразные научные и многочисленные прикладные области. Современное поколение сенсоров для космической съёмки с коммерческих спутников обеспечило новый уровень исследовательских возможностей, вызванный появлением,

прежде всего, снимков сверхвысокого пространственного разрешения (менее 1 м для черно-белых и 2,5 м для многоспектральных). Данные ДЗЗ применяются как для идентификации и картографирования оползней, так и для мониторинга и анализа динамики оползневых объектов и процессов. Для указанных целей привлекают съёмки в видимой, ближней инфракрасной, тепловой инфракрасной, радиоволновой и ультрафиолетовой зонах спектра. В последнее время исследования оползней средствами космической съёмки расширились за счет съёмок в радиодиапазоне, поскольку радарная интерферометрия позволяет обнаруживать деформации и смещения земной поверхности в доли см [6].

В настоящее время спутниковая интерферометрия является одним из очень динамично развивающихся направлений исследования Земли из космоса. Снимки спутниковых радаров с синтезированной апертурой (РСА или InSAR от англ.Interferometric Synthetic Aperture Radar) используются для построения цифровых моделей рельефа (ЦМР) и оценки малых смещений земной поверхности и техногенных объектов. Первые оценки смещений дневной поверхности были получены с использованием парных интерферограмм, которые строятся с использованием двух радарных снимков, полученных с локально параллельных орбит (так называемые методы Дифференциальной РСА_интерферометрии, или DInSAR). Парные интерферограммы показывают относительный фазовый сдвиг двух отраженных радарных сигналов, полученных при повторной съемке одного и того же объекта. Этот набег фазы обусловлен смещением отражающего объекта за время между съемками, но также связан с изменением атмосферных условий, растительного и снежного покрова. Вклад в набег фазы вносят также ошибки определения орбит и ЦМР. Это в значительной мере ограничивает возможности метода дифференциальной интерферометрии, хотя имеется большое количество работ по определению полей смещений в областях землетрясений, разработки месторождений нефти и газа, на ледниках, вулканах методами DInSAR [7-8].

В настоящее время разрабатываются различные методы решения этих проблем. Одним из направлений таких работ являются так называемые методы устойчивых отражателей (PS, от англ. Persistent Scatterer – устойчивый отражатель). Основная идея этих методов, называемых в англоязычной литературе PS_InSAR, состоит в одновременном анализе серии парных интерферограмм, на которых выделяются и в дальнейшем рассматриваются только пиксели, характеризующиеся некоторым “устойчивым по ведением” [9]. Существующие алгоритмы методов устойчивых отражателей отличаются, в частности, математическим определением “устойчивого поведения”. Например, в методах, предложенных в работах [10-13], первоначальный набор устойчивых отражателей составлялся из пикселей с высокой амплитудой отраженного сигнала. Во многих подходах используется предположение о характере зависимости смещений PS от времени (линейный, периодический и т.д.). Эти методы эффективно работают в городах и индустриальных районах с большим количеством объектов с высокой и устойчивой во времени амплитудой отраженного радарного сигнала. При этом количество устойчивых отражателей, идентифицируемых в областях, где отсутствуют здания и сооружения, невелико. Тем не менее, имеется целый ряд примеров успешного применения таких алгоритмов на природных объектах, в частности, на оползнях [14-17]. Для идентификации PS на природных объектах, имеющих существенно более низкую амплитуду отраженного сигнала, был предложен ряд методов, в частности основанных на предположении, что поле смещений природных объектов обладает некоторой коррелированностью по пространству и по времени. Это позволяет выделять деформационный сигнал на фоне высокочастотных помех по пространству (аппаратурные шумы) и по времени (влияние атмосферы, орбитальные ошибки). Среди таких подходов отметим метод, предложенный А. Хупером [18] и реализованный в программном пакете StaMPS (Stanford Method for Persistent Scatterers), и метод SqueeSAR [19].

При исследовании медленных и малых деформаций полезный сигнал на интерферограмме бывает трудно выделить на фоне различных помех: атмосферных эффектов, ошибок в определении орбит и ЦМР, аппаратурных шумов. Для выделения

слабых сигналов разрабатываются методы устойчивых отражателей, основанные на одновременном анализе серии парных интерферограмм, в которой выделяются элементы разрешения, характеризующиеся «устойчивым поведением» на протяжении всего периода съемки. Главное отличие имеющихся модификаций метода устойчивых отражателей (PS-InSAR) состоит в различном математическом определении понятия «устойчивый отражатель».

Идентификации устойчивых отражателей на природных объектах, которые сильно рассеивают радарный сигнал, значительно сложнее, чем на техногенных, хорошо отражающих объектах. Для мониторинга природных объектов разработан ряд технологий (SBAS, StaMPS/MTI, SqueeSAR). В частности, А. Хупер предложил метод, в котором проводится анализ устойчивости фазы отраженного сигнала во времени в предположении, что поле смещений обладает некоторой корреляцией по пространству [18]. Этот метод свободен от гипотез о характере зависимости скорости смещения во времени, что важно для природных, в том числе оползневых, процессов, смещения которых происходят неравномерно. В целом успех процедуры выделения устойчивых отражателей при отсутствии хорошо отражающих объектов зависит от множества факторов, влияние которых нельзя оценить априори (характер и состояние растительного покрова, атмосферные условия во время съемки, наличие и мощность снегового покрова и т.д.). Для идентификации PS в таких условиях необходим тщательный выбор параметров обработки. При явно недостаточном количестве природных отражающих объектов устанавливают уголковые отражатели [20].

Опыт показывает, что комплексирование различных методов РСА интерферометрии при обработке снимков различных диапазонов длин волн позволяет успешно изучать геодинамические процессы, в частности оползневые процессы и осуществлять мониторинг их активности даже в сложных для интерферометрии условиях. Успех мониторинга во многом определяется правильной постановкой задачи, выбором частотных диапазонов и периодов съемки, методов оценки полей смещений. Интерпретация результатов требует привлечения информации об изучаемом объекте и возможном характере его смещений. С помощью РСА интерферометрии было зафиксировано увеличение скорости движения оползня до его схода. Активизацию смещений можно зафиксировать и наземными методами, но для этого необходимо проводить регулярные наблюдения, что дорого и затруднительно, учитывая огромное количество оползней в нашей стране. Применение РСА интерферометрии может существенно сократить объем наземных работ.

Литературы:

1. Панжин А.А. Непрерывный мониторинг смещений и деформаций земной поверхности с применением комплексов спутниковой геодезии GPS //Геомеханика в горном деле - 2000: Материалы Международной конференции. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН. -2000. -С. 320-324.

2. Панжин А.А., Коновалова Ю.П. Исследование геодинамических процессов с применением GPS-технологий // Горный информ.-аналит. -Екатеринбург, 2003, Бюл. № 7. - С. 36-38.

3. Нусипов У. Геоинформационные технологии и комплексный анализ геолого-геофизических данных.- Алматы: Ғылым, 2001. – 306 с.

4. Рябинкин Л.А. Теория упругих волн. - М, Недра, 1987. – 182 с.

5. Корсунова Л.П., Хегай В.В. Анализ сейсмоионосферных возмущений на цепочке японских станций вертикального зондирования ионосферы // Геомагнетизмиаэрономия. - 2008. - Т48, N 3. - С. 407-415.

6. Arcrewiew 2001 №2 [17] Современные геоинформационные технологии. Свойства ДЗЗ. URL: http://loi.sscc.ru/gis/dataplus/arcrev/Number_17/3_Svoistva.htm

7. Михайлов В.О., Назарян А.Н., Смирнов В.Б., Диаман М., Шапиро Н., Киселева Е.А., Тихоцкий С.А., Поляков С.А., Смольянинова Е.И., Тимошкина Е.П. Совместная интерпретация данных дифференциальной спутниковой интерферометрии и GPS на примере Алтайского (Чуйского) землетрясения 27.09.2003 // Физика Земли. 2010. № 2. С. 3–16.

8. Михайлов В.О., Киселева Е.А., Дмитриев П.Н., Голубев В.И., Смольянинова Е.И., Тимошкина Е.П. Оценка полного вектора смещений земной поверхности и техногенных объектов по данным радарной спутниковой интерферометрии для областей разработки месторождений нефти и газа // Геофизические исследования. 2012. № 3. С. 5–17.

9. Ferretti A., Prati C., Rocca F. Permanent scatterers in SAR interferometry // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2001.V. 39. № 1. P. 8–20.

10. Adam N., Parizzi A., Eineder M., Crosetto M. Practical persistent scatterer processing validation in the course of the Terrafirma project // J. Appl. Geophys. 2009. V. 69. P. 5965.

11. Colesanti C., Ferretti A., Prati C., Rocca F. Monitoring landslides and tectonic motion with the Permanent Scatterers technique // Engineering Geology. 2003. V. 68. P. 1–14.

12. Crosetto M., Castillo M., Arbiol R. Urban subsidence monitoring using radar interferometry: algorithms and validation //Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 2003.№ 7. P. 775–783.

13. Ferretti A., Prati C., Rocca F. Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2000.V. 38. № 5. P. 2202–2212.

14.Colesanti C., Wasowski J. Investigating landslides with spaceborne Synthetic Aperture Radar (SAR) Interferometry // Engineering Geology. 2006. V. 88. P. 173–199.

15. Farina P., Casagli N., Ferretti A. Radar_interpretation of InSAR measurements for landslide investigations in civil protection practices / First North American Landslide Conference, 3–8 June, 2007. Vail, Colorado. 2007. P. 272–283.

16. Kimura H., Yamaguchi Y. Detection of landslide areas using satellite radar interferometry // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 2000. V. 66. № 3. P. 337–344.

17. Meisina C., Zucca F., Conconi F., Verri F., Fossati D., Ceri!ani M., Allievi J. Use of Permanent Scatterers technique for large_scale mass movement investigation // Quaternary International. 2007. V. 171–172. P. 90–107.

18. Hooper A., Zebker H., Segall P., Kampes B. A new method for measuring deformation on volcanoes and other natural terrains using InSAR persistent scatterers // Geophys. Res.Letters. 2004. V. 31. L23611. doi: 10.1029/2004GL021737

19. Ferretti A., Fumagalli A., Novali F., Prati C., Rocca F.,Rucci A. A new algorithm for processing interferometric data_stacks: SqueeSAR // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2011. № 9. С. 3460–3470.

20. Михайлов В.О., Киселева Е.А., Смольянинова Е.И., Дмитриев П.Н., Голубева Ю.А., Исаев Ю.С., Дорохин К.А.,Тимошкина Е.П., Хайретдинов С.А., Голубев В.И. Мониторинг оползневых роцессов на участке Северо-Кавказской железной дороги с использованием спутниковой радарной интерферометрии в различных диапазонах длин волн и уголкового отражателя // Геофизические исследования. 2013. № 4. С. 5–22.

Г.А. Аймбетова

Геодинамикалық үрдістерді зерттеудің заманауи геодезиялық әдістеріне шолу

Аңдатпа. Бұл мақала Жерді қашықтықтан зондтау, радиолокациялық интерферометрия және олардың ГАЖ технологиясы сияқты қазіргі заманғы геодезиялық әдістерді қолдану арқылы геодинамикалық үдерістерді зерттеулерге шолу болып табылады. Геодинамикалық үрдістерді зерттеудің заманауи әдістері әртүрлі. Осы әдістерді талдау осы үрдістерді зерттеуге неғұрлым күрделі әдістерді жасауға көмектесе алады. Әр түрлі елдерден түрлі авторлардың пайдаланған мысалдары мен әдістеріне шолу қазіргі заманғы әдістердің жалпы көрінісін береді, олар эндогендік және экзогенді геодинамикалық үдерістердің мониторингі мен олардан болатын апат зардаптарын алдын алу мүмкіндіктерін кеңейтуге қолданылады.

Түйін сөздер: геодинамикалық үрдістер, ГАЖ, Жерді қашықтықтан зондтау, радиолокациялық интерферометрия.

G.A. Aimbetova

Review of modern geodetic methods of studying geodynamic processes

Abstract. This article provides an overview of the study of geodynamic processes using modern geodetic methods, such as remote sensing of the Earth, radar interferometry and their combination using GIS technology. Modern methods of studying geodynamic processes are very diverse. Analysis of these methods can help to create a more complex approach to the analysis of these processes. The review of examples and methods used by different authors from different countries gives a general picture of modern methods that allow to expand opportunities in monitoring and prevention of catastrophic consequences of both endogenous and exogenous geodynamic processes.

Keywords: geodynamic processes, GIS, remote sensing of the Earth, radar interferometry.

ӘОЖ 622.8

Т.Айтқожаева, М.Б.Нұрпейісова

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қазақстан, Алматы қаласы,

tursun@mail.ru

АЛМАТЫ МЕТРОПОЛИТЕН АЙМАҒЫНДАҒЫ ҒИМАРАТТАРДЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН БАҚЫЛАУДА ЗАМАНАУИ АСПАПТАРДЫ ҚОЛДАНУ

Андатпа. *Мақалада метрополитен аймағындағы ғимараттардың деформацияларын бақылауда заманауи геодезиялық аспаптарды қолданудың әдістемесі қарастырылған.*

Түйін сөздер: *метрополитен, ғимараттар; деформацияу, мониторинг, заманауи аспаптар, мониторинг нәтижелерін өңдеу.*

Алматы қаласы – әлемнің ең қарқынды дамып жатқан мегаполистерінің бірі. Қала құрылысының бірегей жобалары қарқынды орындалып, дәйекті түрде ауқымды әлеуметтік бағдарламалар жүзеге асырылып жатыр.

Транспорттың жер асты түрлерін пайдалану тәжірибесі, қазіргі қалалық көлік түрлерінің ішіндегі ең үздігі метрополитен екені дәлелдеді. Алматы қаласында халық жоғары тығыздығына қарамастан қоғамдық транспорт желісі жеткіліксіз дамыған. Жолдарда ұзақ уақытқа созылған кептелістер жиі болып тұрады, әлбетте ол ауаның газбен бүлінуіне алып келеді. Бұл қала экологиясының нашарлауының бірден бір себебі. Сондықтан, Алматы қаласының метрополитені көптеген мәселелердің шешімі болып табылады. Оның желісін жобалау 1983 жылы басталды. Қазіргі уақытта метрополитеннің құрылысы бітіп, пайдалануға бір желісі жіберілген. Жақын уақытта тағы бірнеше желілерді іске қосу жобаланып отыр.

Алматы қаласы метрополитеннің бірінші кезегі Кіші Алматы, Есентай және Үлкен алматы өзендерінің өзен аралығының шығу конусының еңіс жазықтығы шекарасында орналасқан. Беттің солтүстікке ылдилығы 5º-7º, батысқа 2º-3º. Бірінші кезеңнің бағыты солтүстіктен оңтүстікке қарай Райымбек даңғылынан Фурманов көшесіне дейін және шығыстан батысқа қарай Абай даңғылынан Гагарин даңғылына дейін қабылданған (1-сурет).

Бұл желінің құрылыс ұзындығы 8,3 км, депоға дейінгі тармақсыз. 2011 жылғы мәліметтер бойынша станциялар саны – 7: Райымбек, Жібек Жолы, Алмалы, Абай, Байқоңыр, Әуезов ат. драмтеатр, Алатау. Метрополитен электр депосы Алматы II теміржол станциясының аймағындағы Райымбек станциясының төңірегінде орналасқан. 2, а-суретте Әуезов театры стансасының және Абай даңғылының бойында орналасқан ғимараттардың (2,ә-сурет) бейнесі көрсетілген. Осындай жағдайда жер бетінде орналасқан ғимараттар мен жер асты құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз етуде геодезистердің атқаратын жұмыстары да шаш етектен келеді.

Сурет 1 - Алматы қаласы метрополитенінің схемасы

Осыған байланысты, жер бетінің және онда орналасқан ғимараттардың деформациясын бақылау кезіндегі геодезиялық жұмыстар метро салуда кеңінен қолданылады. Метрополитенді апатсыз пайдалану үшін, соның аймағындағы жер беті деформациясының дамуының үздіксіз және жоғары дәлдікті геодезиялық бақылаулары қажет. Бақылау жұмыстары ғимараттардың ірге тастына қабырғалық (3-сурет) және жерасты құрылыстарының төбесіне арнайы реперлер орнатылып, оларды жүйелі түрде аспатық қадағалап отырудан тұрады. Жер беті деформациясын бақылау жұмыстарына жаңа әдістер мен амалдарды енгізу, өлшемдер нәтижелерін өңдеудің жаңа әдістемесімен бірге жүру керек. Тек мәселенің кешенді шешімі ғана барынша көп тиімділікке жетуге мүмкіндік береді және қазіргі талаптарға сай болады.

Сурет 2 - *а*-Әуезов театры стансасы; ә-Абай дағылындағы ғимараттар

Метрополитендегі жүргізілетін геодезиялық жұмыстар негізінен трасса бойында бағыт беру, жер бетіндегі нивелирлеу болып табылады. Осы аталған жұмысты бұрын жәй техникалық теодолитпен және нивелирмен жүргізген болса, осы күнгі дамыған заманның талабы бойынша, қазіргі заманғы аспапты пайдалану маңызды болып отыр.

Бүгінгі таңда геодезияда жер серіктік жүйе кеңінен қолданылуда. Соған байланысты, қазіргі кезде геодезия ғылымы мен өндірісі үлкен жетістіктерге жетуде. Ғылым мен техниканың дамуы көптеген дәлдігі мен өнімділігі жоғары тахеометр, GPS секілді геодезиялық өлшеу аспаптарының түр-түрін жасап өмірге енгізіп отыр.

Сурет 3 - Қабырғалық репер

GPS (Global Positioning System – ғаламдық позициялау жүйесі) – геодезиялық негіздерді құрудағы ең тиімді аспап болып табылады. GPS қабылдағыштарының ең басты ерекшеліктерінің бірі – ауа райының кез келген жағдайларында өлшеу жұмыстарын орындайды, қабылдағыштармен 10 шақты шақырым аралықта өлшеулер жүргізе беруге болады (4-сурет).

GPS қабылдағыштармен бірге болатын программалардың көмегімен, өлшеу нәтижелерін өңдеп, алынған геодезиялық жүйелерді теңестіруге болады. GPS көмегімен геодезиялық жұмысты жүргізуде еңбек өнімі жоғарылайды.

Нүкте координатасын анықтау кезінде басқа жалпы қолданылатын геодезиялық аспаптарға қарағанда GPS пен сантиметрлік дәлдік деңгейі алынады. GPS-пен геодезиялық жұмысты тәулік бойы істеуге болады, сонымен қатар нүктелер арасы көрінбеген жағдайда жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

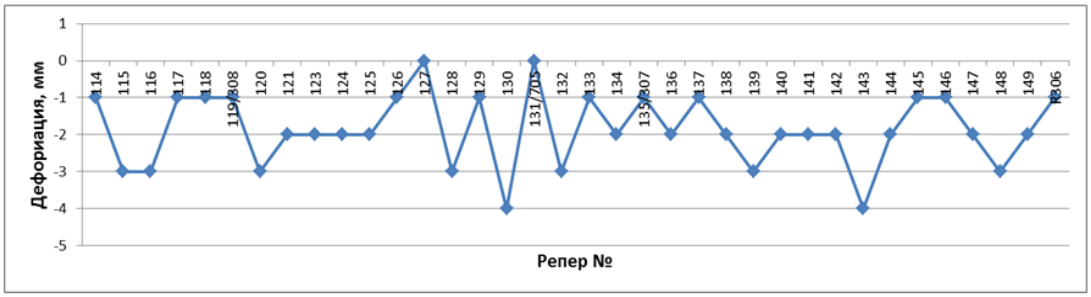
Қазіргі заманғы геодезиялық аспаптарды жоғарғы геодезия талатпрына сай және технологиялардың өнімді деп айтса болады. Оның құрамына соңғы жетілдірілген электроника, оптика, т.б. ғылымдардың жетістіктері кіреді.

Сурет 4 - *а*) Штативке орнатылған базалық станция: 1 – *анттена; 2 – трегер; 3 – радиомодем; 4 – контроллер; 5- қабылдағыш (GPS1230);* ә) қадаға орнатылған далалық ровер: *1-антенна; 2- контроллер*; *3- қабылдағыш; 4 – радиомодем; 5 – қада.*

Ал қазіргі қолданылып - отырған электронды тахеометриялық жүйелерге SPECTRA (Швеция – Германия), LEICA (Швейцария), NIKON, SOKKIA TOPCON (Жапония), PENTAX, TRIMBLE/ SPECTRA/ PRECISION (АҚШ), УОМЗ (Ресей) апсап жасаушы компаниялары жатады. Заманға сай геодезиялық аспаптарын жылдан жылға жаңартуда.

Солардың ішінде Trimble 3600 DR TCU, 5600 DR TCU және Trimble S6, Trimble M3 аспаптарының жаңа технологияларын айтуға болады.

Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы Алматы метрополитен аймағындағы жербеті және жерасты құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатында бақылау жұмыстарын заманауи аспаптады қолданып жүргізеді. Геодезиялық бақылаулар Leica фирмасының TS110, TS120 электронды тахеометрлері арқылы жүзеге асырылады. Жерсеріктік бақылау нәтижелері, GPS-қабылдағыштарының құрамына кіретін, Leicаның стандартты SKI бағдарламасы бойынша өңделеді. Нәтижесінде геодезиялдық тораптың барлық пункттерінің пландық координаталары және реперлердің биіктік белгілері анықталады (5-сурет).



Сурет 5 - «Ауезов театры» станциясы төңірегіндегі реперлер деформацияларының графигі(2009-2014 жж аралығында)

Сөйтіп, Алматы қаласында халық тығыздығы жоғары болғандықтан, қоғамдық көліктердің ішінде метрополитеннің орны ерекше, ол көп мәселелердің шешімін табады. Метро құрылысы жүріп жатқан кезде, жер бетінің және онда орналасқан құрылыстардың орнықтылығын мониторингтау геодезиялық жұмыстардың айырылмас бөлігі. Сондықтан, деформациялық мониторинг метрополитен құрылысында да барлық кезеңдеріндегі жауапты үрдіс болып табылады.

Әдебиеттер:

1. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Маркшейдерлік-геодезиялық аспаптар. Оқулық.-Астана: Фолиант, 2013.-192 б.

2. Нұрпейісова М.Б. Ғарыштық геодезия. Оқулық. –Алматы: АВ. 2012.-250б.

3. Орманбекова А., Мустафаұлы Р. Использование дистанционного зондирования земли для решения практических задач. «Проблемы освоения недр в XX веке глазами молодых //Материалы 10 Международной конф. молодых ученых.-М : ИПКОН РАН, 2013.-С.128-131.

4.Нұрпейісова М.Б., Мұстафаұлы Р. Алматы метрополитен аймағындағы ғимараттардың орнықтылығын бақылауда заманауи аспаптарды қолдану// "Сәтбаев оқулары» материалдары. –Алматы: ҚазҰТУ, 2014.-С.215-218.

Т.Айткожаева, М.Б.Нурпеисова

Использование современных приборов при наблюдений за устойчивостью зданий на территории метрополитена Алматы

Аннотация. В статье рассмотрено широкое использование современных геодезических приборов при наблюдений за деформациями зданий, расположенных в районе проходки метрополитена.

Ключевые слова: метрополитен, здании, деформациии, мониторинг,современные приборы, мониторинг обработка результатов.

T. Aytkozhaeva, M. B. Nurpeisova

Use of modern devices in the observations of the stability of buildings in the territory of metropoliten Almaty

Abstract. The article discusses the widespread use of modern geodesic instruments when observing deformations of buildings located in the area of the subway.

Key words: subway, building, deformations, monitoring, modern devices, monitoring results processing.

ӘОЖ 528.46:711.14

Н.С. Аталыкова, С.Т.Солтабаева
Қ.И. Сатбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық университеті
Алматы қ., Қазақстан Республикасы
nazym.atalykova@bk.ru

ЖЕРГЕ ОРНАЛАСТЫРУ САЛАСЫНДА ЗАМАНАУИ АСПАПТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ

Аңдатпа. *Мақалада жерге орналастыруда пайдаланылатын заманауи геодезиялық аспаптар (электронды теодолит, тахеометр, GPS - құрылғысы) туралы ақпараттар айтылған*

Түйін сөздер. *Жерге орналастыру, геодезиялық жұмыстар, электронды теодолит, тахеометр, GPS – құрылғысы, нәтижелерді өңдеу.*

Жерге орналастырудағы геодезиялық жұмыстардың маңыздылығы, ең алдымен, оның сызықтық өлшедері, нысаны, ауданы мен жағдайы туралы нақты ақпарат алу үшін қажет. Бұл деректер жер учаскесінің планын жасау кезінде пайдаланылады, оның үстіне, оның шекарасының орны анықталып көрсетіледі [1].

Сондай-ақ жергілікті жерлерді өлшеуде геодезиялық жұмыстардың нәтижесінде алынған мәліметтер жерге түсіру кезінде жасалған басқа да құжаттарға енгізіледі. Бұл жерді басқару істерін қалыптастыру үшін қажет. Егер осы сипаттамалар анықталмаса, жер кадастрлық тіркеуге жатпайды.

Жерге түсіру кезінде кадастрлық инженердің пайдаланған барлық құрылғылары жұмыс мақсатына байланысты екі негізгі топқа бөлінеді:

1. GPS – құрылғысы
2. оптикалық немесе лазерлік аспаптар

GPS – құрылғысы дегеніміз - жердің төрт жасанды серігіне дейінгі арақашықтықтарды бір мезгілде өлшеу арқылы жердегі пунктердің координаталары мен биіктіктерін анықтау жүйесі. Арақашықтықтарды өлшеу сол жердің жасанды серіктерінен электронды қабылдағыштар арқылы алынған радиосигналдар арқылы жүзеге асырылады. Осындай бір құрылғының өзі бірнеше өлшеуіш аспаптарды ауыстыра алады [2].

GPS – құрылғысы арқылы(1-сурет):

- жергілікті жердегі кез келген нүктенің координаталарын жоғары дәлдікпен анықтауға;
- арақашықтықты өлшеуге;
- жергілікті жердің планын немесе картасын жасауға мүмкіндігі бар

Оптикалық және де лазерлік аспаптар арақашықтықты, бұрышты, биіктік өсімшесін анықтай алады. Қазіргі заманауи оптикалық пен лазерлі құрылғылардың көпшілігі өзінің жоғары дәлдігімен және де ауа райын талғамайтынымен ерекшеленеді.

Көру аумағы шексіз болмасада, практика мақсатта бұл құрылғының мүмкіндігі жетерлікті.

Сурет 1 - GPS – құрылғысы арқылы бөлу жұмыстарын орындау

Жерге орналастыру жүргізу барысында жиі қолданылатын оптикалық және лазерлік құрылғылар туралы егжей-тегжейлі қарастырайық.

Электронды теодолитті арақашықтық пен бұрышты өлшегенде қолданамыз. Оның құрамы теодолитпен микропроцессорлы қашықтықтық өлшеуішпен өлшеу нәтижелерін сақтау өңдеу функцияларымен қамтылған.

Электронды тахеометрде теодолиттің, дальномердің, компютердің функциялары біріктірілген. Тахеометр тек қана өлшеу жұмыстарын орындап қоймай, алынған мәліметтерді цифрлы түрде есте сақтайды. Аспаптың құрылысы сыртқы жағымсыз факторлардан (судың, шаңның тусуінен) сенімді қорғай алады (2-сурет).

Лазерлі қашықтық өлшеуіштер қысқа арақашықтықты өлшеуде қолданғанға ыңғайлы аспап. Нақты мәліметтерді алу барысында өлшеуіш лентаның орналасуын тексеріп, салбырауы мен босансуын тексеру қажет.

Бөлу жұмыстары сатысында жоғарыда аталған сызықтық өлшемдер, ауданын есептеу жұмыстарының орындалу мүмкіндігіне бағытталған. Кадастрлық инженер жерді иеленумен байланысты барлық құжаттарды жинап өңдеп, кадастрлық көшірмемен танысуға міндеттті. Жылжымайтын объектінің бөлу жұмыстары бұған дейін орындалса, онда кейінгі бөлу жұмыстарында болатын қателіктерді анықтау керек. Сонымен қатар бөлу жұмыстарында орналасқан тірек пунктерінің координаталарын нақтылау керек.

Сурет 2 - Электронды тахеометр арқылы бөлу жұмыстарын орындау.

Құжаттарды зерттеу қорытындысынан шекараның алдын ала жоспары құрылады. Онда бұрылыс нүктелерінің орны көрсетіледі. Осы әрекеттерден кейін инженер геодезистерге арналған техникалық тапсырманы жасайды. Дайындық іс-шараларын өткізу кезінде кадастрлық инженер бөлу жұмыстарынның қорытындысына қызығушылық тудырған адамдар тізімін дұрыс анықтағанына көз жеткізуі қажет. Бұл қатарға ең алдымен көршілес жерлердің иесі жатады. Жеке немесе заңды тұлға бөлу жұмыстарынының орындалуына 7 күн қалғанда білуге құқылы. Жерге орналастырудың объектісінде шекараны белгілеу жеке немесе заңды тұлғалардың келісімі арқылы аралық белгілермен (межевой знак) бекітіледі. Учаскенің шекараларын кадастрлық инженер келісілгеннен кейін жер телімнің шекарасын белгілейді, содан кейін бұл жұмыстар актіленеді [4].

Межелік белгілердің координаттарын анықтау кезінде, өлшеудің рұқсат етілген дәлдігімен жергілікті координаталар жүйесінде есептеу жүргізіледі.

Осы жұмыстар қолданылатын әдістерді пайдалана отырып жүргізілуі мүмкін. Олар:

- жерсеріктік түсіру әдістері
- лазерлік сәуле көмегімен сканерлік түсіріс жұмыстарын жүргізу
- триангуляция мен полигонометриялық тірек жүйесі

Өлшеу жұмыстары теодолиттің, тахеометрдің, GPS – құрылғысының көмегімен жүзеге асады. Бұрылыс нүктелерін ескере отырып алынған мәліметтердің негізінде ауданды есептеу жүргізіледі. Егер жерлер геометриялық формасы дұрыс болмаса, оның аумағы шартты түрде бірнеше бөлікке бөлініп, жеке-жеке ауданы анықталады, кейін барлық аудандар қосылып ортақ ауданы есептеледі. Бөлу жұмыстарының планын жасар алдында жер тілімінің орналасқан шекарасының кадастрлық планынан немесе кадастрлық көшірмеден алынған мәліметтер қолданылады. Бөлу жұмыстары графикалық және мәтіндік болып екі бөлікке бөлінеді.

Осы жұмыстарда жер телімінің шекарасы, ортақ қолданылатын жер телімінен өтетін жер болуы тиіс.

Жоғарыда айтылып кеткен бөлу жұмыстарының планы графикалық бөлікке жатады. Мәтіндік бөлім кадастрға енгізуге жататын ақпаратты, геодезиялық деректер туралы мәліметтерді, сондай-ақ шекараларды келісу деректерін қамтиды. Геодезиялық жұмыстарды орындау кезінде рәсімделген барлық құжаттар жерге орналастыру ісінің құрамына енгізіледі. Егер құжат тек бір нақты жағдай үшін қажет болса, міндетті санға жатпаса, ол әлі де сол істің бір бөлігіне айналады. Жерге орналастыру ісі Барлық жүргізілген жұмыстар мен оларды орындау мерзімдері туралы құжаттама қамтылған егжей-тегжейлі есеп болып табылады. Жерге орналастыру ісі барлық жүргізілген жұмыстар мен оларды орындау мерзімдері туралы құжаттама қамтылған егжей-тегжейлі есеп болып табылады (3-сурет).

Бөлу жұмыстары сатысында жоғарыда аталған сызықтық өлшемдер, ауданын есептеу жұмыстарының орындалу мүмкіндігіне бағытталған. Кадастрлық инжинер жерді иеленумен байланысты барлық құжаттар жинап өңдеп, кадастрлық көшірмемен танысуға міндетті. Жылжымайтын объектінің бөлу жұмыстары бұған дейін орындалса, онда кейінгі бөлу жұмыстарында орналасқан тірек пунктерінің координаталарын нақтылау керек. Камералдық жұмыстарды жергілікті жерде барлық өлшеу аяқталған кезде бөлу жұмыстарының қорытынды кезеңінде кадастрлық инженер орындайды.

Осы кезеңде алынған деректерді түпкілікті өңдеу жүргізіледі, жерге орналастыру ісі қалыптастырылады және қорытынды құжаттаманы рәсімдеу жүзеге асырылады. Жергілікті жерде алдыңғы кезеңде орындалатын барлық әрекеттер далалық жұмыстарға, ал деректерді одан әрі өңдеу және олардың нәтижелері негізінде құжаттарды жасау камералдық жұмыстарға жатады. Сондай-ақ, осы кезеңде шекараларды келісу актісі оған қол қою үшін муниципалитеттің әкімшілігіне ұсынылуы тиіс. Барлық қажетті жұмыстар аяқталғаннан кейін жер учаскесін бөлуге тапсырыс берген азамат - түпкілікті құжат ретінде межелік жоспарды қолына алады. Оның рәсімделуі бөлу жұмыстарының толық аяқталғанын, ал жер иелену шекаралары анықталғанын және келісілгенін білдіреді.

Сурет 3 - Жер телімінің шекарасын анықтау

Геодезиялық жұмыстар дәлдігі жоғары өлшеу құралдарын қолдана отырып жүргізіледі, бұл жер учаскесінің координаттары, шекаралары және ауданы туралы барынша нақты мәліметтерді алуға мүмкіндік береді. Геодезиялық жұмыстарға қойылатын талаптарға қатаң сәйкес жүргізілген дұрыс орындалған өлшеулер учаске бойынша көршілермен даулы жағдайлардың ықтималдығы ең аз болатынының кепілі болып табылады. Кадастрлық инженер ең алдымен жер учаскесіне қатысы бар барлық құжаттарды жинап, оларға енгізілген ақпаратты зерделеуге тиіс. Сондай-ақ геодезиялық жұмыстарды жүргізу туралы құқықтары қозғалуы мүмкін барлық тұлғаларды хабардар ету қажет. Содан кейін өлшеу жергілікті жерде орындалады. Мүдделі тұлғалармен келісілгеннен кейін межелік белгілерді пайдалана отырып, жер телімнің шекаралары белгіленеді. Барлық іс-әрекеттер құжатталады, ал оларға тиісті қағаздар жерге орналастыру ісіне енгізілуге жатады. Бәрі дайын болғанда, жердің иесі өзекті межелік жоспарды алады.

Әдебиеттер:

1. https://stroim-domik.org/podgotovka/zemelnyj-uchastok/mezhevanie/geodezicheskie-raboty
2. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б., Сарыбаев О.А., Киргизбаева Д.М., Геодезия. Оқулық. – Астана: Фолиант, 2016. – 240 бет.
3. https://geosystems.ru/upload/library/Leica%20Nova%20TS60%20DS%20LR_ru.pdf
4. Қырғызбаева Г.М. Жоғарғы геодезия. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2014. – 151 бет.

Н.С. Аталыкова, С.Т.Солтабаева

Современные приборы в области землеустроиство

Аннотациян. В статье представлена информация о современных геодезических приборах (электронный теодолит, тахометр, GPS), используемых в землеустройстве.

Ключевые слова. Землеустроиство, геодезические работы, электронный теодолит, тахометр, GPS-устройство, обработка результатов.

N.Atalykova, S.Soltabaeva

Modern devices in the field of farming

Abstract. The article provides information on modern geodetic instruments (electronic theodolite, tachometer, GPS) used in land management.

Keywords. Land management, geodetic works, electronic theodolite, tachometer, GPS device, processing of results.

УДК 528.3

К.К.Аугамбаев, Р.А.Сейткасымов
Научный руководитель – Г.К. Джангулова, к.т.н., доцент.
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы.
augambaevkayrat2710@gmail.com

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ НЕСПЛОШНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. *В данной статье проводится обзор применения методик несплошных наблюдений при градостроительстве. Рассматривается построение геодезических сетей несплошных наблюдений, в условиях городских застроек и на территориях подлежащих будущему строительству, применение их в ряде работ геодезических изысканий. Получение топографо-геодезических материалов и данных о ситуации и рельефе местности, необходимых для комплексной оценки природных и техногенных условий территории строительства и обоснования проектирования, строительства, эксплуатации объектов в густонаселенных пунктах. Инженерно-геодезические изыскания должны обеспечивать получение топографо-геодезических материалов и данных, инженерно-топографических планов и сведений, необходимых для подготовки и обоснования документов территориального планирования, планировки территорий и подготовки проектной документации для составления Генплана.*

Ключевые слова: *градостроительство, несплошные наблюдения, сети, рабочая зона, технологическая схема, геодезические работы.*

При съемке застроенных территорий требуется большая густота пунктов съемочного обоснования, для прокладки городской полигонометрии. Эти сети создаются по схемам, имеющим геометрический контроль

Дифференциальные методы GPS – измерений подразумевают одновременное использование минимум двух приемников, один из которых играет роль опорного, базового пункта (референц–станция), другой (ровер)– перемещается по определяемым точкам, получая корректирующие поправки от базового пункта (рисунок 1).

Сеть базовых станций RTK (рисунок 2, взят с официального сайта АО «Национальная компания «Қазақстан Ғарыш Сапары») представляет собой некоторое количество постоянно действующих GPS или GNSS приемников, которые объединяют накопленные спутниковые данные и формируют RTK поправки для роверов.

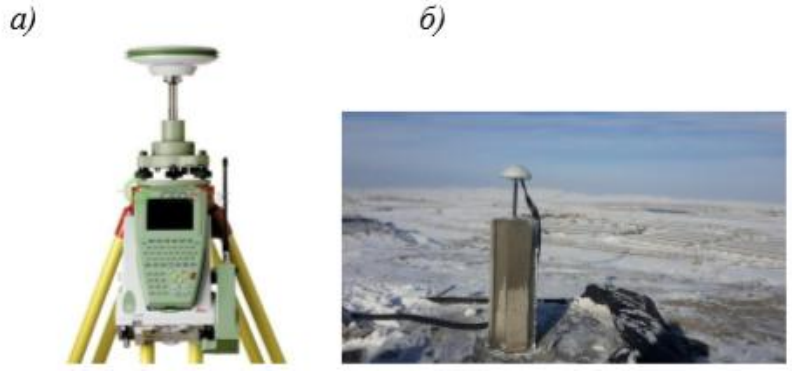


Рисунок 1 - Базовые станции: а) - переносная базовая станция; б) - постоянно действующая одиночная базовая станция.

Базовые станций используются при выполнении геодезических работ при локальной (временной) базовой станции, постоянной одиночной базовой станции и сети постоянных базовых станций (рисунок 1). Одиночная базовая станция представляет собой переносной (рисунок 1, а), либо постоянно действующий (рисунок 1, б) GPS или GNSS приемник, формирующий и передающий RTK поправки для роверов [2]. Все эти данные используются при построении сплошных и несплошных геодезических наблюдениях.

Рисунок 2 - Сеть базовых станций АО «Национальная компания «Қазақстан Ғарыш Сапары»

Опорными геодезическими сетями несплошных наблюдений называются сети, в ряде которых не выполняется установка прибора и наблюдение, а координаты данных пунктов определяются и принимают участие в передаче координат по всей сети в результате общей обработки.

Характерной особенностью сети несплошных наблюдений есть строгое уравновешивание координат всех пунктов, которые подлежат общему уравниванию. При этом отсутствует деление на основные и вспомогательные пункты.

В сетях несплошных наблюдений пункты не засекаются. В ряде пунктов просто не проводятся наблюдения с целью повышения производительности труда и сокращения объемов полевых работ. Так как в целом, как правило, все пункты в сетях несплошных наблюдений доступные (например, в линейно-угловых сетях во всех пунктах, в которых не измеряют углов, устанавливают отражатели), тем не менее, засечками метод несплошных наблюдений назвать нельзя. Это самостоятельный метод, самостоятельное направление. А если в угловых сетях несплошных наблюдений и могут определяться координаты доступных пунктов через недоступные и недоступные пункты через доступные, например, в разработанном автором методе парных засечек, то это лишь частный случай, который содержит в себе общий принцип несплошных наблюдений.

Разработка методики проектирования и уравнивания геодезических сетей несплошных наблюдений.

Особенностью геодезических сетей несплошных наблюдений есть отсутствие наблюдений на целом ряде пунктов в отличие от традиционных сетей, где, как правило, наблюдения выполняются на всех пунктах. Используя материалы наблюдений на минимально возможном числе пунктов, необходимых для расчета координат, контроля измерений и выполнения процедуры уравнивания, как показали исследования, рационально применять параметрический способ уравнивания[1-4].

При этом традиционным способом составляется система линейных уравнений поправок где рассчитывают корреляционную матрицу дирекционных углов

$$K_{\alpha_1} = \mu_1^2 Q_{\alpha_1} , \quad (1)$$

диагональными элементами, которой будут дисперсии уравненных дирекционных углов.
Потом находят обратные веса уравненных сторон

$$Q_{S_1} = D_1^T Q_1 D_1 \ , \tag{2}$$

где D_1 - матрица коэффициентов весовых функций оцениваемых сторон.
Определяется корреляционная матрица уравненных сторон

$$K_{S_1} = \mu_1^2 Q_{S_1} \ , \tag{3}$$

диагональными элементами, которой будут дисперсии соответствующих сторон.
Дале получают корреляционную матрицу уравненных координат и их дисперсии.

$$K_{X_1} = \mu_1^2 Q_1 \ , \tag{4}$$

В случае удовлетворительных результатов, на этом заканчивается этап построения и уравнивания геодезических опорных сетей.

При неудовлетворительных результатах (ведь сеть обрабатывалась при минимуме наблюдений, необходимых для расчета координат, контроля и уравнивания), делают дополнительные наблюдения на некоторых пунктах, точность определения которых неудовлетворительная, или сопредельных к ним.

В данном случае формируется новая матрица коэффициентов уравнений поправок А2 путем включения дополнительных строк к уже существующей матрице, число столбцов остается без перемен, так как общее количество пунктов остается без перемен, а все лишь проведенные наблюдения на тех или других пунктах сопредельных к ним, что определенные с недостаточной точностью.

На ЭВМ по специальной программе, открывается файл данных коэффициентов уравнений поправок первичной сети, и дополнительно вносятся коэффициенты уравнений поправок дополнительных наблюдений. Аналогичные дополнения вносятся в файл данных свободных членов уравнений поправок и весовых коэффициентов [1-4] .

Таким образом, получают новую систему линейных уравнений поправок

$$\underset{n+t\times k}{A_2} \times \underset{k\times 1}{X_2} + L_2 = 0 \tag{5}$$

В дальнейшем делают решение системы (16) по специально разработанному алгоритму.
При необходимости делают дополнительные наблюдения и решают систему.

$$A_3 X_3 + L_3 = 0 \tag{6}$$

В случае повторных наблюдений на каком-нибудь пункте, например, при необходимости повысить точность наблюдений, необходимые изменения вносятся на соответствующие места строчки и столбца соответствующего файла данных.

За данным алгоритмом выполняют, таким образом, и априорную оценку точности на стадии проектирования геодезических сетей несплошных наблюдений [3-6].

При этом координаты пунктов (в метрах) определяют по схеме проектируемой сети на карте крупного масштаба, за которыми высчитывают коэффициенты уравнений поправок весовых функций.

Задаваясь величиной погрешности единицы веса для данного разряда или класса триангуляции, можно генерировать погрешности измерений по разработанной автором программе, и определить свободные члены, рассчитать точность элементов сети.

Так свободные члены в уравнениях поправок не нужно знать для расчета обратных весов весовых функций, генерировать погрешности измерений не обязательно.

При исследовании сети изменяют веса и свободные члены, выполняют уравновешивание и выполняют оценку точности уравненных элементов.

Литературы:

1 Николаев А.Ю., Гущин В.Ф. Технология безопасного интенсивного производства горных работ в глубоких карьерах // Горный журнал Казахстана, 2016. - № 10. – С. 23-35.;

2. Генике А.А. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии / А.А. Генике, Г.Г. Побединский. – М.: Картгеоцентр, Геоиздат, 1999 – 352 с.;

3. Литнарович Р.Н., Геодезические сети несплошных наблюдений//статья, 2003, с 22-40.;

4. Пеллинен, Л. П. Высшая геодезия (Теоретическая геодезия) Текст. / Л. П. Пеллинен. - М. : Недра, 1978.-264 с.;

5. Авакиян В.В. Қолданбалы геодезия I бөлім: оқу құралы / Авакиян В.В., Х.М. Касымханова, Г.К. Джангулова. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 132б.;

6. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений: / сост.: Х.М. Касымканова, Л.С. Шамганова, Г.К. Джангулова. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 165б.;

К.К.Аугамбаев, Р.А.Сейткасымов

Қала құрылысы кезінде геодезиялық біртұтас емес бақылау әдістемесінің қолданылуына шолу.

Аңдатпа.. Бұл мақалада қала құрылысын тұрғызу кезінде біртұтас емес бақылау әдістемелерін қолдануға шолу жүргізілді. Қала құрылысы жағдайында және болашақ құрылыс аумақтарындада, тегіс емес бақылаулардың геодезиялық желілерін құру, оларды геодезиялық ізденістердің бірқатар жұмыстарында қолдану қарастырылды. Құрылыс аумағының табиғи және техногендік жағдайларын кешенді бақылау үшін қажетті топографиялық-геодезиялық материалдарды және жергілікті жердің жағдайы мен рельефі туралы деректерді алу және халық тығыз қоныстанған пункттерде объектілерді жобалау, пайдалану негіздемесі сипатталды. Инженерлік-геодезиялық ізденістер топографиялық-геодезиялық материалдар мен деректерді, инженерлік-топографиялық жобалар мен мәліметтерді аумақтық жоспарлау, аумақтарды жоспарлау құжаттарын дайындау, негіздеу және қалалық Бас жоспарды жасау үшін қажетті мәліметтерді алуды қамтамасыз етуі тиіс екені қарастырылды.

Түйін сөздер: қала құрылысы, біртұтас емес бақылау, геодезиялық торлар, жұмыс аймағы, технологиялық сызба, геодезиялық дайындық жұмыстары.

K.K. Augambayev, R.A.Seitlasymov

Review of the application of the method of non-continuous geodetic observations in urban planning.

Abstract. This article provides an overview of the application of methods of non-continuous observations in urban planning. Construction of geodetic networks of not continuous supervision, in the conditions of city buildings and in territories which are subject to future construction, their application in a number of works of geodetic researches is considered. Obtaining topographic and geodetic materials and data on the situation and terrain needed for a comprehensive assessment of the natural and man-made conditions of the construction site and justification of design, construction, operation of facilities in densely populated areas. Engineering and geodetic surveys should provide topographic and geodetic materials and data, engineering and topographic plans and information necessary for the preparation and justification of documents of territorial planning, planning of territories and preparation of project documentation for the preparation of the master Plan.

Key words: town-planning, non-continuous observations, networks, working area, technological scheme, geodetic works.

ӘОЖ 528

А.Ахметжан, Ш.А.Жантуева
Қ.И.Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетті,
Қазақстан , Алматы қаласы
a.akerke_97@mail.ru

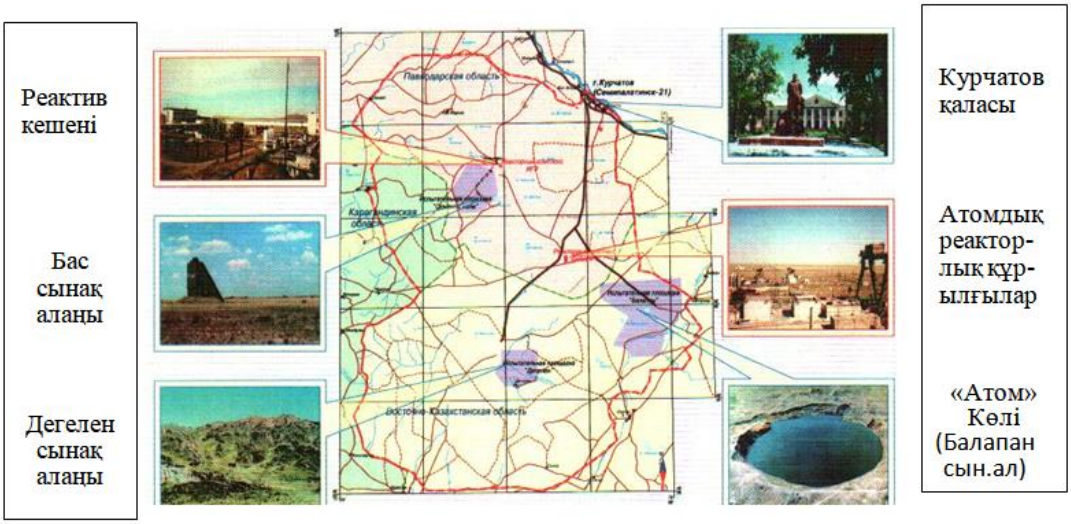
СЕМЕЙ –ЯДРОЛЫҚ ПОЛИГОНЫ ТЕРРИТОРИЯСЫН МОНИТОРИНГТАУ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КАРТАЛАРЫН ЖАСАУ

Андатпа. *Семей сынақ полигоның Қазақстан Республикасы үшін қауіпті аймақ болып саналады. Осы Семей сынақ полигонын мониторингінің нәтижелерін мақалада қарастырылады.*

Түйін сөздер: *мониторинг,экологиялық зардап, радиоактивті заттар, полигон, ядролық сынақ, ғарыштық суреттер.*

Негізгі мазмұны. Семей ядролық полигоны, Семей сынақ алаңы – КСРО Қорғаныс министрлігі мен Атом өнеркәсібі министрлігінің бұйрығымен құрылған, ядролық жарылыстар жүргізілген сынақ аймағы. Полигон бұрынғы Семей облысы, Абыралы ауданы, сонымен қатар Павлодар және Қарағанды облыстарының біраз жерін қамтыды. Сынақ аймағында 1949–1989 жылдар аралығында 470-тей қуаты әр түрлі ядролық жарылыстар жасалды. Әуеде – 90, жер үстінде – 26, жер астында – 26 ядролық жарылыстар жүргізілді**.**

20 жыл бұрын Қазақстанда Семей ядролық сынақ полигонында сынақ жүргізу тоқтатылды. Ядролық сынақ сұмдығын жақсы білетін Қазақстан халқы үшін полигонның жабылуы туралы мәселелер өте маңызды. Әрине, 50 жыл ішінде Семей полигонында 500-ден астам жерасты және жер бетінде әртүрлі жарылыстар болып, жарылған заттардың қуаты Чернобыль апаты кезіндегі жарылғыш заттардың қуатынан бірнеше мың есе асып кеткен. Осы жарылыстардың 27-сі атмосферада, 113-і жер бетінде, ал қалғаны жерастында жүргізілген. СИЯП елесімен танысар болсақ, ол мынау: Курчатов – Тәжірибе алаңы – «Атом» көлі – Ластанған дала - Қираған қала – Ауру бала (1-сурет).



Сурет 1 - Семей ядролық сынақ полигоны

1965 жылы СЯП-та қуаттылығы 140 килотонна жарылыс жасалды. Осының салдарынан тереңдігі 100 метрден асатын, диаметрі 400 метрлік «Атом көлі» пайда болды. Соңғы сынақтардан бері 20 жылдан астам уақыт өткеніне қарамастан, Семей ядролық полигонының белдемі күні бүгінге дейін экологиялық кауіпті аудан болып есептеледі. Өйткені онда ұзақ

сақталатын радиоактивті заттар жинақталған. Полигон аймағында күні бүгінге дейін топырақ және өсімдіктер ластанған, 1,7 млн адам мекендейтін 304 мың км^2 жер (Семей, Павлодар, Қарағанды облыс аумақтары) шөлейттенген, адамдар денсаулығына орасан зиянын келген.

Сол уақыттан бастап-ақ, ғалымдар бұрынғы Одақ пен Республикамыздың жағдайының ақынуы мүмкіндігін ескертті, жер жүзінде ядролық сынақтарға қарсы «Семей – Невада» халықаралық қоғамдық қозғалысы ядролық қаруды сынаушыларды тоқтату туралы талптар көтерді.

Дүние жүзінде тұңғыш рет 1991 жылы 29 тамызда Елбасы Н.Ә.Назарбаевтың бұйрығымен Қазақстан жерінде атом қаруын сынау біржола тоқтатылды. Бұл оқиғаны дүние жүзінің қауымдастығы қуана қарсы алды. Содан бері 20 жыл өтті десекте, Семей полигонының жері әлі де байырғы табиғи қалпына келген жоқ. Экологтардың 2011 жылғы мәліметтеріне жүгінсек, полигон құрамына жататын жердің 95 пайызы ауыл шаруашылығына беру туралы жобаға (ҚР ҰЯО даярлаған) қарсы екендіктерін мәлімдейді. Себебі, жоба даярлаушылар радиоактивті нуклидтер (цезий, стронций, тритий және плутоний) мөлшері азайды деген пікірде. Солардың ішіндегі ең қауіптісі және ұзақ жылдар бойы сақталатыны – «плутоний» элементі екендігі баршаға мәлім. Мәселен, «плутоний-240», толық ыдырап кетуі үшін 6500 жыл қажет.

Қазір Қазақстанда кешенді және мамандандырылған полигондар жүйесі құрылып, онда аймақтық ерекшеліктерін ескере отырып экологиялық мониторингтаумен Республиканың барлық аумағы қамтылуда. Бірінші кезекте Арал, Каспий, Балқаш маңы, СЯП сияқты және басқа да экологиялық апат аудандарында жұмыс жүргізілуі қажет. Ендігі кезек Семей ядролық аумағы жайлы болмақ.

Мұнда 40 жылдан астам уақыт 500-ден астам жерасты және жер бетінде әртүрлі жарылыстар болғаны мәлім. Ол жерде кәзір «Сынақ алаңы», «Балапан» және «Дегелен» сынақ-тәжірибе алаңдары, «Атом» көлі сияқты ескерткіштер бар. Семей сынақ полигонының табиғатқа, тіршілікке әсері төмендеуі үшін әлі кемінде үш ғасырдай уақыт керектігін ғалымдар дәлелдеп отыр.

Бүгінде ҒЗИ NOAA (АҚШ) және Ресурс-О1 (РФ) жасанды серіктердің деректерін пайдалана отыра Семей полигоны территориясын ғарыштық мониторингтау мен жылдам карталар жасауды қамтамасыз ететін заманауи аппараттары және бағдарламалары баршылық. 1998 жылдан бері ҒЗИ «Изотоп» бірлестігімен, ҚР Ұлттық ядерлік Орталығының геофизикалық зерттеулер институтымен және халықаралық қолданбалы жүелі талдау институттарымен (IIASA) бірге Семей ядролық полигонының ГАЖ-ын жасауға қатысты.

Семей ядролық полигоны аймағында экологиялық зерттеулерді Қазақстан Үкіметі АҚШ және Ресей үкіметтерімен бірігіп жүргізеді. Ол зерттеулер Қазақстан полигондары территориясын ғарыштық мониторингтаудың бірыңғай ақпараттық жүйесін құрып, зерттеу жұмыстарынан адамзат тіршілігіне қажетті практикалық мәселелерді шешуге негізделген.

Аталмыш ГАЖ бұрынғы деректерді сақтай отыра, оған еркін кіру мен модельдеуді қамтамсыз етеді және де зерттелетін аумақтың географиялық мәліметтері мен ғарыштық суреттерін бір-бірімен қабыстырады. Оған мынлар кіреді:

– географиялық және ақпараттық деректер базасы (тақырыптық және векторлық карталар: геологиялық, радиологиялық және т.б);
– қашықтан зондтылау жүйесі;
– векторлау және моделдеу жүйелері;
– дайын өнімдер (әр түрлі топографиялық карталар)

Қазақстанның «Ғарыштық зерттеу институты» 1996 жылдан бастап қашықтан зондтылаудың деректері негізінде еліміздің территориясын карталау мақсатымен американдық NOAA сериялы жасанды серіктерден тұрақты түрде мониторинг жүргізіп келеді. Сол мониторингтаудан Семей ядролық полигонының температуралық режимінің нәтижесі экологиялық тұрғыдан қызығушылық тудырады. Қыста қар жамылғысының, ал жазда - өсімдіктер жағдайы мен топырақ температурасының қалыптасу карталары жасалынады.

Наурыз айында сол учаскелердің ауданы өзгере қойған жоқ. Әрі қарай, ауаның температурасы мен жер бетінің жылуы 25°С –дан жоғарылағанда, ерекшеленген жер учаскелері жалпы фонмен бірігіп кетеді. Күз айларында ондай аномалиялар байқалмаған.

1998 жылдың ақанынан басталған құрғақшылықтың Павлодар, Ақмола және Солтүстік Қазақстан облыстарының түйіскен жерлерідегі ошағы Семей полигоны аумағының температурылық жағдайын мүлдем өзертіп жіберді және наурыз айында, ол құрғақшылық, СЯП тепрриториясы кіретін Қазақстанның солтүстік-батысаумағын толығымен қамтыды.

СЯП аумағының температуралық жағдайын мониторингтау 1999 жылы жалғасты және оның нәтижелері полигон территориясында тұрақты температуралық ауытқулық бар екендігін қайтадан дәлелдеді.

Сөйтіп, жоғарыда көрсетілген фактыларға сүйене отыра семей ядролық полигоны аумағында жоғары термальды өршу зонасының бар деп тұжырымдауға әбден болады. Қардың ерте еріп кетуі және жер беті температурасының жоғарылығы – ол көптеген ядролық жарылыстардан туындаған терең термальды процестердің әсері. Оған да себеп бар. Полигон территориясы арқылы бірнеше терең қабаттық жарылымдар өтеді. Ядролық көпжылғы жерасты жарылыстары геологиялық ортадағы орныққан тәртіпті мүлдем басқаша өзгертіп жіберетіні белгілі.

Осы анықталған температуралық ауытқуды одан әрі зерттеуде Қазақстан ҒЗИ американдық TERRA ЖЖС –нің MODIS деректерін пайдаланды. 2000 және 2001 жылдардағы ғарыштық суреттерден жер бетінің жалаңаштанған учаскелерін анық көруге болады.

Бүгінде «Қазғарыш» ҰҒА-нің Ғарыштық зерттеу институтында күшті агрометереологиялық цифрлы деректер және Қазақстан территориясының 1985-1998 жылдар аралығындағы алынған ғарыштық суреттер базасы бар. Міне осындай бай ақпараттық деректердің Семей ядролық сынақ полигонындағы температуралық ауытқуларды талдауда және шығу себептеріне баға беруде қолданылатынына күмән жоқ.

50 жыл ішінде Семей полигонында 500-ден астам жерасты және жер бетінде әртүрлі жарылыстар болып, жарылған заттардың қуаты Чернобыль апаты кезіндегі жарылғыш заттардың қуатынан бірнеше мың есе асып кеткен. ССП елесімен танысар болсақ, ол мынау: Курчатов – Тәжірибе алаңы – «Атом» көлі – Ластанған дала - Қираған қала – Ауру бала .

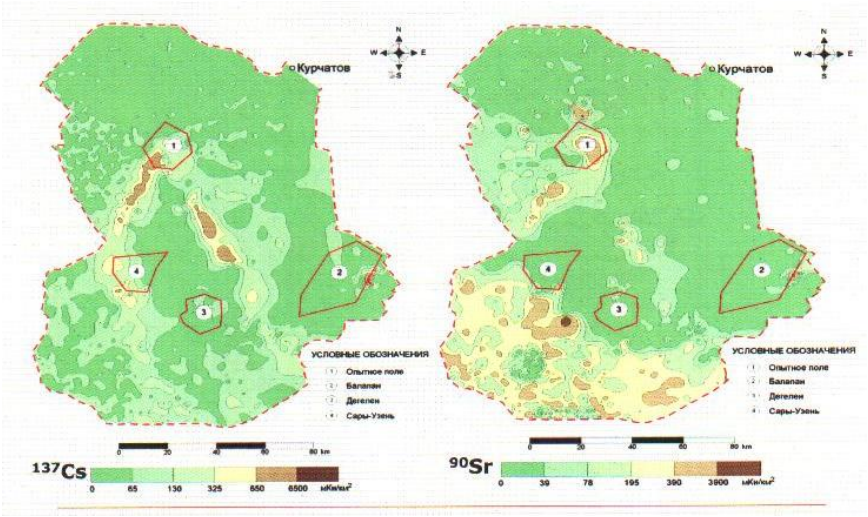
Соңғы сынақтардан бері 20 жылдан астам уақыт өткеніне қарамастан, Семей ядролық полигонының белдемі күні бүгінге дейін экологиялық кауіпті аудан болып есептеледі. Семей ядролық полигонындағы «Балапан» сынақ алаңы осындай болған

Экологтардың 2011 жылғы мәліметтеріне жүгінсек, полигон құрамына жататын жердің 95 пайызы ауыл шаруашылығына беру туралы жобаға (ҚР ҰЯО даярлаған) қарсы екендіктерін мәлімдейді. Себебі, жоба даярлаушылар радиоактивт3 нуклидтер мөлшері азайды деген пікірде. Солардың ішіндегі ең қауіптісі және ұзақ жылдар бойы сақталатыны – «плутоний» элементі екендігі баршаға мәлім. Мәселен, «плутоний-240», толық ыдырап кетуі үшін 6500 жыл қажет, ал ол ыдыраған кезде жаңадан альфа-сәуле пайда болатындығын Курчатовтағылар елемей отыр.

Семей полигоны территориясында 2005-2008 жж жүргізілген радиоэкологогиялық зерттеу нәтижелері жердің радиоактивті нуклидтермен ластанған учаскелерін айқындады . (2-сурет)

Ұңғымалардың сағалық алаңдарын зерттеу барысында бірнеше, ұңғымалардың алаңдарында топырақ жамылғысының радиоактивті ластануы байқалды нормадан асып кеткендігі байқалады.

Жерасты ядролық сынақтарындағы жарылыстар нәтижесінде пайда болған қазаншұңқыр суға толған . Қазан рұңқырдағы және жерасты суларында радиактивтік ластану нормдан 300 есе асып отыр.



Сурет 2 - Семей полигоны жерінің ластану дәрежесі

Қорытынды. Қорыта келгенде, жоғарыда көрсетілген фактыларға сүйене отыра семей ядролық полигоны аумағында жоғары термальды өршу зонасының бар деп тұжырымдауға әбден болады. Қазақстан тұрғындарының радиациялық қауіпсіздігі - ұлттық қауіпсіздіктің маңызды элементі болып табылады. Сондықтан, қазіргі және болашақ ұрпақты радиацияның зиянды әсерінен қорғау, сонымен қатар, Семей сынақ полигоны аумағындағы жерді шаруашылыққа пайдалануға беруге болмайтындығы анықталды.

Әдебиеттер:

1. https://kk.wikipedia.org/wiki/Семей_полигоны
2. https://lektsii.org/13-57460.html
3. http://present5.com/semej-yadrolyқ-poligony-semej-poligony-v-ksro/

А.Ахметжан, Ш.А.Жантуева

Разработка экологических карт территории Семипалатинского ядерного полигона

Аннотация. Семипалатинский испытательный полигон является опасным регионом для Республики Казахстан. В статье рассмотрены результаты мониторинга этого Семипалатинского испытательного полигона.

Ключевые слова: мониторинг, экологический ущерб, радиоактивные вещества, полигон, ядерные испытания, космические снимки.

A.Akhmetzhan, Sh.A.Zhantueva

Development of environmental maps of the Semipalatinsk nuclear test site

Abstract. Semipalatinsk test site is a dangerous region for the Republic of Kazakhstan. In the article the results of monitoring of this Semipalatinsk polygon were discussed.

Key words: monitoring, environmental damage, radioactive substances, landfill, nuclear tests, satellite imagery.

ӘОЖ 528.8

А.С. Әбен, А.Әсетқызы, Ы. Жакыпбек
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қ.
ardana_c_m@mail.ru

ҒАЛАМДЫҚ НАВИГАЦИЯЛЫҚ СПУТНИКТІК ЖҮЙЕНІ ПАЙДАЛАНУМЕН ҚАЛАЛЫҚ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ТОРАПТАРДЫ ҚҰРУДЫ ЗЕРДЕЛЕУ

Аңдатпа. *Мақалада қала жағдайында жер бетінде жүргізілетін дәстүрлі геодезиялық өлшеулердің ерекшеліктері мен кемшіліктері келтірілген, осыған орай осы жұмыстарды заманауи ғаламдық навигациялық спутниктік жүйені пайдаланумен орындаған кездегі олардың дәлдігі мен артықшылығына талдау жасалынған.*

Түйін сөздер: *дәстүрлі өлшеулер, заманауи технология, геодезиялық торап, өлшеу дәлдіктері, спутниктік өлшеулер, спутниктік жүйе.*

Жер бетінде жүргізілетін дәстүрлі геодезиялық өлшеулердің ерекшелігіне, ең алдымен, орындалатын жұмыстардың дәлдігіне қойылатын жоғары талаптар жатады. Бұл ретте дәлдікті арттыруға қойылатын талаптар үнемі өседі, сондықтан техникалық құралдар мен әдістерді тұрақты жетілдіру қажеттілігі туындайды. Елімізде пайдаланылатын заманауи жоғарыдәлдікті геодезиялық құралдардың көпшілігі (теодолиттер, нивелирлер, жарық қашықтықөлшеуіштер, тахеометрлер және т.б.) ғылым мен техниканың дамуына сай шешімдер арқасында және оларды пайдаланудың жақсы ойластырылған технологиясы есебінен де айтарлықтай жоғары деңгейге жетті. Алайда, жоғарыда аталған аспаптардың біршамасы электромагниттік толқындардың оптикалық диапазонын пайдалануға негізделгендіктен, өлшеулерді орындау барысында бірқатар мынадай төмендегі кемшіліктерді тудырады:

- жақын орналасқан пункттер арасында тура және оптикалық көрінушілікті қамтамасыз етудің қажеттілігі;
- тәулік бойы өлшеулерді ұйымдастырудың қиындықтары және соның салдарынан қаладағы әртүрлі деформациялық үдерістерді қадағалау үшін мониторингтеу жұмыстарын ұйымдастырудың күрделілігі;
- құрылыстанған қала жағдайындағы геодезиялық өлшеулерді жүргізудің қиындықтары.

Дәстүрлі аспаптармен геодезиялық өлшеулерді жүргізудің ең көңіл аударарлық ерекшелігіне бұрыштар мен арақашықтықты өлшеулер жұмыстарын орындауды қамтамасыз етудің өте маңызды екендігі жатады. Сонымен қатар дәстүрлі жерүсті геодезиялық әдістердің тағы бір өзгешелігіне жердің жақын қабаттарында өлшеулер жүргізу қажеттілігінен тұрады, ал осы жұмыстарды орындауды атмосфераның жоғары динамикалық әсері елеулі қиындатады және ықтималды дәлдіктің деңгейін төмендетеді.

Қала жағдайында геодезиялық тораптарды құруда дамыған технологияларды қолдану қазіргі таңда кең өріс алуда. Соның ішінде геодезия саласындағы ғылымның жетістіктерін тиімді пайдаланудың арқасында геодезиялық жұмыстарды дүние жүзінде кең таралған заманауи аспаптармен жұмыс жасау арқасында қиыншылықтар біршама азаяды, көптеген ауыртпашылықтар жойылады, уақытты үнемдеудің және жұмыстарды сапалы қамтамасыз етудің тәсілдерін өндіріске енгізілуді талап етеді.

Әртүрлі геодезиялық жұмыстарды жүргізуде жер бетіндегі қала құрылысындағы кез келген нысанның орнын анықтау және жұмыстарды жүргізу кезінде ғаламдық навигациялық спутниктік жүйені (ҒНСЖ) пайдаланудың дәстүрлі геодезиялық әдістермен салыстырғанда мынадай артықшылықтары бар:

- анықталатын геодезиялық торап пункттерін, мысалы геодезиялық негіздеме нүктелерін, өзара көрінушілік жағдайында орналастырудың қажеттігі жойылады;
- анықталатын пункттер арасындағы қашықтықтар бірнеше километр болуы мүмкін;
- спуниктік бақылауларды кез келген ауа райында, күндіз де және түнде де жүргізудің мүмкіндігі туады;
- өлшеулер мен нәтижелерді өңдеу барынша автоматтандырылған;
- геодезиялық пункттердің, жер телімдері шекарасының бұрылу нүктелерінің, түсіру станцияларының, метро құрылысын жайғастырудағы нысандардың сипатты нүктелерінің координаталарын нақтылы мерзімде алудың мүмкіндігі болады.

Жоғарыдәлдікті қалалық геодезиялық торап келесі практикалық міндеттерді қамтамасыз етуге арналған:
- барлық масштабтағы топографиялық түсірістерді және қала жоспарларын жаңарту;
- жерге орналастыру, межелеу, жерді есепке алу жұмыстары;
- қала аумағында топографиялық-геодезиялық ізденістерді орындау;
- құрылыс нысандарын инженерлік-геодезиялық қамтамасыз ету;
- қала аумағында жергілікті геодинамикалық табиғи және техногендік құбылыстарды геодезиялық зерттеу;
- жерүсті және жартылай әуе, су көлігінің навигациясы [1-3].

Өткен жылдардың негізгі ережелеріне (1928-1931 жж., 1954-1961 жж.), 1940 ж. басылымның қалалық түсірістері жөніндегі нұсқаулығына, ГКННҚ-02-033-79 нұсқаулығына сәйкес салынған классикалық жерүсті қалалық геодезиялық тораптарды құру әдісі бойынша триангуляция, трилатерация және полигонометрия түрлеріне бөлінген. Осынада пункттердің өзара орналасуының дәлдігі бойынша қалалық геодезиялық тораптар мынадай кластар мен разрядтарға бөлінген (кесте 1).

Кесте 1 - Қалалық геодезиялық тораптар кластары мен разрядтары

Триангуляция, полигонометрия класы	Қалалардың триангуляция разряды	Қалалық полигонометрия разряды (класы)	Қалалық полигонометрия жүрісі жақтарының салыстырмалы қателігі	
			Тораптың базистік жақтары	Тораптың әлсіз жақтары
1			1:400000	1:150000
2	I		1:300000	1:250000
3	II		1:200000	1:120000
4	III		1:200000	1:70000
		4 класс	1:25000	
		1	1:10000	
		2	1:5000	

«ҒНСЖ және GPS спутниктік жүйелерін пайдалана отырып, қалалық геодезиялық тораптарды құру және қайта қалпына келтіру жөніндегі нұсқаулық» бойынша қалалық геодезиялық тораптардың жаңа жіктемесі қабылданды. Осыған сәйкес пункттердің жалпы сипаттамасы төменде келтірілген (кесте 2).

Кесте 2 - Қалалық геодезиялық тораптардың жаңа жіктемесі

Торап түрі	Координаттарды анықтау дәлдігі, см	Сызықтарды анықтаудың салыстырмалы қателігі	Пункттердің өзара орналасуының орта-ша қателік мәні, мм
Бастапқы пункт (БП)	1-2	1:1000000	-
Каркасты торап (КТ)	1-2	1:500000	15
1 класс спутниктік қалалық	1-2	1:150000	20

геодезиялық торап			
2 класс спутниктік қалалық геодезиялық торап	1-2	1:150000	-

Спутниктік қалалық геодезиялық тораптардың кез келген пункттерінің өзара орналасуының орташа қателіктерінің мәндері 30 мм-ден аспауы қажет. Қалалық геодезиялық тораптардың біртектес жоғары дәлдігіне, ҒНСЖ бақылауларына негізделген оңтайлы әдістерін және оларды өңдеудің тиісті жолдарын қолдану арқылы, сондай-ақ пункттердің пайдалануға қолайлы геометриялық орналасуын, олардың жер бетінде біркелкі тығыздығын ескеру арқылы және бұрынғы геодезиялық торап пункттерімен барынша біріктіруді пайдалану есебінен қол жеткізіледі.

Қала аумағындағы бір немесе бірнеше бастапқы пункттер (БП) ауданы 100 км^2 кем болмағанда және халық саны 500 мың адам болған жағдайда, оларды іргелі астрономиялық-геодезиялық торап (ІАГТ) және жоғарыдәлдікті геодезиялық торап (ЖДГТ) пункттеріне немесе навигациялық спутниктік жүйелер үшін тұрақты жұмыс істейтін пункттерге түрлендіру мүмкіндіктері болған кезде құрылады. ІАГТ пункттері ел аумағында біркелкі бір-бірінен 800-1000 км қашықтықта орналасқан жүйе болып саналады, пункттердің өзара орындарының орташа квадраттық қателігі планда 2 см және биіктікте 3 см аспауы қажет. ЖДГТ пункттер жүйесі дәлдігі бойынша бірегейлік бір-бірінен 150-300 км қашықтықта орналасқан, пункттерінің орташа квадраттық қателігі планда 10-18 мм және биіктікте 15-25 мм аспайтын дәлдікпен анықталады. Жер бетіндегі ІАГТ жіне ЖДГТ пункттеріне сүйенумен елді мекендердегі дәлдігі біршама төмен спутниктік геодезиялық тораптар қалалың дамуына сәйкес біркелкі орналастырылады.

Ауданы 20 км^2 -ге дейінгі елді мекендер үшін бастапқы пункттерді (БП) және каркасты торап (КТ) пункттерін біріктіруге жол беріледі. Бұл ретте бақылау каркасты торап пункттерінің бағдарламасы бойынша орындалады. Қайта теңестіруді аяқтағаннан кейін спутниктік қалалық геодезиялық тораптарды одан әрі дамыту СҚГТ-1 әдістемесі бойынша, бірақ СҚГТ -2 класын берумен орындалады.

СҚГТ -2 пункттері барлық қалалық торапты теңестіруге қосылған кезде ғана олар СҚГТ -1-ге өтеді. 2-классты спутниктік қалалық геодезиялық торап (СҚГТ-2) қала аумағының жекелеген телімдерінде геодезиялық негіздеме жасау қажет болған жағдайда ерекшелік түрінде құрылады.

2-разрядты полигонометрия қала аумағының жекелеген телімдерінде геодезиялық негіздеме жасау қажет болған жағдайда ерекшелік түрінде құрылады. Қалалық триангуляция пункттері спутниктік торап пункттерімен ауыстырылуы тиіс. Осы пункттер жоғалған жағдайда спутниктік торап пункттері оларға жақын жердегі (жанасатын жолдар бойынша) полигонометрия пункттерімен біріктіріледі. Осылайша, бұрын құрылған қалалық триангуляция торабы СҚГТ-ты жабады және өз мәнін жоғалтады. Бұл ретте өткен жылдардың қалалық триангуляциясы тораптарын қайта теңестіруге болмайды, өйткені ескі торап пункттерін қайта теңестіру үшін бастапқы пункттер ретінде спутниктік тораптар алынады [4].

Қазіргі кезде жердің жасанды серіктерін қолдану арқылы арнайы қабылдағыштармен нүкте орнын анықтауға болады. Бірақ, сол спутниктердің ішінде тұрған жерді анықтайтын екі ғаламдық навигациялық жүйе жиі қолданылады: ресейлік ҒНСЖ және американдық NAVSTAR. Сонымен қатар басқа елдедерде де пайда болған спутниктік жүйелер кездеседі.

Қолданыстағы жиі тарлаған ҒНСЖ және NAVSTAR (GPS) түрлеріндегі спутниктік жүйелермен қамтамасыз етілетін геодезиялық өлшеулер жоғарғы дәлдігімен сипатталады, олар бір-бірінен мыңдаған киллометрге алшақ орналасқан пункттердің өзара орнын анықтауға мүмкіндік тудырады.

Спутниктік жүйені пайдалану арқылы нүкте координаталарын анықтау кезінде арнайы қабылдағыштар қолданылады. Әрбір қабылдағыштардың да өзіндік ерекшеліктері болады.

Нүктенің орнын жоғары дәлдікпен анықтау үшін спутниктік қабылдағыштардың жұмыс істеу әдістері төменде келтірілген (кесте 3) [5].

Ғаламдық навигациялық спутниктік жүйенің қарқынды дамуына байланысты қалалық геодезиялық тораптарды жаңадан құру мәселесіне дәстүрлі тәсілдерді қайта қарауды талап етеді. Қалалық геодезиялық торапты қалпына келтірудің мақсатына геодезиялық тораптардың дәлдігін жоғарылату, бүкіләлемдік геоцентрлік координаталық жүйемен, мемлекеттік және қалалық геодезиялық координаталар жүйелері арасындағы түрлендіру параметрлерін анықтау сенімділігін, қала аумағында қолданылатын барлық координаталар жүйелеріндегі пункттердің координаталар каталогын құру мүмкіндігі кіреді. Қаланың геодезиялық тораптарын құру мен қалпына келтірудің басты ерекшелігіне қала аумағында бұрын жүргізілген ірімасштабты түсірістердің (1:500-1:2000) қалалық координаталық жүйесін сақтап қалу және басқада мәселелерді шешу үшін қалалық геодезиялық тораптың жоғарғы дәлдігін қамтамасыз ету жатады.

Кесте 3 - Спутниктік өлшеу әдістерінің дәлдігі

Әдістер	Пункттер арасындағы орташа арақашықтық, км	Сеанс ұзақтығы	Арақашықтықты өлшеудің абсолюттік және салыстырмалы үйлеспеушілігі	Ескерту
Статика	20-ға дейін	1 сағат шамасында	5мм + 1´10^{-6} D мм 1:100000 - 1:5000000	Екіжиілікті қабылдағыштарға
Жедел статика	10-ға дейін	5-10 мин	5-10мм + 1´10^{-6} D мм 1:100000 - 1:1000000	Екіжиілікті қабылдағыштарға
Жалған кинематика	10-ға дейін	20 мин (2 рет 10 мин)	10мм + 1´10^{-6} D мм 1:50000 - 1:500000	Біржиілікті қабылдағыштарға
Stop & Go	5-ке дейін	2 минут шамасында	10-20мм + 1´10^{-6} D мм 1:100000 - 1:1000000	
RTK	5-10 (радиомодемге байланысты)	1 минут шамасында	10-20 мм	Байланыс құрылғысы (радиомодем) болған жағдайда

Әдебиеттер:

1. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Картгеоцентр, 2004. - 355 с.

2. ГКИНП (ГНТА)–01−020−09. Основные положения о государственной геодезической и нивелирной сетях Республики Казахстан.

3. Қалыбеков Т., Жаркимбаев Б.М. Мұнай және газ кенорындарын игерудегі маркшейдерия. – Астана: Фолиант, 2017. – 296 б.

4. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS.

5. https://www.glonass-iac.ru

А.С. Әбен, А.Әсетқызы, Ы. Жакыпбек

Изучение создания городских геодезических сетей с использованием глобальной навигационной спутниковой системы

Аннотация. В статье приведены особенности и недостатки традиционных геодезических измерений в условиях города на земной поверхности, в этой связи осуществлен анализ точнсти и преимуществ при выполнении этих работ с использованием современных глобальных навигацинных спутниковых систем.

Ключевые слова: традиционные измерения, современная технология, геодезическая сеть, точность измерений, спутниковые измерения, спутниковая система.

A.Aben, A.Asetkyzy, Y. Zhakypbek

Exploring the creation of urban geodetic networks using a global navigation satellite system

Abstract. The article presents the features and drawbacks of traditional geodesic measurements in the conditions of a city on the earth's surface, in this regard, an analysis of the accuracy and advantages of these works using modern global navigation satellite systems has been carried out.

Keywords: traditional measurements, modern technology, geodetic network, measurement accuracy, satellite measurements, satellite system.

ӘӨЖ 622.38

Б.Әнетов, М.Б.Нұрпейісова
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Қазақстан, Алматы қ.
m.nurpeisova@rambler.ru

АЛМАТЫ МЕТРОҚҰРЫЛЫСЫ ЖЕР АСТЫ ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН БАҚЫЛАУ

Андатпа. *Мақалада миллионнан астам тұрғыны бар мегаполистердегі метрополитеннің жер бетіндегі қозғалыстарды реттеудегі ролі қарастырылған. Алматы метрополитенінің жерасты құрылыстарындағы деформацияларды мониторингтеуде заманауи аспаптарды қолданудың әдістемесі ұсынылған.*

Түйін сөздер. *Метрополитен, құрылыс деформациялары, мониторинг, геодезиялық аспаптар, электронды тахеометрлер, цифрлы нивелирлер, жылжу графиктері.*

Алматы қаласында үлкен халық тығыздығына қарамастан қоғамдық транспорт желісі жеткіліксіз дамыған. Жолдарда әрдайым ұзақ уақыттық кептелістер болып тұрады, ол өз кезегінде ауаның газбен бүлінуіне алып келеді. Бұл қала экологиясының нашарлауының бірден бір себебі. Сондықтан, Алматы қаласының метрополитені көптеген мәселелердің шешімі болып табылады. Алматы метрополитенін жобалау 1983 жылы басталған-ды. Қазіргі уақытта метрополитеннің құрылысы бітіп, пайдалануға бір желісі жіберілді. Жақын уақытта тағы бірнеше желілер іске қосылуы жобаланып отыр.

Алматы қаласы метрополитеннің бірінші кезегі Кіші Алматы, Есентай және Үлкен алматы өзендерінің өзен аралығының шығу конусының еңіс жазықтығы шекарасында орналасқан. Беттің солтүстікке ылдилығы 5º-7º, батысқа 2º-3º. Бірінші кезеңнің бағыты солтүстіктен оңтүстікке қарай Райымбек даңғылынан Фурманов көшесіне дейін және шығыстан батысқа қарай Абай даңғылынан Гагарин даңғылына дейін қабылданған.

Бұл желінің құрылыс ұзындығы 8,3 км, депоға дейінгі тармақсыз. 2011 жылғы мәліметтер бойынша станциялар саны – 7: Райымбек, Жібек Жолы, Алмалы, Абай, Байқоңыр, Әуезов ат. драмтеатр, Алатау. Метрополитен электр депосы Алматы II теміржол станциясының аймағындағы Райымбек станциясының төңірегінде орналасқан. 1, а-суретте Жібек жолы стансасының және жер бетінде орналасқан ғимараттардың (1,б-сурет) бейнесі көрсетілген. Осындай жағдайда жер бетінде орналасқан ғимараттар мен жер асты құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз етуде геодезистердің атқаратын жұмыстары да шаш етектен келеді.

Сурет 1 - а-Жібек жолы стансасы; б-жер бетіндегі ғимараттар

Жер бетінің деформацияларын мониторингтеу, мемлекеттің халық шаруашылығының өсуімен және дамуымен байланысты жер асты инженерлік құрылымдарын салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың айырылмас бөлігі. Осыған байланысты, мониторинг жүргізуі метрополитен құрылысының барлық кезеңдеріндегі жауапты үрдіс болып табылады. Метрополитенді апатсыз пайдалану үшін, соның аймағындағы жер беті деформациясының дамуының үздіксіз және жоғары дәлдікті геодезиялық бақылаулары қажет.

Инженерлік құрылыстардың деформациясын бақылау жұмыстарына жаңа әдістер мен амалдарды енгізу, өлшемдер нәтижелерін өңдеудің жаңа әдістемесімен бірге жүру керек. Тек мәселенің кешенді шешімі ғана барынша көп тиімділікке жетуге мүмкіндік береді және қазіргі талаптарға сай болмақ.

Осы зерттеу жұмысы барысында Алматы қаласының метрополитен аймағында жер қабатының деформациясы мен жылжу үрдісін бақылау үшін заманауи аспаптарды қолданып геодезиялық мониторинг жүргізілді.

Мониторингүтік бақылаулар бұын техникалық теодолитпен және нивелирмен жүргізген болса, осы күнгі дамыған заманның талабы бойынша, заманауи аспаптарды пайдалану маңызды болып отыр.

Еліміздің көптеген қалаларында құрылыс жұмыстары белсенді дамып келеді. Қазақстан Республикасын көркейту, құрылыс жүйесін дамыту мақсатында, еліміздің бірнеше аудандары құрылыс түрлерімен қамтамасыз етілген. Соған байланысты, қазіргі кезде геодезия ғылымы мен өндірісі үлкен жетістіктерге жетуде. Ғылым мен техниканың даму саласында, бүгінгі таңда, көптеген дәлдігі мен өнімділігі жоғары тахеометр, GPS секілді геодезиялық өлшеу аспаптарының түр-түрі жасалып шығарылуда.

Метрополитендегі аспаптық бақылауларды Leica Geosystems фирмасының роботталған электронды тахеометрлерімен жүргізу де қолға алынды және ол жерасты нысанының үш өлшемдік моделін алуға мүмкіндік береді(2-сурет).

Қазіргі заманғы геодезиялық аспаптарды жоғарғы геодезия талатпрына сай және технологиялардың өнімді деп айтса болады. Оның құрамына соңғы жетілдірілген электроника, оптика, т.б. ғылымдардың жетістіктері кіреді.

Ал қазіргі қолданылып - отырған электронды тахеометриялық жүйелерге SPECTRA (Швеция – Германия), LEICA (Швейцария), NIKON, SOKKIA TOPCON (Жапония), PENTAX, TRIMBLE/ SPECTRA/ PRECISION (АҚШ), УОМЗ (Ресей) апсап жасаушы компаниялары жатады. Заманға сай геодезиялық аспаптарын жылдан жылға жаңартуда. Солардың ішінде Trimble 3600 DR TCU, 5600 DR TCU және Trimble S6, Trimble M3 аспаптарының жаңа технологияларын айтуға болады.

Сурет 2 - Электронды тахеометрлермен жұмыс атқару:
а- штативте орнатылған тахеометр; б- қазба төбесіне іліп қойған тахеометр.

Цифрлы нивелирлер – осы күнгі көптеген қызметтерді атқаратын геодезиялық аспап, ол дәлдігі жоғары оптикалық нивелирден электронды мәліметті сақтап қоятын құрылғыдан және алынған нәтижелерді өңдейтін бағдарламамен қамтамасыз етілген жабдықтан тұрады. Басқа нивелирлерге қарағанда цифрлы нивелирлердің басты айырмашылығы - ол ішінде орналасқан электронды құрылғы. Электронды құрылғы арқылы арнайы рейкадан өте жоғары дәлдікпен есеп алуға болады.

Цифрлы нивелирлерді қолданғанда жеке басының қателіктері жойылады және өлшеу процесі жылдамдатылады. Өлшеу үшін аспапты рейкаға нысаналап, бейнені фокустап есеп алу кнопкасын басса жеткілікті. Аспап өзі өлшеулерді автоматты түрде жүргізеді, алынған нәтижелер мен рейкаға дейінгі арақашықтықты электронда көрсетеді. DiNi электронды нивелирлеріндегі алдыңғы қатарлы технологиялар мен қолайлы интерфейсы жұмыстың сапасы мен өнімділігін арттыруға мүмкіндік туғызады (4-сурет).

Сурет 3 - DiNi 12 цифрлық нивелирі және кодты рейкасы

Сөйтіп, Алматы қаласында халық тығыздығы жоғары болғандықтан, қоғамдық көліктердің ішінде метрополитеннің орны ерекше, ол көп мәселелердің шешімін табады. Метро құрылысы жүріп жатқан кезде, жер бетінің және жерасты инженерлік құрылыстарының орнықтылығын мониторингтау маркшейдерлік жұмыстардың айырылмас бөлігі. Сондықтан, деформациялық мониторинг метрополитен құрылысында да барлық кезеңдеріндегі жауапты үрдіс болып табылады.

Деформацияарды бақылаудың басты мақсаты – жерасты метро құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз ету және де ремон,жөндеу, қалпына келтіру сияқты жұмыстарды алдын-ала жоспарлау. Барлық бақылау жұмыстарының мақсаты метроның қауіпсіздігін қамтамасыз ету, қоршаған тау жынстарын, құрылыс конструкцияларын беріктеу (4-сурет).

Сурет 4 - Туннелді химиялық тәсілмен беріктеу арқылы жүргізу

Бұл тәсіл жерасты құрылыстары қабырғаларын, төбесін, табанын және т.б. гидроизоляциялап беріктейді. Сонымен қатар, метро құрылысын жүргізген кезде, жалғыз химиялық тәсіл емес, «Кен орындарын игеру, құрылыс нысандарын салу, метро жүргізу кезіндегі тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу Нұсқауларында» қарастырылған шараларды да қолдана білу қажет.

Әдебиеттер:

1. Нұрпейісова М.Б. Геодезия (оқулық)-Астана: Фолиант, 2014.-260 б.

2.Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Маркшейдерлік-геодезиялық аспаптар. Оқулық.-Астана: Фолиант, 2013.-192 б.

3. Нурпеисова М.Б., Мустафаулы Р. Повышение точности геодезических измерений при оценке технического состояния инженерных сооружений. Маркшейдери и геодезия, 2013, №1.-С.18-20.

4. Нурпеисова М.Б., Мустафаулы Р. Наблюдение за деформациями инженерных сооружений в районе строительствап «Алматыметро»//- Горный журнал Казахстана, №6, 2014.-С.18-20.

Б.Анетов, М.Б.Нурпеиссова

Наблюдение за устойчивостью подземных сооружений метрополитьена Алматы

Аннотация. В статье рассмотрено широкое использование современных геодезических приборов при наблюдений за деформациями зданий, расположенных в районе проходки метрополитена.

Ключевые слова: метрополитен, здании, деформациии, мониторинг,современные приборы, обеспечение устойчивости, химическое укрепление.

B.Anetov, M. B. Nurpeisova

Monitoring the stability of underground structures metropolytena Almaty

Abstract. The article discusses the widespread use of modern geodesic instruments when observing deformations of buildings located in the area of the subway.

Keywords: subway, building, deformations, monitoring, modern devices, sustainability, chemical reinforcement.

ӘОЖ 622.271

Ә.Бұланбаева, М.Б.Нұрпейісова
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Қазақстан, Алматы қаласы
a.bulan@mail.ru

АҚТОҒАЙ КАРЬЕРІ БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН GPS ТЕХНОЛОГИЯСЫМЕН БАҚЫЛАУ

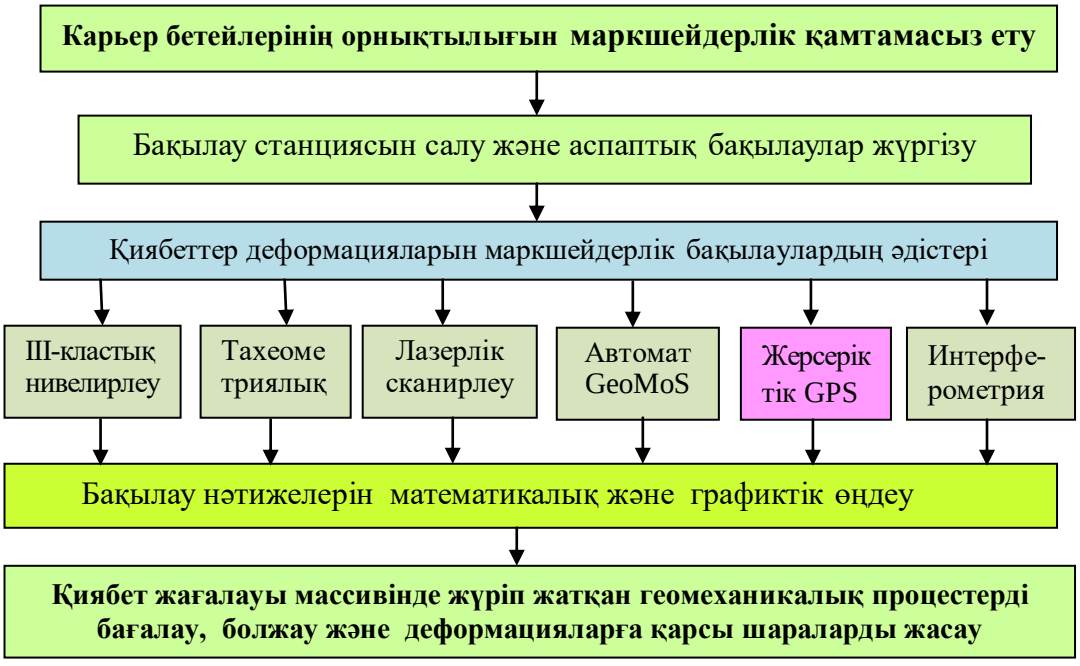
Андатпа. *Мақалада карьер беткейлері тау жыныстарының деформациялануын GPS жүйесі арқылы зақылау мәселесі және ғылым мен техниканың соңғы 20 жыл ішінде қарқындап дамуы геодезия мен маркшейдерияға координаталарды анықтаудың жерсеріктік атты жаңа әдісін дүниеге әкелгендігі қарастырылған.*

Түйін сөздер: *карьер беткейлері, деформациялар, беткей орнықтылығы, маркшейдерлік бақылаулар, жердің жасанды серіктері, GPS жүйесі.*

Карьер беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыз ету, оны түзіп тұрған тау жыныстарының геологиялық құрылымының әрқилылығына және кен қазу тереңдігіне қарай өгеретндіктеріне байланысты, олардың құрылымдық ерекшеліктері мен беріктік қасиеттері, гидрогеологиялық және т.б. жағдайлары жайлы сенімді мәліметтер алу үшін жүйелі түрде зерттеулер жүргізуді талап етеді. Мұндай зерттеулер карьерді салу, кен орнын игеру, карьердің шекті контурын алу кезеңдерінде жүргізіліп отырылады.

Жобада қабылданған карьер керпештері параметрлерінің технологиялық шешімдерінің дұрыстығы, бірыңғайлы кешенді жүйеге кіретін маркшейдерлік аспаптық бақылаулар арқылы тексеріліп жүзеге асырылады. Ондай бақылауларды геомеханикалық мониторинг деп атауға болады.

Энциклопедиялық анықтама бойынша мониторинг дегеніміз жыныстар массивінің жай-күйінің антропогендікфакторлардан өзгеруін мезгілдік бақылаудың, бағалаудың, болжаудың кешенді жүйесі. Мониторингтеудің бірнеше тәсілдері бар (1-сурет).



Сурет 1 - Карьер бетейлерін бақылаудың әдістері

Ғылым мен техниканың соңғы 10-15 жыл ішінде қарқындап дамуы геодезия мен маркшейдерияға координаталарды анықтаудың жер серіктік атты жаңа әдісін дүниеге әкелді. Бұл әдісте геодезистер мен маркшейдерлер әдеттегідей геодезиялық тораптардың жылжымайтын пункттерін пайдаланбай, оның орнына жылжымалы жер серіктерінің координаталарын қолданады. Әлбетте, ол координаталарды геодезистер кез келген уақытта пайдаланып, тұрған жерінің орнын анықтай алады.

Қазіргі кезде координаталарды анықтауда екі түрлі жер серіктік жүйесі қолданылады: біріншісі – ГЛОНАСС атты Ресейлік жүйе. Ол бұл жүйенің глобальдық навигациялық жерсеріктік жүйесі деген ұзақ атының қысқартылған түрі.

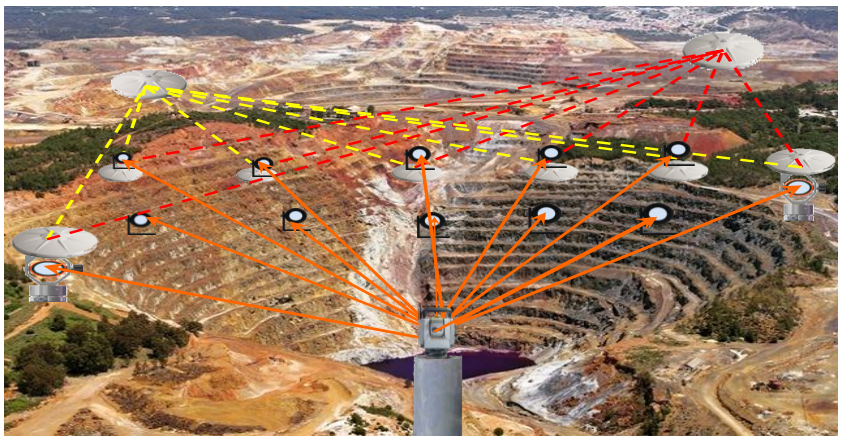
Екіншісі – американдық NAVSTAR GPS жүйесі – Navigation System with Time And Ranging Global-Positioning System (арақашықтық пен уақытты анықтаудың навигациялық-позициялау жүйесі). Бұл жағдайда «позициялау» деген сөзді координаталарды анықтау деп түсіну керек.

ГЛОНАСС жерсерктік навигациялық жүйесі (ғаламдық навигациялық спутниктік жүйе, Ресей). ГЛОНАСС жүйесінің серіктері үш орбита жазықтарында, әрқайсысы 8 данадан, экватор жазықтығына $64,8^0$-қа көлбеу бұрышпен орналасады. Шеңберлі орбитаның биіктігі 19 100 км. Осылай ГЛОНАСС жер серігінің радионавигациялық жүйесі қазіргі уақытта даму сатысында. Сонымен қатар, берілген жүйе жер серігінің әрекет етуші шоқжұлдызы, GPS жүйесінің ЖНЖС-мен бірге қолданылады. Ол екі жүйенің де ЖНЖС сигналдарын қабылдауға есептелген пайдаланушы аппаратурасы (GPS қабылдағыштары) арқылы позициялаудың қолайлы жағдайын құруға мүмкіндік береді.

Ғаламдық позиционирлеу жүйесін маркшейдерлік істе қолдану негізгі үш бағыт бойынша жүргізіледі.

Бірінші бағыт – ашық кен жұмыстарының бөліктері мен жер бетіндегі маркшейдерлік тірек тораптарын құру мен қайта тұрғызу үшін және фотограмметриялық әуе түсірістеріне геодезиялық дайындық жүргізу мақсатында қолданылады.

Екінші бағыт – көмірсутек өндіру ұңғымалары бар кенорындарындағы жер үсті және коммуникациялар түсірімдерін, ашық тау-кен өндірісінің, инженерлік ғимараттар түсірімдерін, сонымен қатар жобалық және бөлу жұмыстарын орындау. Ғаламдық позиционирлеу жүйесі қолжетімсіз, қиын да алыс орналасқан аймақтарда, мемлекеттік геодезиялық тораптарды (МГТ) және үлкен карьерлерде тірек жүйелерін жиілетуде маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды атқара алудың жалғыз ғана оңтайлы нұсқасы болып табылады (2-сурет).



Сурет 2 - Карьердегі GPS құрылымдарының схемасы

Үшінші бағыт – бұл жер бетіндегі жылжулар мен ғимараттар элементтерінің деформациясын жүйелі түрде жүргізетін мониторингтерде қолданылады. Бүгінде GPS жүйесін карьер беткейлері таужыныстарының жай-күйін мониторингтауда пайдалану негізгі бағыт болып отыр және бұл әдіс отандық ірі тау-кен өндірісі кәсіпорындарында табысты қолданыс табуда (3-сурет).

Сурет 3 - Карьердегі GPS бақылаулар

Төртінші бағыт – кәсіпорынның жүк тораптарын басқару секілді және т.б. диспетчерлік қызметті талап ететін құрылғылар мен жабдықтарды автоматты басқару жүйесін жасау үшін қолданылады.

Жерсеріктік геодезиялық аппаратураларды жоғарыда көрсетілген бағыттардағы мәселелерді шешуде қолданудың өте маңызды нәтижелерін Қазақ ұлттық техникалық университеті мен Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің «Маркшейдерлік іс» кафедралары алып отыр. Тау жыныстары массивінің жылжулары мен деформацияларын мониторингтеу Қазақстанның Соколов, Сарыбай, Кашар, Алтынтау, Акжал, Шұбаркөл және т.б. карьерлерінде жүргізілуде.[6]

Қорытынды. Жерсеріктік геодезиялық аппаратураларды жоғарыда көрсетілген бағыттардағы мәселелерді шешуде қолданудың өте маңызды нәтижелерін Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Маркшейдерлік іс» кафедралары алып отыр. Сөйтіп, GPS жүйесі арқылы жүргізілген бақылаулар біздің алға қойған мақсатымызға жылдам әрі жоғары дәлдікпен жетуімізге үлкен үлес қосты.

Әдебиеттер:

1.Машанов А.Ж., Нұрпейісова М.Б. Геомеханика (оқу құралы).-Алматы: ҚазҰТУ, 2000,№-124 б.

2. Нұрпейісова М.Б. Геомеханика (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2014.- 240 б.

3. Нұрпейісова М.Б. Ғарыштық геодезия (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2012.- 240 б.

4. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық және маркшейдерлік аспаптар (оқулық). Астана: Фолиант, 2013.- 192 б.

А.Буланбаева, М.Б.Нурпеисова

Наблюдение за устойчивостью бортов карьера спутниковой системой

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы наблюдения за деформациями горных пород бортов карьера при помощи GPS системой. При такой системе маркшейдера горных предприятии при наблюдении за устойчивостью бортов карьера, вместо постоянных пунктов используют переностные спутниковые станции.

Ключевые слова: борта карьера, деформации, устойчивость борта, маркшейдерские наблюдения, искусственные спутники Земли, система GPS.

A.Bulanbaeva, M. B. Nurpeisova

Observation of the stability of the sides of the quarry by a satellite system

Abstract. The article deals with the problems of monitoring the deformation of rocks on the sides of the quarry using GPS system. With this system, the mine surveyor company in monitoring the stability of the sides of the quarry, instead of permanent points using portable satellite stations.

Key words: quarry side, deformation, board stability, surveying observations, artificial satellites of the Earth, GPS system.

УДК 528.486

Ш.М. Бурлибаева, Р.Т. Бексеитова
КазНУ им.аль-Фараби, г.Алматы,
burlibayeva.shugyla@gmail.com

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ГЕОДИНАМИКИ В ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ В ЗОНАХ ДОБЫЧИ

Аннотация. *В науке как новое направление геодинамика появилось относительно недавно и особенно активно развивается в последнее десятилетие. 90 лет назад впервые этот термин был использован в монографии А. Лява. А. Ляв формировал его как взаимосвязь динамики Земли и космических факторов, ведущих к формированию приливов в коре и образованию закономерной регматической сетки трещин-разрывов по всей поверхностей планеты. В последние 20 лет значение геодинамики часто используется в несколько измененным варианте. Под геодинамикой стали понимать весь комплекс процессов развития внутри земли, в тот момент в зарубежной литературе под геодинамикой стала пониматься отрасль геологии, занимающаяся изучением сил и процессов, происходящих только во внутренних частях земли и обуславливающих формирование разнопорядковых структур и деформаций в ее оболочках.*

Ключевые слова: *Геодинамика, геодезия, геология, карьеры, добыча полезных ископаемых*

Современную геодинамику континентальной литосферы необходимо рассматривать как результат взаимодействия комплекса природных эндо и экзодинамических процессов, выяснение причино-следственных связей между которыми часто представляет самостоятельную научную проблему. Ее решение открывает пути для выявления закономерностей вариаций геодинамических процессов во времени и пространтсве. Наиболее важное значение придается проблемам среднесрочного прогноза социально опасных явлений, часто носящих катастрофический характер. Интегрированную информацию о геодинамическом состоянии крупных регионов, как правило, отражают на геологических картах. В настоящее время они являются практически самыми востребованными документами, которые лежат в основании эксплуатируемых и планируемых к освоению социально-экономических пространтсв.

Польностью выполненные по интеграционному проекту задания, их обобщение объединенные с некоторыми результатами работ по другим проектам, позволили получить новое представление о геологической структуре Азии и составить карту современной геодинамики Азии. В ее основу положены данные о напряженном состоянии литосферы, которые дают возможность под новым углом зрения рассмотреть взаимосвязь формирования структур и течения процессов в литосфере Азии. На современном уровне знаний только комплексный анализ геолого-геофизических наблюдений позволяеть создать близкую к действительности модель геологического развития континентальной литосферы. На ее теоретическом основании могут продолжаться социально важные работы по прогнозу природных, в том числе катасрофических, процессов [1].

Добыча из карьеров. Этот способ извлечения полезных ископаемых в связи с возможностями его прогрессивного удешевления все больше вытесняет конкурирующие подземные горные работы. Согласно Е.П. Дороненко, себестоимость добычи 1 т сырой руды открытым способом в 3-3,5 раза выше по сравнению с подземным способом добычи полезного ископаемого. При открытом способе разработки достигается более полная выемка полезных ископаемых.

Возможность создания глубоких карьеров (некоторые из них имеют глубину свыше 700 м) связана с применением высокорентабельной техники. Например, в Канаде при подготовке к разработке открытым способом месторождения медноникелевых руд для удаления пород вскрыши объемом 11,5 млн.$м^3$ применена гидравлическая всасывающая драга. Вода для нее подавалась из ближайшего озеро и туда же поступала отсасываемая порода. Созданный котлован эллипстической формы достигает в длину 1,1 и ширину 0,6 км. Недавно в Аризоне (США) началась добыча медной руды из карьера, объем вскрытых пород в пределах которого составлял 113,3 млн $м^3$. В настоящее время удельный вес открытых разработок в общемировой добыче полезных ископаемых составляет 66%. Доля руд различных металлов, добываемых этим способом, - 57%, угля -34% и строительных материалов – 97% [2].

При карьерной добыче перемещение горных масс техническими средствами производится: 1) при удалении вскрышных пород с образованием отвалов,2) при устройстве канав для отвода поверхностных вод с накоплением отвалов, 3) при извлечении полезного ископаемого, 4) при формировании отвалов из хвостов, когда имеет место обогащение руды [3].

Данные В.А. Овчинникова свидетельствует о том, что особенности выработанных форм рельефа при карьерной добыче определяются условиями залегания залежи (рис.1). В то же время форма аккумулятивных тел в известной мере зависит от технологии отсыпки пустой породы.

Перечисленные мероприятия приводят к наиболее значительному изменению рельефа. Амплитуда высот между днищами наиболее глубоких выработок и самых высоких отвалов сейчас превысила 1100 м. Сведения об изменении рельефа суши при добыче твердых полезных ископаемых систематизированы В. А. Овчинниковым.

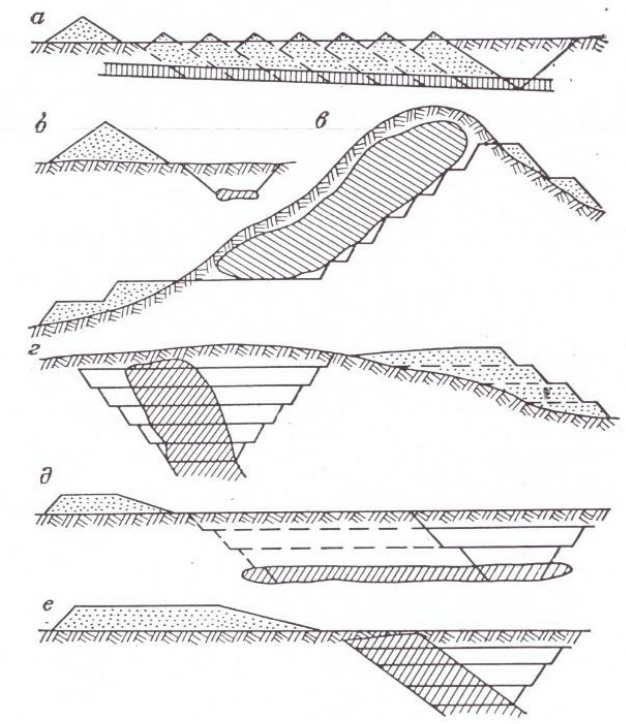


Рисунок 1 - Рельеф, образующий при открытой разработке месторождений различного типа

Литературы:

1. К.Г.Леви, С.И.Шерман. Актуальные вопросы современной геодинамики Центральной Азии. – Новосибирск – 2005 г.
2. Юдин В.В. О понятиях геодинамика и экогеодинамика. – Симферополь – 2005 г.
3. С.П.Горшков. Экзодинамические процессы освоенных территорий. – Москва – 1996 г.
4. Интернет материалы.

Ш.М. Бурлибаева, Р.Т. Бексеитова

Тау кен зоналарындағы геодезиялық ізденістердегі геодинамиканың рөлі мен мәні

Аңдатпа. Ғылымда геодинамика жаңа бағыт ретінде жақын уақытта және әсіресе соңғы он жылдықта белсенді дамып келеді. Ең алғаш рет бұл термин А.Лявтың монографиясында 90 жыл бұрын қолданылған болатын. А.Ляв бұл терминді Жер мен ғарыштық факторлардың өзара байланысы, түбіндегі ағын мен планетаның барлық жоғарғы бетіндегі сызат-жарық торының заңды регматикалық түзілуі деп қалыптастырған. Соңғы 20 жылда геодинамика сөзінің мағынасы біршама өзгерген үлгіде қолданылды. Геодинамиканың астарында Жердің ішкі қабатындағы процесстердің кешенді дамуын, ал шет елдің әдебиеттерінде ішкі күштер мен процесстермен айналысатын, Жердің ішкі қабаттарында ғана пайда болатын және оның қабықшаларында әртүрлі түзілімі мен деформациясының болжамын қарастырады.

Түйін сөздер: Геодинамика, геодезия, геология, карьерлер, пайдалы қазбаларды өндіру.

Sh.M. Burlibayeva, R.T. Bekseitova

The role and importance of geodynamics in geodetic surveys in the extraction zones

Abstract. In science as a new direction geodynamics appeared relatively recently and especially actively evolves in the last decade. 90 years ago for the first time this term was used in the monograph of A. Lyav. A. Lyav formed it as a relationship between the dynamics of the Earth and space factors leading to the formation of tides in the crust and the formation of a regular regmatic grid of cracks-breaks across the surfaces of the planet. In the last 20 years, the meaning of geodynamics has often been used in a slightly modified form. Under geodynamics began to understand the whole complex of processes of development within the earth, at that time in foreign literature under geodynamics was understood the branch of Geology, engaged in the study of forces and processes occurring only in the inner parts of the earth and causing the formation of different order structures and deformations in its shells.

Key words: Geodynamics, geodesy, Geology, quarries, mining

УДК622.271

Н.С.Доненбаева, Д.М.Киргизбаева, М.Б.Нурпеисова
Satbayev University, г. Алматы, Казахстан
nsdonchik@mail.ru

.

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ГЕОМОНИТОРИНГА НЕДР

Аннотация. *Проанализированы характерные особенности рудных месторождений, использование в процессе их разработки различных методов геомеханической техники. Выявлена и обоснована необходимость использования для мониторинга карьеров методов спутниковой геодезии, электронных тахеометров и лазерного сканирования. Для установки высокоточных приборов при геомониторинге, авторами разработан постоянный грунтовый репер и для предотвращения деформаций - состав для упрочнения трещиноватых горных массивов.*

Ключевые слова: *карьер, устойчивость, мониторинг, инновационные методы, геодезические приборы, обработка результатов, оценка состояния массива.*

Одной из актуальных проблем при ведении крупномасштабных горных работ, особенно, в массивах скальных пород является техногенная сейсмичность, влекущая за собой не только катастрофические технико-экономические последствия, но и приводящая иногда к человеческим жертвам. Все это является прямым следствием изменения геодинамического режима геологической среды под влиянием крупномасштабных горных работ, что

убедительно подтверждается результатами научных исследований на ряда золоторудных месторождений Казахстана.

Кафедра маркшейдерского дела КазНИТУ уделяет повышенное внимание промышленной безопасности на рудниках. При этом основная роль отводится внедрению в практику современных технологий и средств контроля и мониторинга массива горных пород. Прогноз и геоконтроль состояния массива горных пород будет положительно решена на основе внедрения инновационных способов и средств контроля [1]. В настоящее время, для определения вертикальных сдвижений территории любого объекта и оценки его состояния, используют космические снимки. Одним из таких снимков является космический снимок территории месторождения «Майкаин» (рис.1,*а*), полученного космическим агенством из искусственных спутников Земли (ИСЗ) и преставленный для сравнения план наблюдательной станции на поверхности (рис.1,*б*)

Быстрое развитие геодезической науки и техники в последние десятилетия характеризуется внедрением в жизнь спутниковых, электронных и лазерных приборов. Широкое их использование при геодезических наблюдениях позволит быстро и с высокой точностью определять параметры процесса сдвижения и в тоже время отслеживать изменения в параметах во времени [2].

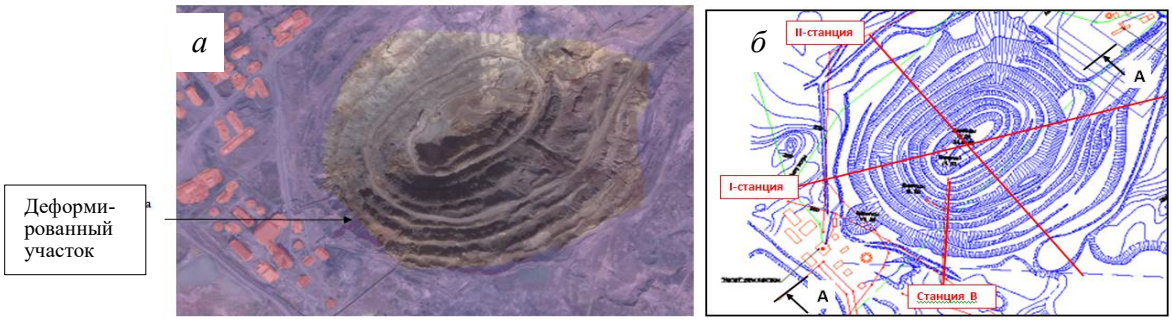


Рисунок 1 - *а* - космический снимок карьера «Майкаин» с промплощадкой;
б - план наблюдательной станции.

Тем не менее, инструментальные наблюдения показывают трудоемкость полевых работ, особенно перенос с одного пункта в другой комплект приборов (сам прибор, штатив, отражетели, рейки и др.) и установка отражателей над каждым рабочим репером. В связи с этим, репера на уступах устанавливали повыше и на лицевой стороне репера приклеивали светящиеся марки фирмы Leica Geosystems»(рис.2).

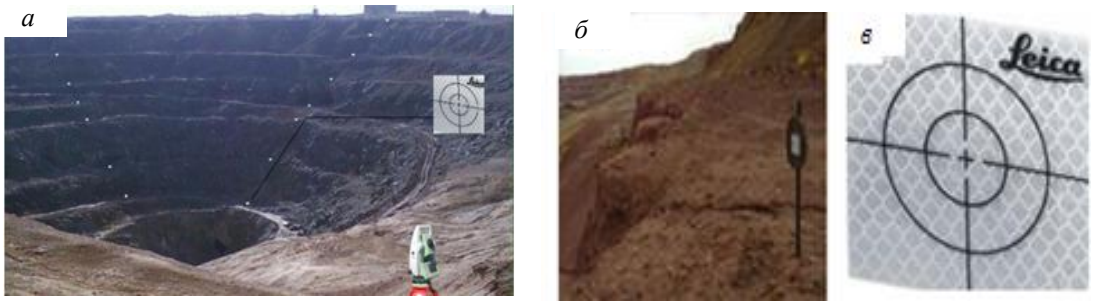


Рисунок 2 – профильные линии станции и средства наблюдения
а, б – расположение рабочих реперов на уступах; в – вид наблюдательной марки;

Светящиеся марки раньше использовались в наблюдениях городских зданий. Наблюдательные марки нами впервые внедрены на руднике «Майкаин», что обеспечило повышение точности и производительности труда при геодезических работах.

Многолетние инструментальные наблюдения показали трудоемкость полевых работ, особенно перенос с одного пункта в другой комплект приборов (сам прибор, штатив, рейки и др.). В этой связи, для установки приборов и оперативности измерительных операций, нами разработан постоянный репер, устанавливаемый в опорном пункте при ведении геомеханического мониторинга, схема которого приведена на рис.3, где верхняя часть центра оборудована столиком принудительного центрирования.

Устройство относится к геодезическим центрам для установки приборов и сигналов. Цель изобретения – повысить точность центрирования, оперативность измерения при отсутствии штативов в пунктах стояния и наблюдения [3].

Одним из основных факторов, влияющих на устойчивость карьерных откосов является трещиноватость прибортовых массивов. Правильное определение трещиноватости массива повышает точность и достоверность расчета устойчивости откосов и бортов карьеров. Методы измерения трещиноватости горных пород сводятся, в основном, к непосредственным измерениям в обнажениях на поверхности, на откосах в карьерах, по стенкам шурфов и горных выработках, наблюдениям по кернам геологических скважин. На открытых разработках углы падения трещин и азимуты их простирания измерялись горным компасом.

Появление в последнее время маркшейдерско-геодезической практике 3D сканеров, позволяет достаточно подробно изучить элементы залегания трещин и разрывных нарушений (рис.3,в). Точность получения параметров съемки определяется расстоянием между прибором и снимаемым объектом. Использование результатов съемки лазерным сканером для получения элементов залегания трещин и размеров структурных блоков возможно при нахождения прибора от прибортового массива до 800 метров. При этом появляется уникальная возможность получения информации о положении прибортового массива без непосредственного контакта исполнителя [4].

а *б* *в*

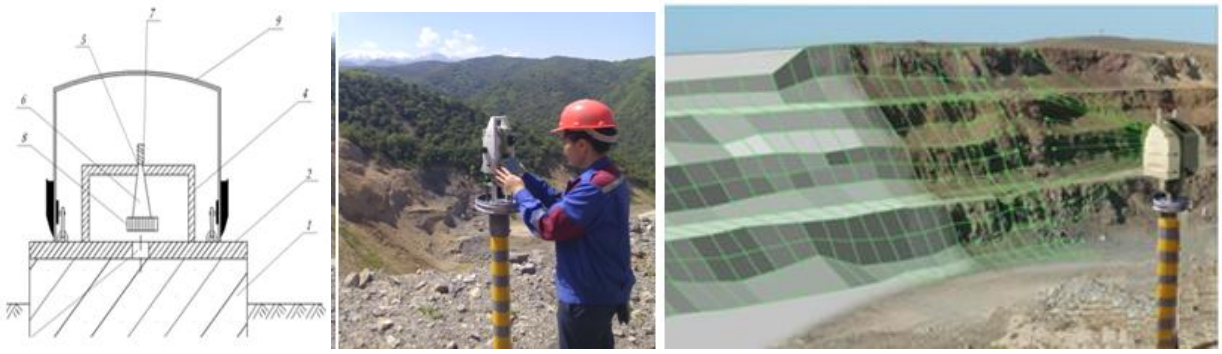


Рисунок 3 - Постоянный репер и съемка структуры массива борта карьера лазерным сканером, установленного на постоянном грунтовом репере

1-опора бетонного основания; 2-металлическая плита; 3- центр; 4-металлическая рама; 5-отверстие в раме; 6- становой винт с резьбой- 7 и утолщенным концом- 8; 9- металлический колпак

В поскольку конечной целью для всех геомеханических исследований является обеспечение промышленной безопасности, то для предотвращения дальнейшей деформации бортов карьера разработан *раствор для упрочнения* трещиноватых горных массивов. Раствор содержит цемент, наполнитель и воду. В качестве наполнителя использованы хвосты обогатительных фабрик ГМК.Техническая новизна созданных инновапционных методов и способов подтверждены патентами РК на изобретение[5].

Выводы.

1. Для повышения точности и производительности полевых измерений усовершенствован способ геодезических наблюдений на профильных линиях.

2. Разработан постоянный грунтовый репер, позволяющий повысить точность центрирования, оперативность измерения при отсутствии штативов в пунктах стояния и наблюдения.

3. Для обеспечения промышленной безопасности и предотвращения дальнейшего прогрессирующего разрушения целиков разработан *состав* раствора из отходов горного производства. Применение способов укрепления откоса уступов и поверхностей отвалов позволило улучшить геомеханическую ситуацию в прибортовой зоне и обеспечить экологическую безопасность освоения недр.

Литературы:

1.Нурпеисова М.Б., Кыргизбаева Г.М. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов.- Алматы: КазНТУ, 2014.-280 с.

2. Геомеханикалық мониторинг жүргізудің инновациялық әдістері// Горный журнал Казахстана, 2018. - № 12. – С. 20-25.

3. Инновационный патент РК №10-2963 «Постоянный грунтовый репер, используемый при геомониторинге земной поверхности./ Нурпеисова М.Б., Киргизбаева Д.М.,Бек А.А. Опубл. от 16.03.2016г.

4.Nurpeisova M.B., Kirgizbayeva D., Kopzhasaruly K. Innovative ways to capture of solid violations and processing of result / Днепропетровск: Вестник ДГУ, №2, 2016. –С.5-18**.**

5. Полезная модель РК№10-20781. Композиция для укрепления трещиноватых горных пород/ Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К., Бек А.А. Опубл. от 02.01.2016 г.

Н.С.Доненбаева, Д.М.Киргизбаева, М.Б.Нурпеисова

Жер қойнауын геомониторингтеудің қазіргі геодезиялық әдістері

Аңдатпа. Рудалық кенорындарының ерекшеліктер, оларды игеру кезінде қолданылатын геотехникалар талданған. Карьерледі мониторингтеу кезінде ерсеріктік геодезия, электронды тахеометрлер және лазерлік сканерлер қолану негізделген. Авторлар дәлдігі жоғары аспаптарды орнату үшін тұрақты грунттық реперге және жарықшақты тау жыныстары массивін беріктеуге арналған ертіндінің құрамын ойлап тапқан.в

Түйін сөздер: карьер, орнықтылық, мониторинг, инновациялық әдістер, геодезиялық аспаптар, нәтижелерді өңдеутов, массивтің жай-күйін бағалау.

N.S.Donenbaeva, D.M.Kirgizbaeva, M.B.Nurpeisova

Modern geodesic methods of geomonitoring of the subsoil

Abstract. Analyzed the characteristic features of ore deposits, the use in the process of developing various methods of geomechanical engineering. The necessity of using the methods of satellite geodesy, electronic total stations and laser scanning for the monitoring of quarries has been identified and justified. For installation of high - precision instruments for geomonitoring, the authors have developed a permanent ground bench and, to prevent deformations - a compound for hardening fractured mountain ranges.

Key words: quarry, sustainability, monitoring, innovative methods, surveying instruments, electronic total station, laser scanner, processing of results, assessment of the state of the array.

ӘОЖ 528.2/.5

М.Қ.Жансейтов
Ғылыми жетекші – Г.К.Джангулова, т.ғ.к., доцент.
әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
zhanseytov.merey1@gmail.com

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ BRT КӨШЕ-ЖОЛ ЖЕЛІСІН ЖАҢАРТУҒА БАҒЫТТАЛҒАН ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ІЗДЕНІС ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа. *Бұл мақалада Алматы қаласындағы BRT көше-жол желісін жаңартуға бағытталған инженерлік-геодезиялық ізденіс жұмыстары және оны өңдеу барысы технологиясын жетілдіру туралы. Инженерлік-геодезиялық ізденістер жүргізу кезінде жаңа әдістері мен амалдарды енгізу, өлшемдер нәтижелерін өңдеудің жаңа әдістемесімен бірге жүруі, мәселенің кешенді шешімі заманауи талаптарға сай болуы. Алматы қаласындағы бастапқы BRT көше-жол желісін жүргізу схемалары қарастырылуы қажет.*

Түйін сөздер: *инженерлік-ізденіс жұмыстары, геодезия, қолданбалы бағдарламалар, көше-жол желісі, BRT, қоғамдық транспорт.*

Инженерлік ізденіс жұмыстарының мазмұны және көлемі жобаланбақшы құрылыстың түрі, саласы және өлшемдеріне, жергілікті жер жағдайына және құрылыс таным дәрежесіне, сонымен бірге құрылыстың жобалық деңгейіне байланысты болады. Салу технологиялары жалпы бір-бірімен ұқсас және ізденіс жұмыстары бір тәсімді әр түрлі құрылыстар (құрылымдар) бір топқа бірігуі мүмкін: алаңдық және сызықтық құрылыстар. Алаңдық құрылысқа жататындар: елді мекендер, өндіріс мекемелері, аэропорттар және де осыған ұқсастар. Сызықтық құрылыстарға жататындар: жолдар, электрожелілер, құбырлар және де осыған ұқсастар.

Геодезиялық негіздеме ірі масштабты түсірістерді жүргізуді қажет етеді. Мемлекеттік геодезиялық тірек торларын құру және оларды жұмыстық түсіру негіздемесіне дейін дамыту геодезияның осы күнгі жетістіктерін, яғни GPS технологиясын қолдану арқылы жүргізіледі.

Глобальды позициялау жүйесі (GPS) ол арнайы навигациялық немесе геодезиялық қабылдағыштарды пайдалаиу арқылы жер бетінің кез келген нүктесінің орнын анықтаудың жер серіктік жүйесі.

Оның негізгі құндылығы мен ерекшеліктері мыналар:

- пункттер арасында тура көрінушілікті қажет етпейді;
- өлшеулердің автоматтандырылғандығынан бақылаушының қателіктері жоққа тең;
- Жер шарының кез келген нүктелерінің координаталары тәулік бойы анықталады;
- GPS анықтамаларының дәлдігіне қар, жауын, жоғары немесе төменгі температуралар және де ылғалдылық әсер етпейді;
- өлшеу жұмыстарын жүргізудің мерзімі GPS технологиясын пайдаланғанда, бұрынғы дәстүрлі әдістермен салыстырғанда, әжептеуір қысқарады;
- GPS нәтижелері цифр түрінде беріледі және де олар картографиялық немесе географиялық ақпараттық жүйеге (ГАЖ) жеңіл аударылады.[1]

Сөйтіп, GPS технологиясын қолданғанда жер туралы бастапқы мәлімет болып, оның математикалық немесе цифрлы бейнесі есептеледі. Ол мәліметтерге жердің бедері, ситуациясы, әртүрлі табиғи геологиялық-физикалық жағдайлары, құбылыстары және геологиясы мен гидрогеологиясы көрсетілген нысандары жатады.

Бұл мәліметтер жер бетінің цифрлы моделі сипатында бейнеленуі мүмкін, модель жер бетіндегі нүктелердің белгілі кеңістіктегі координаталар және олардың кодтық белгілерінің

жиынтығы түрінде беріледі. Ол модельде жердің табиғи сипаттамалары, жағдайлары, объектілері мен нысандары қамтылады.

Топографиялық карталарды және арнайы мамандық карталарын жасау процесін автоматтандырудың техникалық жабдықтары пайда болуына байланысты топографиялық түсірістерді жүргізудің жетілдірілген тәсілдері қолданыс табуда. Онда топографиялық бастапқы мәліметтерді жинау және өңдеу, сонымен қатар топографиялық план мен карталарды әртүрлі автоматтандырылған, жартылай автоматтандырылған, режимде жасау жүйесі қолданылады.

Бұрыштар мен арақашықтықтарды және биіктік өсімшелерін өте жогары дәлдікпен өлшей алатын, сонымен қатар қолданыс аясы үлкен электрондық тахеометрлер геодезиялық және түсіріс негіздемелерін құруды тікелей топографиялық түсіріспен қоса жүргізе алады, ал кей кезде түсіріс өлшеулерді түсіріс негіздемесінсіз-ақ жүргізе береді. лектронды тахеометрлерді көбіне координаталық жүйеде жұмыс жүргізгенде колданады. Онда координаталар басы үшін түсіріс жүргізіліп жатқан станция алынады.[1-4]

Алматы қаласындағы BRT (Bus rapid transit/Жоғары жылдамдықты автобус немесе метробус) көше-жол желісінің жаңа тораптарының қосылуына байланысты қала құрылысының көптеген жобалары белсенді орындалып, заманауи технологиялар мен әдістер көмегімен ауқымды әлеуметтік бағдарламалар жүзеге асырылуда.

Транспорттың жер үсті түрлерін пайдалану тәжірибесі, қазіргі қалалық транспорттың түрлерінің ішіндегі ең үздігі BRT көше-жол желісі екенін анықтады.

Алматы қаласында үлкен халық тығыздығына қарамастан қоғамдық транспорт желісі жеткіліксіз дамыған. Жолдарда әрдайым үлкен ұзақтықтағы кептелістер болып тұруына байланысты қала экологиясы нашарлану үстінде. Сондықтан, Алматы қаласының BRT көше-жол желісі көптеген мәселелердің шешімі болып табылады, соңғы жаңа желілерді жобалау 2016 жылы басталды.

Инженерлік-геодезиялық ізденістер жүргізу кезінде жаңа әдістері мен амалдарды енгізу, өлшемдер нәтижелерін өңдеудің жаңа әдістемесімен бірге жүруі қажет, мәселенің кешенді шешімі заманауи талаптарға сай болуы керек. Сондықтан BRT көше-жол желісі аумағында геодезиялық зерттеулер жүргізуді қауіпсіз қолдану маңызды.

Автомобильдендіру дәрежесінің өсуіне сәйкес – қала магистральдарындағы қозғалыс қарқындылығын болжау, қала көше – жол торабының өткізгіштік қабілетін қамтамасыз ету, сонымен бірге автомобильдерді сақтау үшін қала территориясына жайғастыру, автомобильдердің қоршаған ортаны ластануына тыйым салу - өзекті мәселе болып қалуда. Қала автомобиль көлігі тұрғындардың өмірінің ажырамас бір бөлігі. Ол тек экономикалық даму ғана емес, әлеуметтік дамуға да өз әсерін тигізеді.

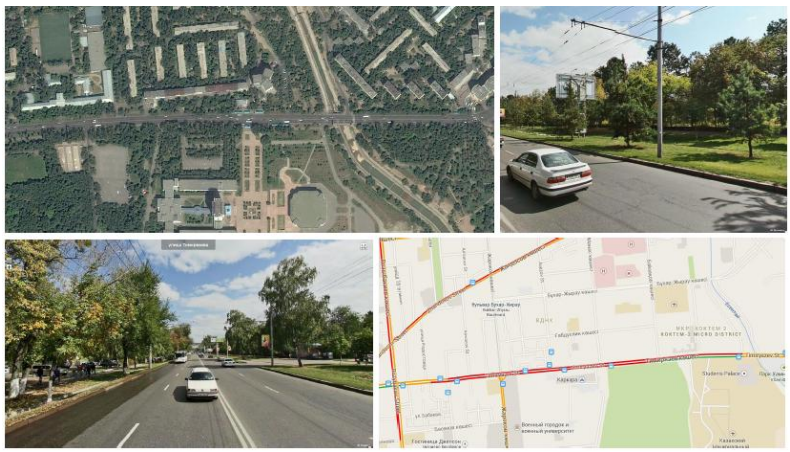
Инженерлік-ізденіс жұмыстарының дамуы барысында соңғы үлгідегі геодезиялық аспаптар пайда болды. Бұл осы салаға сай түсірімдердің техникалық құрал жабдықтарын, мәліметтерді беру жүйесін, оны тұтынушыға беруге дайындауды есептеу, құрастыру мен дамытуға себепші болды. Осы есептеу, дамыту мен құрастыру кезінде алынған өлшеу нәтижелерін пайдалану арқылы өңдеу жұмыстары жүргізіледі.[2-3]

Қазіргі таңда қаладағы кептеліс мәселесін шешу барысында қолданысқа Жоғарғы жылдамдықты автобус (Bus rapid transit, BRT) енгізу қажет. Бұл қоғамдық көлік жүйесінің ерекшелігі:

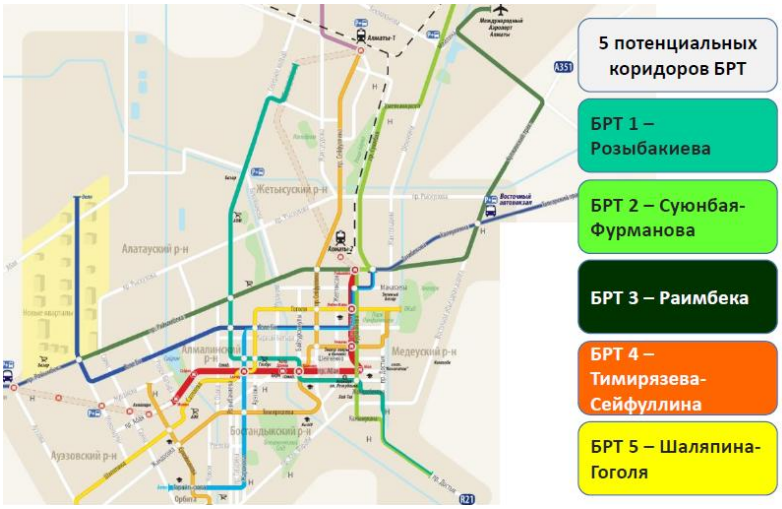
1) жолдың үстінде оларға арналған арнайы жолақ бар, көше қиылыстарында еш кедергісіз өтіп кету мүмкіндігі бар;

2) негізінен стандартты емес автобустар қолданылады (бірнеше секциялы);

3) кейбір жүйелерге байланысты, бұл көлік жүйесінің аялдамасы рельсті станцияларға ұқасайды, себебі аялдама барлық жағынан жабық, билет және анықтама кассалары орналасқан, және турникеттермен жабдықталған (осы арқылы автобустан түсу процессін жеделдетеді, себебі жол ақысы автобусқа отырғанша төленеді).



Сурет 1 - Ізденіс жұмыстары барысындағы өлшеулер[4]



Сурет 2,3 - Өлшеулер және өңдеу жұмыстарының барысындағы схемалар[4]

Әдебиеттер:

1. Қолданбалы геодезия. I бөлім: оқу құралы / В.В. Авакян, Х.М. Касымканова, Г.К. Джангулова. – Алматы: Қазақ университеті, 2017;

2. Организация строительства автомобильных дорог. Каменецкий Б.И., Кошкин И.Г. 1991 (1983);

3. Строительство улиц и городских дорог. Тулаев А.Я. (ред.). 1974;

4. Электронды сайт: https://www.uniface.kz/index.php?post=article&section=1&id=380.

М.К.Жансейтов

Совершенствование инженерно-геодезических изысканий, направленных на модернизацию улично-дорожной сети БРТ в г. Алматы.

Аннотация. В данной статье освящаются воппросы совершенствования инженерно-геодезических технологий и разработок, направленных на модернизацию уличной сети BRT в Алматы. Внедрение новых методов и подходов в инженерно-геодезических изысканиях, сопровождаемых новой методологией измерения и получения результатов комплексным решением задач с учетом современных требований. Для этого должны быть рассмотрены первоначальные схемы магистральной дорожной сети БРТ в г. Алматы.

Ключевые слова: инженерно-геодезические изыскание, геодезия, прикладные программы, улично-дорожная сеть, BRT, общественный транспорт.

M.K.Zhanseitov

Improvement of engineering and geodetic surveys aimed at upgrading the BRT road network in Almaty.

Abstract. This article describes the improvement of engineering and geodetic research and development technologies aimed at upgrading the BRT street network in Almaty. The introduction of new methods and approaches in engineering and geodetic surveys, accompanied by a new methodology for measuring measurement results, a comprehensive solution to the problem, taking into account modern requirements. Initial schemes of the main road network of BRT in Almaty.

Key words: engineering surveying, surveying, application programs, street-road network, BRT, public transport.

ӘОЖ 528.8

Е.Т.Женибек[1], Г.С. Мадимарова [1], Ш.А. Жантуева [2]

[1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

*[2]Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университет*і.

Алматы қ., ҚР

zhenibeck_elzhas@mail.ru

ЖЕРСЕРІКТІК СУРЕТТЕР АРҚЫЛЫ ЖАҒАЛАУ СЫЗЫҒЫНА МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ

Аңдатпа. *Мақалада теңіздің жағалау сызығына мониторинг жүргізу туралы толық қарастырылған.*

Каспий теңізінің деңгейінің ауытқуының аралық бақылау кезеңі берілген. Жіктелген кескінге сәйкес, жағалау сызығының шекаралары жақсы анықталған, алайда негізгі бетінің түрлерін анықтау үшін далалық байқау деректерін және фотосуреттерді қолдану арқылы қосымша талдау жасалған. Гистограммада құпия кескінмен бірге су бетінің ауданын шамамен пиксел саны бойынша бағалауға болады.

Түйін сөздер*: Жағалау сызығы, мониторинг, деформация, жер.*

Кіріспе. Спутниктік қашықтықтан зондтау деректеріне бастысы - қоршаған орта жағдайына және табиғи және техногендік қауіп-қатерлер мен апаттардың мониторингы туралы объективті ақпаратпен қамтамасыз ету. Жер туралы ақпарат сандық суреттер түрінде келеді.

Заманауи спутниктік әдістермен жағалаудың динамикасын, зерттеу аймағындағы өзгерістерге болжам жасауға болады. Теңіз және мұхит жағалауларындағы мұз және қардың жай-күйі спутниктік көріністен байқалады.

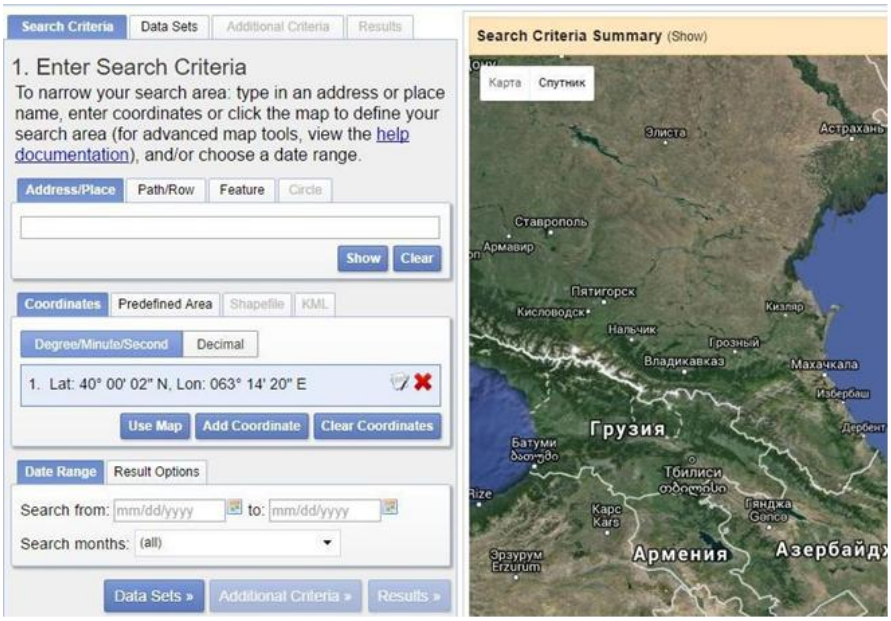
Каспий теңізінің жағалауының орналасуы тұрақты емес. Жылдан жылға өзгереді.

Спутниктік әдістермен оның өзгерісін бақылауға болады.

Зерттеу әдістері мен материалдары. Каспий теңізі мен Еділ өзенінің іргелес Іле ауданы солтүстік-батысқа қарай талқылайды. Каспий теңізіндегі су бағанының деңгейі өте жиі өзгеріп отырады.

Графикалық спутниктік ақпараттың көпшілігі арнайы серверлерде сақталады. Суреттерді алу үшін, сіз деректерді қамтамасыз ететін мамандандырылған сайтына өту қажет.

Мысалы, Landsat-5 АҚШ-тың геологиялық қызметі (USGS) құрылған веб-бағдарлама болып табылады. Оның мақсаты - басқа жерсеріктен Геодеректер Landsat 5 және деректерге қол жеткізуді қамтамасыз етеді. (1-сурет)



Сурет 1 - Earthexplorer қызметінің интерфейсі

Сайтта орналасқан картада тіркеу рәсімінен өткен соң, зерттелетін аймақтың координаттарын көрсету қажет. Қажетті орынның координаттарын енгізу немесе «жол/жол» таңдаңыз, содан кейін «WRS2» мәзірін басып, «көрсету» басқышын басыңыз. Таңдалған терезеде қызыл маркер пайда болады (2-сурет).

Содан кейін деректер жиынтығы қойындысына өтіңіз. Біз белгілі бір спутниктің суреттерінің архивін таңдауымыз керек - біздің жағдайда L 4-5 TM. Нәтижесінде таңдалған координаттарда спутниктің өмір сүру кезеңінде алынған барлық суреттерді аламыз.

Сурет 2 - Қызыл таңбамен белгіленген таңдалған нүктесі бар қызмет көрсету картасы

Сондай-ақ, суреттің астында масштабтау режимінде фотосурет туралы қосымша ақпарат көрсетіледі: күн, координаттар, күннің уақыты, спутниктік модель және тағы басқа (3-сурет).

Сурет 3 - Белгіленген критерийлерге сәйкес спутниктік суреттерді іздеу нәтижелері бар таблетка

Келесі қадам - компьютерге суреттерді жүктеу процесі. «Алдын-ала қарау» қатарында қатты диск кескіні таңдалады. Терезені ашып, онда төменгі «жүктеу» батырмасын басу керек. Файлдың өлшемі шамамен 150 мегабайт. Мұндай үлкен салмақ түсірілген мұрағатта «tiff» форматында 7 сурет және бірнеше қосымша ақпарат файлдары болады. Бұл пішімдегі әртүрлі түспен сақтауға болады.

Мақала үшін 1 жылға болжалды дискреттікпен 3 фотосурет архиві таңдалды.

Нәтижелер және оны талқылау. Тренингсіз жіктелу - пикселді бөлудің пикселдік жарықтықты статистикалық бөлуді талдау негізінде автоматты түрде пайда болатын процесс [Лаврова, Костяной, Лебедев, Митягина, Гинзбург, Шеремет, 2011].

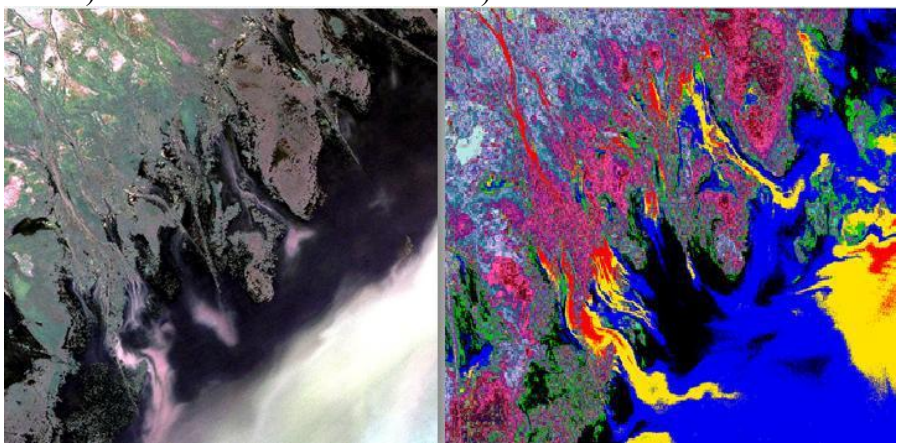
Бағдарламалық өнім Unesco Bilko автоматты түрде қолданылады

ISODATA (IterativeSelf-OrganizingDataAnalysisTechnique - деректерді талдаудың итеративті өзін-өзі ұйымдастыру әдістері) алгоритмі [Лаврова, Костяной, Лебедев, Митягина, Гинзбург, Шеремет, 2011; Лебедев, 2014].

ISODATA - кластерді талдау негізінде жасалған процесс. Бір сыныпқа жарықтық мәндері спектральды кеңістікте ең жақын орналасқан пикселдер кіреді.

Кластерлер жарықтық сияқты ұқсас пиксел топтарын шақырады, олар сабақ деп аталады. Кластерлеуде жарықтылық векторлары арасындағы қашықтық салыстырылады. Суреттегі бір нысанды бейнелейтін пикселдердің жарықтылық векторлары функция кеңістігінде бір-біріне жақын болуы керек. Сондықтан, кластерлер әрқайсысында жарықтылық векторлары арасындағы спектральды қашықтық ең аз болды және түрлі кластерлердің векторлары арасындағы қашықтық максималды болды. Яғни бұл кескіннің пиксельі осы кластерге, бұл пикселдің жарықтығы векторына дейін ең төменгі орталықтың жарықтылық векторының қашықтығына жатады. Билкомада оқытусыз автоматтандырылған жіктеудің үлгісі 4-суретте көрсетілген, мұнда - құпия емес суретке түсіру, б - құпия суретке түсіру. 5-суретте құпия кескіннен жасалған гистограмма көрсетіледі.

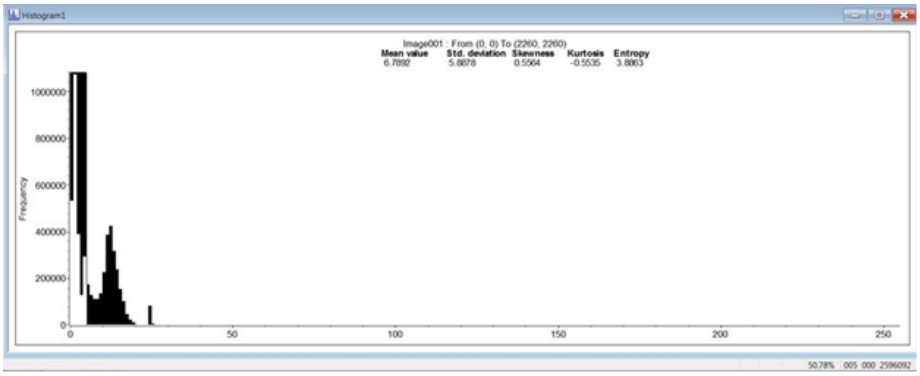
а) б)



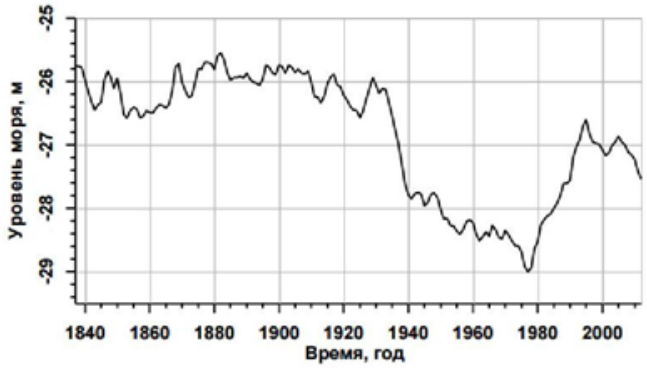
Сурет 4 - 32 сыныптың құпия бейнесі (оң жақта) композициялық кескінге қарағанда «3,2,1» (сол жақта)

Гистограммада құпия кескінмен бірге су бетінің ауданын шамамен пиксел саны бойынша бағалауға болады.

Есептеулердің нәтижесінде жағалау сызығының ұзындығы 2016 жылдан 2017 жылға дейін бірте-бірте өсті. Жағалаудағы ауданның негізгі өсуі 2017 жылдан бастап жүзеге асырылды. Теңіз ауданы осы кезеңде 99429300 м2 азайды. Алынған деректер 5-суретте ұсынылған деректерге қайшы келмейді.



Сурет 5 - Жіктелген кескіннің гистограммасы.



Сурет 6 - Каспий теңізінің деңгейінің ауытқуы 1837 жылдан 2017 жылға дейінгі аралық бақылау кезеңінде

Қорытынды. Қазір сандық кескінді өңдеу ең қарқынды дамып келе жатқан ақпараттық технологиялар бірі болып табылады және робототехника, басып шығару, медициналық, физикалық материалдар пайдаланылады және т.б. Жерсеріктік суреттерді пайдалану арқылы жағалау сызығының динамикасын зерттеу арқылы далалық байқау кезінде алынған деректермен біріктіруге болатын өте пайдалы ақпараттар алуға болады, сондай-ақ жағалау сызығының динамикасы туралы ескірген ақпараттарға балама ретінде пайдаланылуы мүмкін. Егер жаңа деректер тарихи көрсеткіштермен үлкен сәйкессіздіктерге ұшыраса, ол әртүрлі топографиялық карталарды міндетті түрде жаңартуға болады.

Мұндай талдау мемлекеттің жалпы көрінісін және гидротехникалық жағалау құрылымдарының нашарлауын қамтамасыз етуі мүмкін;

Әдебиеттер:

1. AstroNews. Новости космоса [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. –Режим доступа: http://www.astronews.ru/cgi-bin/mng.cgi?news=3470&page=news, свободный;

2. Gunay, T. (1987),“The Management of coastal areas. Development Perspectives, Turkey”, United Nations Economic Commission for Europe, 14 th Session, Portugal, November 1987.

3. Landsat (TM, ETM) [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. – Режим доступа: http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=7&table=KA, свободный;

4. Landsat 5/7 (США) [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. Режим доступа: http://www.scanex.ru/data/satellites/landsat-5-7/, свободный. The U.S. Geological Survey's (USGS). Earth [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. – Режим доступа: http://earthexplorer.usgs.gov/, свободный

Е.Т.Женибек, Г.С.Мадимарова, Ш.А. Жантуева

Мониторинг береговой линии с использованием спутниковых снимков

Аннотация. В статье представлен всесторонний обзор мониторинга береговой линии.

Дана промежуточная фаза колебаний Каспийского моря. Согласно секретному изображению границы береговой линии были четко определены, но дальнейший анализ проводился с использованием данных полевого наблюдения и фотографий для определения базовых типов. На гистограмме наряду с таинственным изображением площадь поверхности может быть оценена по количеству пикселей.

Ключевые слова: Береговая линия, мониторинг, деформация, земля.

E.T.Zhenibek, G.S.Madimarova, S.A.Zhantuyeva

Monitoring of the coastline with using satellite images

Abstract. The article provides an overview of monitoring of the coastlines.

The intermediate phase of fluctuations of the Caspian Sea is given. The secrets of the secrets of the globe of the beret line were determined by the fact that the detailed analysis was carried out using the data from the observations and photographs for base types. The histogram can be set to the topmost image area by the pixels.

Key words: Coastline, monitoring, deformation, land.

ӘОЖ 528.06

Д.М.Зұлхарнай

Ғылыми жетекші – Г.К. Джангулова, т.ғ.к, доцент

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

diks_94@mail.ru

«АТЛЕТИКАЛЫҚ ҚАЛАШЫҚ» АУМАҒЫН ҮШӨЛШЕМДІ ҮЛГІЛЕУ ЖӘНЕ ШЫНАЙЫ БЕЙНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯСЫ

Аңдатпа. *Мақалада Алматы қаласында бой көтерген «Атлетикалық қалашықтың» үшөлшемді үлгісін құрастыру жұмыстарын орындау кезінде сандық үлгілеу, әуеғарыштық*

сурет және ГАЖ мәліметтерін қолдану стратегиялары жүзеге асырылу жолдары қарастырылған. Таңдалған технология үшөлшемді үлгіні құрастыру барысында инженерлік нысандардың сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: *үшөлшемді үлгілеу, ГАЖ, визуализация, фотоқұрылым, әуеғарыштық сурет*

Үшөлшемді графика әдетте дисплейдің жазық, екіөлшемді бетінде немесе қағаз бетінде бейнеленетін виртуальды, жорамалды үшөлшемді кеңістікпен жұмысты атқарады. Қазіргі уақытта көлемді түрдегі үшөлшемді мәліметтерді бейнелеу әдістерінің бірнеше түрі таныс. Стереобейнелермен жұмыс жасаса да, бірақ олардың көпшілігін шартты түрде көлемді сипаттама көрсетеді. Бұл жерден стереокөзілдірікті, 3D-дисплейді белгілеуге болады. Көптеген өндірушілер үшөлшемді дисплейдің сериялы өндірістегі дайындарын көрсетті. Дегенмен, 3D-дисплейі бұрынғыдай математикалық үлгінің толығымен физикалық көшірмесін құрастыруға мүмкіндік бермейді. [1]

Жазықтықта үшөлшемді бейнені салу үшін келесі 5 кезеңнен тұрады:

- үлгілеу – көріністің үшөлшемді математикалық үлгілерін және ондағы нысандарды құрастыру, тұрғызу.
- текстуралау – растрлық текстур жазықтық үлгісін тағайындау (сонымен қоса мәліметтер қасиеттерін – түсін, мөлдірлігін, кемшілігін, фактурасын т.б. орнатуды тұспалдайды).
- жарықтандыру – түсіріс алаңында жасалғанына байланысты жарықтың негізін орнату және енгізу.
- анимация – нысанның қозғалысын беру;
- визуализация – таңдалған физикалық үлгіге сәйкес проекциясын тұрғызу, соңғы бейнесін құру.

Дұрыс үлгілеу үшін қоршаған ортаның бақыланатын нысаның копьютерлік үлгіге айналдыруды алдын ала ойластырған дұрыс. Қоршаған ортаны зейін салып бақыламаса, көзбен шолып қарамаса, шынайы бейнені алу мүмкін емес.

Көріністі үлгілеу бірнеше нысан категорияларынан тұрады:

- геометрия (әр түрлі үлгі техниканың көмегімен тұрғызу);
- мәліметтер (үлгінің визуалды қасиеттері туралы ақпараттар);
- жарықтың негізі (бағытын, қуаттылығын орнату, спектрді жарықтандыру);
- виртуалды камера (нүктені таңдау мен проекцияны тұрғызу бұрыштары);
- күш-қуаты мен ықпалы (көбінесе анимацияда қолданылатын нысандардың динамикалық бұрмалануларын орнату);
- қосымша эффекттер (тұмандағы жарық, бұлт, алау секілді атмосфералық құбылыстарды имитациялайтын нысандар).

Текстуралау – шынайы ақпарат түрінің беткі үлгісін беру. Тек осы жағдайда үлгі барынша шынайы болып көрінеді.

Түс – мәлімет қасиеттерінің ең қарапайым түрі. Дегенмен, түсті қолданудың өзі көптеген аспекттен тұрады. Барлық нысанның төсемін анықтайтын түс негізгісі болуы мүмкін.

Шынайы нысанның растрлық бейнелері қарапайым түрдегі текстура карталары мәліметтерді құрастыру үрдісінде кеңінен қолданылады. Одан басқа бейнелерді бағдарламалық жолмен негіздейтін процедуралық карталар қолданылады. мәліметтерді құрастыру үрдісінде бірнеше карта текстураларын пайдалануға болады.

Мәліметтерді нысан бетіне дәл көшіру үшін координаталар көмегімен жүзеге асады.

Мәліметтерді ептілікпен пайдалану көп уақытты үнемдеуге және жақсы нәтижеге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Растрлық бейнеге сәйкес әдісін пайдалану.

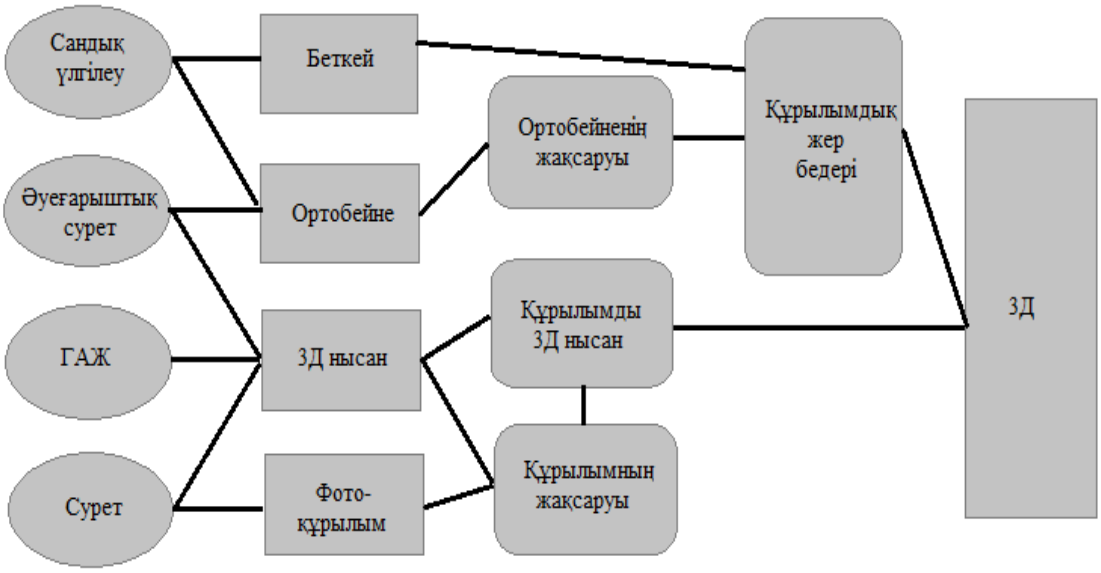
Анимация – үшөлшемді үлгілеуде ең күрделі кезең. Анимация – тез ауыстырылатын кадрларды қараудан құрастырылған қозғалыс иллюзиясы.

Визуализация ақырғы бейнені жасау үшін қажет. Бұл кезеңде математикалық кеңістіктік үлгі жазық растрлық суретке айналады.

Аталмыш үлгіні қала аумағындағы «Атлетикалық қалашық» аумағында жасау төмендегідей мүмкіндіктерді береді:

- Қалашықтың шынайы бейнесінің картасын және үлгідегі виртуалды қозғалысты жүзеге асырады;
- Қалалық пейзаж деректерін үлгілеу және талдау мүмкіндігі;
- Тақырыптық қабаттарды ендірілген 3D нысандармен біріктіру. [2]

Атлетикалық қалашықтың шынай бейне визуализациясын жасау мақсатында бастапқы мәліметтерді, жеке нысандардың геометриялық үлгілеуін және соңғы үлгісін жинау үшін көп күш салуды талап етеді. ГАЖ негізін құрайтын негізгі деректер: жер бедерінің сандық үлгілері (СҮ), электрондық карталар. Алайда, ғимараттар, ағаштар, қоршаулар, электр желілерінің тіректері және т.б., әсіресе олардың текстурасын көрсетуі сияқты жер бетінен жоғары нысандардың үшөлшемді үлгілері қазіргі ГАЖ жүйелерінде қол жетімді емес. Сондықтан, шынай бейне көрінісін жасау кезінде қалашықтың беткі үлгілерін және үшөлшемді нысандарды бөлек қалыптастыру қажет. Үлгілеу стратегиясы төмендегідей схема түрінде ұсынылуы мүмкін. (1-сурет)



Сурет 1 - Қалашықтың үшөлшемді үлгілеу стратегиясы және компоненттері [3]

Үшөлшемді үлгіні жасаған кезде екі маңызды міндетті шешу керек: геометрия дизайны және үлгілеу.

Жер беті үлгісінің геометриясы сандық беттік үлгі құрылатын координаталық жүйе арқылы анықталады. Жергілікті тіктөртбұрышты координат жүйесін таңдап, тіктөртбұрышты координат жүйесінде жасалынған жер бетіндегі үлгілер мен қалашықтағы нысандардың үйлесімін жеңілдетуге мүмкіндік береді.

«Атлетикалық қалашық» орналасқан жер бетінің үлгісін алдын ала дайындалған ғарыштық немесе әуесуреттер арқылы ортофотобейнені алуға болады.

Әуе- немесе ғарыштық бейнелерді жергілікті координат жүйесіне ауыстыру СҮ және электрондық ГАЖ карталарын немесе осы координат жүйесінде ұсынылған сканерленген (растр) топографиялық карталар арқылы алуға болады.

Әуе-ғарыштық суреттерде ғимараттардың шатырлары көрініп тұрады, ол, әдетте, ғимараттың контурының шегінен шығып кетеді. Суретке түсіру бұрышына байланысты,

кейде, әуеғарыштық суретте ғимараттардың бүйір беті көрінеді. Сондай-ақ, ғимараттың іргетасының контуры мен шатырының контуры сәйкес келмейді. Сондықтан тек қана әуеғарыштық суреттермен шектелмеген дұрыс.

Сонымен қатар, әуеғарыштық суреттерде нысанның көлеңкесі көрініс табады. Ал ол өз кезегінде кедергілерге соқтырады, яғни, көлеңке түспейтін уақытта, күн тікелей түскен кезде сурет алу керек. Суретте жылдың қай мезгілде түсірілгенін де анық байқауға болады.

Қалашықтың шынай бейне үлгісінің тағы бір маңызды құрамдас бөліктері: ғимараттар, құрылыстар, ағаштар, құбырлар, қоршаулар, тіректер және т.б. Бұл жағдайда ең маңызды нысандар – ғимараттар, сондықтан басты күш ғимараттардың үлгілерін «шикі» деректерден сақтау әдістерін жетілдіруге бағытталған.

Геометриялық нысандар туралы ақпараттарды 2D карталардан (негізгі ғимарат контуры), әуеғарыштық суреттерден (шатырлардың контуры, желдеткіштер), жер бетіндегі тікелей өлшеу жұмыстарынан алынуы мүмкін.

Шынай бейне текстураларын пайдалану үшөлшемді карта құрастырудағы маңызды кезең болып табылады. Оларды пайдаланудың маңыздылығына дәлел [4]:

- қоршаған ортаны бейнелегенде шынай бейнеге жақын;
- текстура геометриялық үлгі бере алмайтын ақпараттармен толықтырылған.

Жазық құрылымы мен нысан құрылымын құрастырғаннан кейін оларды біріктіру керек. Қателіктер саны аз болуы үшін, біріктіру жұмыстары минималды биіктікте жүргізіледі.

Сұраулармен жұмыс жасау мақсатында әрбір нысанға априбуттық ақпарат енгізуге болады.

Осылайша, үшөлшемді үлгідегі шынайы бейнесін құрастыру барысында мынадай деректер жиынтығы қолданылады [5]:

- Жер бедерінің сандық үлгісі;
- Нысандар жайында 2D ақпарат;
- Әуе- және ғарыштық суреттер;

Жер бедерінің сандық үлгісі алынған беттің үлгісін жасауда қолданылады, ал 2D картадан алынған мәліметтер және ГАЖ – нысанның жер бетіндегі орналасқан орнын анықтау үшін қолданылады. Әртүрлі суреттер нысанның биіктігін және тағы да басқа ақпараттарды алуда қолданылады. Сонымен қатар, дәл мағлұматтар алу үшін жер бетінде қосымша геодезиялық жұмыстар жүргізіледі.

«Атлетикалық қалашық» аймағын үшөлшемді үлгісін құрастыру кезіндегі негізгі кезең – жер бедерінің сандық үлгісі. Жер бедерін көрсету үшін тұрақты тор пайдаланылады – ұяшықтар арасында тең бөлінген тұрақты тор (raster DEM) және тұрақты емес триангуляциялық желіні (Triangulated Irregular Network - TIN) қолдану.

Жергілікті жер күрделі құрылымды болған жағдайда, TIN жер бедерін анық көрсетуге мүмкіндік береді. TIN үлгісін жаңарту қиын. Оның тағы бір кемшілігі – бөлшектердің деңгейін құрудың шамадан тыс қиындығы.

Растрлық әдіс орташа және «бұлыңғырлау» әсерімен сипатталады, сондықтан үлкен территорияда жұмыс істеу кезінде оны қолдану шектелген. Алайда, жердің растрлық-торлық көрінісін пайдалану – деректерді өңдеу және сақтаудың қарапайымдылығын қамтамасыз етеді, деректердің үлкен көлемін жылдам визуализациялау үшін маңызды мәліметтердің деңгейлерін құрудың қарапайым және оңай автоматтандырылған әдістерін қолданады.

Әдебиеттер:

1. Тозик В., Меженин А. «3ds Max 9 Трехмерное моделирование и анимация», Санкт-Петербург «БХВ-Петербург», 2007. 12-25 с.

2. Кузнецов О.В., Леонов А.Л., Наумов С.В. «ГИС в городском планировании и моделировании» - М. DATA+, ArcReview № 3, 2001, с.20

3. R. Wurlander, M. Gruber, H. Mayer “Photorealistic terrain visualization using methods of 3D-computer-graphics and digital photogrammetry” - International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4. Vienna 1996, pp. 972-977.

4. S.Z. Nedkova, M. Gruber, M. Kofler “Merging DTM and CAD data for 3D modeling purposes of urbun areas” - International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4. Vienna 1996, pp.311-315

5. J. Danahy “Visualsation data needs in environmental planning and design: Virtualising the 3D real world” - GIM International, May 2000, pp.12-15.

Д.М.Зулхарнай

Трехмерное моделирование и реалистичная визуализация территории «Атлетического городка»

Аннотация. Статья посвящена исследованию трехмерной модели «Атлетического городка», построенного в Алматы. В ходе работы были реализованы стратегии численного моделирования, аэрокосмических изображений и использования данных ГИС. Технология позволит повысить качество инженерных сооружений при построении трехмерной модели.

Ключевые слова: трехмерное моделирование, ГИС, визуализация, фотоструктура, аэрокосмический снимок.

D.M.Zulkharnay

Three-dimensional modeling and realistic visualization of the territory of the "Athletic Town"

Abstract. The article is devoted to the study of the three-dimensional model of the "Athletic Town" built in Almaty. In the course of the work, strategies for numerical modeling, aerospace images and the use of GIS data were implemented. The technology will improve the quality of engineering structures when building a three-dimensional model.

Key words: three-dimensional modeling, GIS, visualization, photoframe, aerospace image

ӘОЖ 622.271

Е.Ш.Камидолла, М.Б.Нұрпейісова

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазахстан, Алматы
e.kami@mail.ru

АҚЖАЛ КЕНІШІНДЕГІ МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАРДЫ ЗАМАКНАУИ АСПАПТАРМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Андатпа. *Мақалада құрама тәлісмен игеріліп жатқан Ақжал кенорында карьер және жерасты қазбаларындағы маркшейдерлік жұұмыстарды заманауй аспаптармен қамтамасыз ету қарастылыған.*

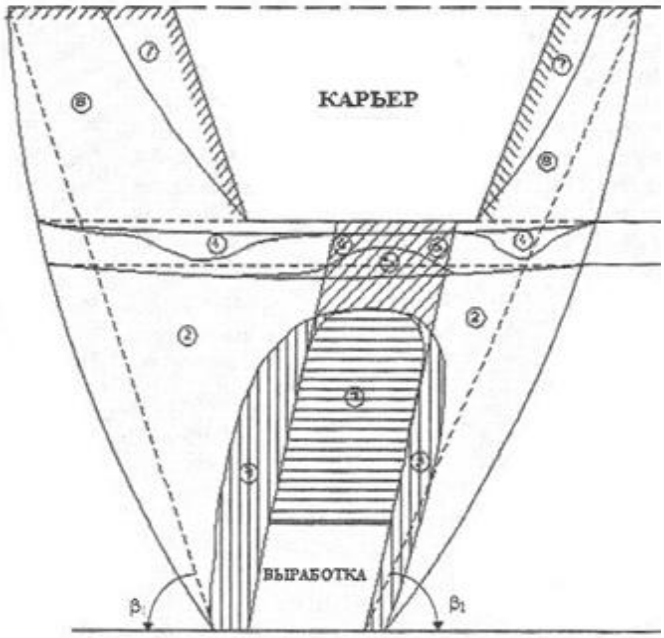
Түйін сөздер: *карьер, кеніш, маркшейдерлік жұмыстар, замануи аспаптар, электронды тахеометр, GPS жүйесі, лазерлік сканерлер.*

Ақжал кенорны құрама тәсілмен (алғаш карьермен, қазір жерасты кенішімен) игерілуде. Кендерді құрама әдіспен игеру саласындағы ғылыми ізденістер мен практикалық жұмыстарды, оның ішінде Қазақстан кеніштерінде бұрын атқарылған зерттеулерді зерделей келе, маркшейдерлік жұмыстарды жүргізуде қолданылатын дағдылы геодезиялық аспаптармен жұмыс істеу осы күнгі тау-кен өндірісінің талаптарына сай келмей жататындығына көз жеткізілді, өйткені олар өте көп еңбекті қажет етеді және маркшейдерлік өлшеулердің жоғары дәлдікте жүргізуге мүмкіндік бермейді. Сондықтан да, карьердегі жәге жерасты қазбаларындағы өлшеулердің , сапасы заманауи геодезиялық аспаптарды (электронды тахеометрлер, GPS технологиялар және лазерлі сканерлер) қолдану, олармен жұмыс істеу тәртібін жетілдіру – инновациялық әдістердің деңгейін көтерумен тығыз байланысты деп білеміз[1].

Ақжал кенорны жер бетіне шығып жатқандықтан, оны алғаш ашық әдіспен, кейіннен жерасты кенішімен игерілуде, яғни құрама тәсіл қолданылады. Ақжал кен орнын ашу құрама тәсілімен ашылуы төмендегі суретте көрсетілген (1-сурет). Таңдап алынған ашу тәсілінің тиімді түрі қауіпсіздікпен қазбаларды желдетуді, өндірілетін кеннің жоғарғы тиімділігін, жұмсалатын күрделі қаржы мен эксплуатациялық шығынды үнемдеуді, ашу мерзімін қысқартып, тазалау жұмысын тездетіп жоспарлы кеніш қуатын орындауды қамтамасыз етуі шарт.

Күрделі (вертикаль оқпан, оқпан албары, квершлаг, алаңдық штрек) және дайындық, тазалау(камера, блок және т.б.) тау-кен қазбаларын маркшейдерлік қамтамасыздандыру мәселесі қазіргі кездегі ғылыми-техникалық әдебиеттерде кеңінен жарияланып жүр. Бұл аталған қазбаларды жүргүізуге дәлдігі жағынан өте қатал талаптар қойылады. Ал, дайындық, тілмелеу тау-кен қазбаларын және тазалау кеңістіктерін жүргізуді маркшейдерлік қамтамасыз ету мәселелері мүлдем қастырылмаған, әсіресе блоктар мен камералардағы маркшейдерлік жұмыстардың дәлдігі туралы зерттеулер жоқтың қасы.

Атқарылатын жұмыстың мақсаты - Ақжал кен орнында жеке блоктап қоймалап қазу жүйесіндегі тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуде заманауи аспаптарды қолданудың әдістемесін жасау болмақ. Нәтижесінде заманауи маркшейдерлік аспаптар мен бағдарламалық өнімдерді өндіріске енгізу негізінде маркшейдерлік түсірістердің дәлдіктерін көтеру және оларды жүргізудің қауіпсіздігін жоғарылату қамтамасыз етіуледі.



Сурет 1 - Ақжал кен орнын игеру тәсілі

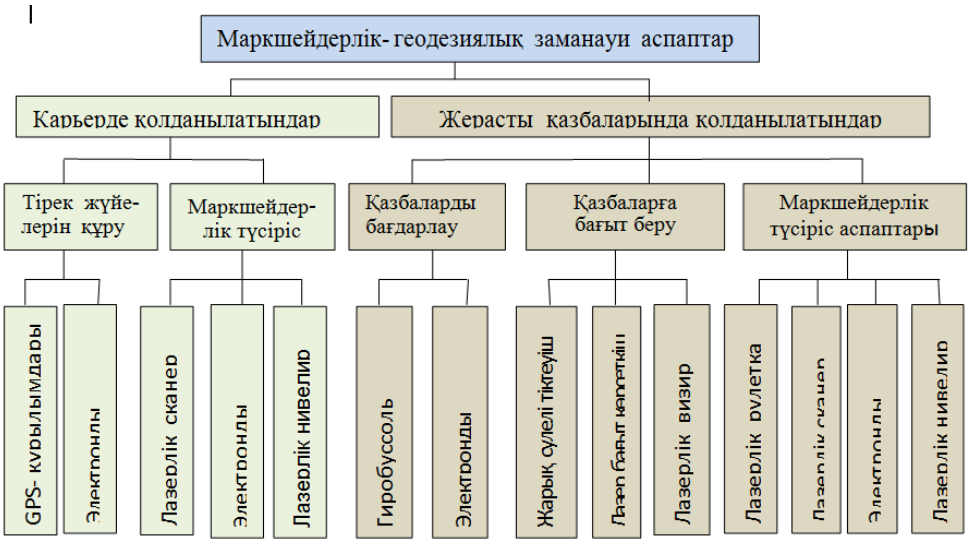
Тау-кен қазбаларын жүргізу жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуде еліміздегі және шет елдедегі ғылым мен техниканың жетістіктеріне талдау жасау; осы күнгі маркшейдерлік аспаптар мен түсірімдер әдістерін жүйелі түрде сараптау; өндіріс аясында зерттеулер жүргізу, алынған зерттеу нәтижелеріне техникалық-экономикалық талдау жасалынып өндіріске енгізуді қамтитын кешенді әдістер пайдаланылды.

Ақжал кенорны жер бетіне шығып жатқандықтан, оны 50-60 м тереңдікке дейін ашық әдіспен, ал қазір жерасты кенімен игерілуде. Қоланылатын қазу жүйесі – блоктарға бөліп, руданы магазиндеу(қоймалау) және камера аралық төбелік кентіректерді отырғызу жүйесі.

Осындай құрама (алғаш ашық, кейін жерасты) әдіспен кен игерудегі негізгі маркшейдерлік жұмыстарды карьердегі және жерасты қазбаларындағы деп екі топқа бөле келе төмендегідей ажыратуға болады:

- маркшейдерлік тірек жүйелерін құру жұмыстары;
- жерасты горизонтал жалғастыру түсірістері (бағдарлау);
- вертикаль бір оқпан арқылы геометриялық бағдарлау;
- вертикаль екі оқпан арқылы бағдарлау;
- биіктік белгісін ДА-2 ұзындықөлшеуіш арқылы беру;
- тау-кен қазбаларын вертиаль бағытта түсіру;
- тау-кен қазбаларына горизонталь жазықтықта бағыт беру;
- түзу тау-кен қазбаларына бағыт беру;
- қисық тау-кен қазбаларына бағыт беру;
- тау-кен қазбаларына вертикал жазықтықта бағыт беру;
- қарама-қарсы қазбаларды жүргізгендегі маркшейдерлік жұмыстар;
- тілме және тазалау қазбаларын түсіру;
- жерасты тау-кен қазбаларын маркшейдерлік өлшеулер.

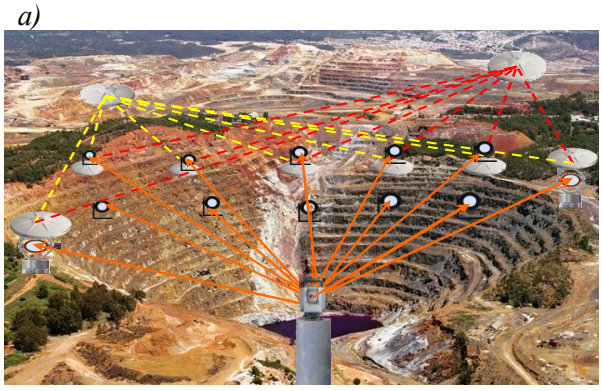
Осы маркшейдерлік жұмыстарды жүргізуге дәлдігі жоғары және көп уақыт алмайтын осы күнгі аспатарды қолданудың өзіндік әдістемесі бар. Олар өз кезегінде негізінен жерсеріктік навигациялық жүйелері (GPS), лазерлік-сканирлеу жүйелері, электронды аспаптар болып жіктеледі (2-сурет).



Сурет 2 - Маркшейдерлік-геодезиялық заманауи аспаптардың жіктемесі

GPS- құрылымдары қол жетімсіз, қиын да алыс орналасқан аймақтарда, мемлекеттік геодезиялық тораптарды және үлкен карьерлерде тірек жүйелерін жиілетуде маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды атқара алудың жалғыз ғана оңтайлы әдісі болып табылады (3-сурет).

а) *ә)*



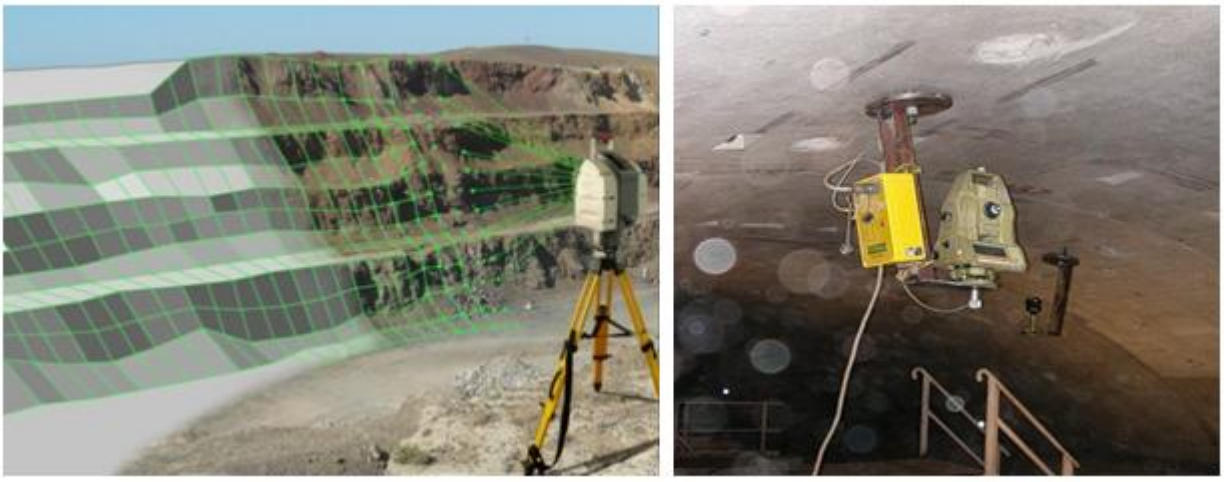
Сурет 3 - *а*) карьердегі GPS құрылымдарының схемасы; *ә)* электронды тахеометр

Сонымен қатар, бұл аспаптар жер бетіндегі жылжуларын жүйелі түрде жүргізілетін мониторингтерде қолданылады.Қазіргі таңда GPS-мониторинг қызметі отандық ірі тау-кен өндірісі кәсіпорындарында кеңінен қолданыс табуда[2].

Жерасты тау-кен қазбаларын бағдарлауда соңғы жылдары гирокомпастар, гиробуссольдар және электронды тахеометрлер қолданыла бастады, ал қазбаларға бағыт беруге жарық тіктеуіш, лазерлік бағыт көрсеткіш пен лазерлік визирді қолдану өте қолайлы.

Лазерлік сканерлер карьерлердің кеңістіктегі координаталарын жылдам анықтауға арналған, жұмыс іс теу тәртібі электронды тахеометрлерге ұқсас. Өлшеу жылдамдығы секундына 2000-5000 нүктеге дейін қамтиды(43 а-сурет). Ал, жерасты қуыстарын роботталған электронды тахеометрмен қазбаның төбесіне іліп қойып түсіріге де болады (4.ә-сурет).

а ә



Сурет 4 - а) лазерлік сканирмен карьер беткейлерін түсіру ә) жерасты қуыстарын роботталған электронды тахеометрмен түсіру

Сканирлеу арқылы кен қазбаларының үш өлшемді (3D) сандық моделдерін алуға мүмкіндік тудады.

Сонымен қатар, Карьер беткейлері тау жынстары мен жерасты қазбаларының орнықтылығын геодезиялық бақылауда «Leica Geosystems» фирмасының TCR1200 тахеометрін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды жүргізуде электронды тахеометрлер мен жерсеріктік GPS аспаптарын кеңінен қолдану жылжу процесінің параметрлерін жылдам және өте жоғары дәлдікпен анықтауға және сол параметрлердің уақыт аралығында өзгерулерін қадағалап отыруға мүмкіндік туғызады[3].

Қорытынды. Қазіргі заманауи аспаптарды қолдану қарапайым аспаптарға қарағанда жұмысты қысқа мерзімде, жоғары дәлдікпен орындауды қамтамасыз етеді. Қарапайым оптикалық аспаптарды қолданғанда уақыт көп жұмсалынады және де лазерлік сканерлерді пайдалану, жерасты қазбаларындағы маркшейдерлік және үңгілеу жұмыстарын жүргізген кезде едәуір мөлшердегі артықшылыққа ие болып отыр.

Әдебиеттер:

1. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Маркшейдерлік-геодезиялық аспаптар. Оқулық.-Астана: Фолиант, 2013.-192 б.

2. Нұрпейісова М.Б., Низаметдинов Ф.К., Т.Т.Ипалақов.Маркшейдерлік іс. Оқулық. – Алматы: АВ. 2013.-400 б.

3. Солтабаева С.Т., Нурпеисова М.Б., Бек А.А. Управление геомеханическими процессами в породах вокруг горных выработок в условии рудника «Nova-цинк» // Материалы XXV меж. конф. «Деформирование и разрушение горных пород» – Крым- Алушта, 2017. – С.142-145.

Е.Ш.Камидолла, М.Б.Нурпеисова

Обеспечение маркшейдерских работ на руднике Акжал современными приборами

Аннотация. В стаье рассмотрены обеспечение маркшейдерских работ, проводимых на карьере и в подземном руднике Акжал, современными высокоточными приборами.

Ключевые слова: карьер, рудник, маркшейдерские работы, современные приборы, электронные тахеометры, GPS технологий, лазерные сканеры.

E. Sh. Kamidulla, M. B. Nurpeisova

Provision of surveying works at the Akzhal mine modern appliances

Abstract. In the pack considered the provision of surveying work carried out at the quarry and in the underground mine Akzhal, modern high-precision instruments.

Keywords: quarry, mine, surveying, modern devices, electronic total stations, GPS technologies, laser scanners.

ӘОЖ 528.46:711.14

А.С. Канжанова

Ғылыми жетекші – А.С.Раскалиев, phD, и.о. доцента

әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университет, Казақстан, Алматы қаласы

aliya.kanzhanova@mail.ru

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ НАҚТЫ ЕГІНШІЛІКТІҢ ДАМУЫ

Аңдатпа. *Мақалада бүгінгі күнгі әлемдік тренд - нақты егіншілік технологиясын Қазақстан аумағында қолдану тәжірибелері, тәсілдері, экономикалық тиімділігі туралы баяндалды. Нақты егіншілік негізінде технологиялық тәсілді пайдалану ауыл шаруашылығы өндірісі менеджментінің деңгейін арттыруға мүмкіндік береді, материалдық және еңбек шығындарын едәуір қысқартуды қамтамасыз етеді, пестицидтерді қолдануды ұтымды нормалау есебінен технологиялық процестердің экологиялығын арттырады. Сонымен қатар нақты егіншілікті жүзеге асыру кезеңдеріне қысқаша сипаттама беріліп, нақты егін шаруашылығында дәл жедел ақпарат алу үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарын (БПЛА) немесе дрондарды пайдалану мүмкіндігі, олардың жай түсірілім және инфрақызыл диапазонда NDVI вегетация индексі түрінде ақпарат алу үшін түсіру түрін жүргізілетіні туралы мәлімет берілді.*

Түйін сөздер*: нақты егіншілік, тыңайтқыш, жерді қашықтықтан зерделеу, геоақпараттық жүйе, жерсеріктік навигациялық жүйе, ұшқышсыз ұшу аппараттары.*

Нақты егіншілік 20 жылдан астам уақыт бойы Еуропада, АҚШ пен Қытайда белсенді қолданылып келеді, ал нағыз "бум" қазір Оңтүстік Америкада, атап айтқанда Бразилияда кеңінен етек жайып жатыр. Негізінен нақты егіншіліктің осылай дамуы қарқынды экономикалық өсумен және өндіріс шығындарын азайту ниетімен байланысты.

Германияда фермерлік шаруашылықтардың 60%-дан астамы осы технологияны пайдалана отырып жұмыс істейді, оның ішінде шағын шаруашылықтар да, ірі кәсіпорындар да бар.

Соңғы 10 жылда нақты егіншілік саласындағы зерттеулер бұл бағыттың көпсалалы екені және оны дамыту мен өндіріске енгізу үшін дәстүрлі технологияларды игеруге қарағанда әлдеқайда көп уақыт талап ететінін көрсетті.

Республика Үкіметінің бағдарламалық құжаттарында агроөнеркәсіптік кешенді дамыту жөніндегі негізгі мақсаттар айқындалған – бәсекеге қабілетті агроөнеркәсіптік кешенді дамыту, азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету, өнім экспортын ұлғайту, ауыл шаруашылығында еңбек өнімділігін арттыру.

Осы мақсаттарға қол жеткізу үшін агротехнологиялардың артта қалуы, өндірістің негізгі құралдарының физикалық және моральдық тозуы сияқты негізгі жалпы жүйелік проблемаларды шешу қажет.

Сондықтан ауыл шаруашылығы саласында егіншілік мәдениетін арттыруды белсенді ынталандыру және Өндіріске технологиялық және техникалық қамтамасыз етуді жаңарту негізінде қазіргі заманғы ылғал, ресурс және су үнемдеу технологияларын енгізу көзделеді.

Нақты егіншілік негізінде технологиялық тәсілді пайдалану ауыл шаруашылығы өндірісі менеджментінің деңгейін арттыруға мүмкіндік береді, материалдық және еңбек шығындарын едәуір қысқартуды қамтамасыз етеді, пестицидтерді қолдануды ұтымды нормалау есебінен технологиялық процестердің экологиялығын арттырады.

Республика шарттарына қатысты осы саладағы зерттеулердің өзектілігі "ҚР дәлдігі жоғары спутниктік навигация жүйесінің жерүсті инфрақұрылымын құру" жобасының іске асыруымен расталады (1).

Нақты егіншілік - бүгінгі күнгі әлемдік тренд. Ауыл шаруашылығындағы әлемдік тренд — нақты егіншілік туралы Қазақстанда он жылдан астам уақыт бұрын сөз қозғалған. Бұл аграршылардың жұмысын жеңілдететін және өнім өсіру шығындарын қысқарту есебінен өнімділік пен пайдалылықты арттыратын инновациялық автоматтандырылған жүйе. Инновациялық жүйені енгізу үшін еліміздің ғалымдары соңғы 12 жылда жұмыс істеп келеді. Қазақстанда агроөнеркәсіп кешенін (АӨК) дамыту бойынша жеке мемлекеттік бағдарлама қабылданғаннан кейін ауыл шаруашылығында ақылды технологияларды қолдану жаңа өзектілікке ие болды.

Негізгі міндет - егістіктің әрбір элементарлық учаскесі топырағының әлеуетін барынша пайдалану, тыңайтқыштарды енгізу, тұқым себу кезіндегі шығындарды оңтайландыру және нәтижесінде пайданы барынша көбейту болып табылады (2).

2018 жылы елімізде пилоттық режимде 9 шаруашылық жаңа технологияларды сынақтан өткізді. Нақты егіншілік топырақ құрамын терең және мұқият талдауға негізделеді. Дәстүрлі технология бойынша орташа талдау 75 га-ға жасалды. Бұл қажетті тыңайтқыштардың көлемі мен құрамын, жерді өңдеу тәсілдері мен әдістерін дәл анықтауға мүмкіндік береді (3).

Әлемнің көптеген елдерінде нақты егіншілік жүйелері геоақпараттық жүйелерді (GIS) және бағдарламалық кешендерді белсенді тарату, GPS спутниктік навигациялық жүйелеріне еркін қол жеткізу негізінде қарқынды әзірленуде.

Бұл ауыл шаруашылығы менеджментінің кешенді жоғары технологиялық жүйесі:

Жаһандық позициялау технологиялары (GPS),

Өнімділік мониторингі (Yield Monitor Technologies),

Айнымалы нормалау технологиялары (Variable Rate Technology)

Жерді қашықтықтан зерделеу технологиялары.

Нақты егіншілік тұжырымдамасын іске асыру кезінде жаһандық жерсеріктік навигациялық жүйе аспаптарын, ГАЖ–құралдарды, қашықтықтан зерделеу деректерін (ғарыштық бейнелер), борттық компьютерлерді, ауыл шаруашылығы мақсатындағы робототехникалық құрылғыларды пайдаланатын, белгілі бір шарттарға бейімделген шешімдер қабылдауды қолдау жүйесі (СППР) құрылады.

Нақты егіншілік технологиясын енгізу жеткілікті салмақты экономикалық тәсілді талап етеді. Барлығын бірден енгізу-қымбат және үстеме. Енгізудің әрбір кезеңін есептеу керек.

Ең алдымен, ауыл шаруашылығы машиналарын рульдеу құрылғысымен қатар жүргізу үшін навигациялық жүйемен және ауыл шаруашылығы жұмыстарын: себу, минералдық тыңайтқыштарды енгізу, өсімдіктерді қорғау құралдарымен өңдеу үшін автопилотирлеу жүйесімен жабдықтау қажет.

Жұмыс істеу принципі триадамен анықталады: спутниктің сигналы Трактордa орнатылған қабылдағышпен қабылданады, содан кейін машина командаларды орындайды. Нәтижесінде бұл тәулігіне 24 сағат өндіруге болатын жұмыстарды орындау кезінде қыртыстар мен дәлсіздіктер болмайды. Бұл бірінші кезең.

Екінші кезең-ауыл шаруашылығы алқаптарын карталау. Осы кезеңде өнімділікті карталау жүйесін енгізуге болады. Дәл егіншілік жүйесін енгізуді параллель жүргізу құрылғысын сатып алудан бастауға болады. Жүйе өрістерді өңдеу дәлдігін 8-10% - ға арттырады және еңбек өнімділігін 20% - ға арттырады (4).

Жалпы Қазақстанда нақты егіншілік жүйесі Солтүстік, Орталық Ақмола обылысында басталып, Алматы облысының Қаскелен Агропаркінде жүргізілуде.

Мысал ретінде Солтүстік Қазақстанның топырақтарында (оңтүстік карбонатты және кәдімгі қаратопырақ) нақты егіншіліктің технологиялық элементтерін және заманауи құралдарын қолдану арқылы дәнді және майлы дақылдарды өндіру кезінде нақты егіншілік жүйесін бейімдеу және жетілдіру мақсатында жүргізілді.

2017 жылы Солтүстік Қазақстан облысының кәдімгі қаратопырақ және Ақмола облысының оңтүстік карбонатты аймағында территорияның агроландшафттық ұйымдастырылуын есепке ала отырып, бөлек жер пайдаланудың құнарлылықтың негізгі көрсеткіштерінің ауытқуын анықтау жалғастырылды.

Нақты егін шаруашылығында нақты жедел ақпарат алу үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарын (БПЛА) немесе дрондарды пайдалану мүмкіндігі бар, олар жай түсірілім және инфрақызыл диапазонда NDVI вегетация индексі түрінде ақпарат алу үшін түсіруді жүргізе алады.

YARA Konica Minolta N-тестерінің далалық анықтағышын жаздық бидай өсімдіктеріндегі азоттың динамикасын бақылау бойынша дәнді дақылдарды әр түрлі биопрепараттармен өңдеу арқылы ұсақ бөлу тәжірибесінде қолдану мүмкіндігі көрсетілген. Азоттың құрамы үлкен көрсеткіштерге сәйкес келді.Ауылшаруашылық дақылдарының жай-күйі туралы жедел ақпарат алу және кен орындарындағы проблемалы аумақтарды анықтау үшін БПЛА-ны (дрон Фантом 4) қолдану әдістемесін әзірлеу жүргізілді. Ұшудың оңтайлы биіктігі, көлбеу бұрышы, тәулік уақыты анықталды.

Нақты егіншілік жүйесін енгізу - бұл ресурсті үнемдейтін және экологиялық ауыл шаруашылығына жұмсалған материалдарды қысқартуға қабілетті инвестиция, бұл Агробизнесте, жеткілікті шектеулі мүмкіндіктер болған жағдайда, менеджмент пен есепті автоматтандырумен қатар, жоғары бәсекеге қабілеттілікті сақтау және серпінді, жылдан жылға өз табысын арттыру мүмкіндіктердің бірі болып табылады.

Әдебиеттер:

1. Адаптация и совершенствование систем точного земледелия при производстве зерновых и масличных культур в Северном Казахстане (промежуточный)// Отчет НИР, Научно-производственный центр зернового хозяйство им.А.И.Бараева- Научный 2017, - 42 с.

2. Пресс-служба Премьер-Министра Республики Казахстан.– Режим доступа: https://primeminister.kz/ru/news/all/vnedrenie-elementov-tochnogo-zemledeliya-pozvolit-snizit-poteri-na-25-a-evniev-15976 .

3. Дерек көзі: https://24.kz/ru/news/social/item/256072-9-kazakhstanskikh-khozyajstv-primenyat-tekhnologii-tochnogo-zemledeliya

4. Булак О.Н., Легостаева Л.В. Внедрение инновации в сельском хозяйстве как экономии средств предприятия // Материалы международной научно-практической конференции «Козыбаевские чтения-2014: роль Казахстана в интеграции евразийского пространства», 3 том.-63-64 б.

А.С. Канжанова

Развитие точного земледелия в Казахстане

Аннотация. В статье рассмотрены опыт, методы, экономическая эффективность применения технологий точного земледелия на территории Казахстана. Использование технологического подхода на основе точного земледелия позволит повысить уровень менеджмента сельскохозяйственного производства, обеспечит значительное сокращение материальных и трудовых затрат, повысит экологичность технологических процессов за счет рационального нормирования применения пестицидов. Также была дана краткая характеристика этапов реализации точного земледелия и дана информация о возможности использования беспилотных летательных

аппаратов (БПЛА) или дронов для получения достоверной оперативной информации в конкретном земледелии, которые будут проводить съемки для получения информации в виде обычной съемки и индекса вегетации NDVI в инфракрасном диапазоне.

Ключевые слова: точное земледелие, удобрение, дистанционное изучение Земли, геоинформационная система, спутниковая навигационная система, беспилотные летательные аппараты.

A.S. Kanzhanova

Development of the precision farming in Kazakhstan

Abstract. The article deals with the experience, methods, economic efficiency of precision farming technologies in Kazakhstan. The use of a technological approach based on precision agriculture will improve the level of management of agricultural production, will provide a significant reduction in material and labor costs, will increase the environmental friendliness of technological processes through the rational regulation the use of pesticides. There is also given a brief description of the stages of precision farming implementation and an information about the possibility of using unmanned aerial vehicles (UAVs) or drones to obtain reliable operational information in a particular agriculture, which will conduct surveys to obtain information in the form of conventional survey and vegetation index NDVI in the infrared range.

Keywords: precision farming, fertilizer, remote sensing, geographic information system, satellite navigation system, unmanned aerial vehicles

ӘОЖ 622.272

А.З.Капасова, Х.М.Қадылбекова

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Казақстан, Қарағанды қаласы

kapasova_77@mail.ru

"КЕНТӨБЕ" КАРЬЕРІНДЕ БАҚЫЛАУ СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖЕЛІСІ

Аңдатпа. *"Кентөбе" карьеріндегі құламаларының орнықтылығын бақылау үшін, профильді сызықтар түрінде бақылау станциялары салынды. Бақылау станциясын болмысқа шығару жергілікті жерде тиісті бұрыштарды және ұзындықтарды салу арқылы жүргізілді. Карьердің Шығыс және солтүстік-батыс жағдауындағы сазды еңістердің жай-күйін бақылауды жүзеге асыру үшін, нақты профильді сызықтарда желілер түрінде металл реперлер салынған.*

Түйін сөздер: *профильді сызықтар, триангуляциялық пункттер, гидрогеологиялық жағдайлар, тектоникалық бұзылулар.*

"Кентөбе" карьеріндегі құламаларының орнықтылығын бақылау үшін, профильді сызықтар түрінде бақылау станциялары салынды.

Бақылау станцияларының орналасуы кенорындарын игерудің тау-кен-геологиялық жағдайларын ескере отырып қабылданған. Жүргізілген зерттеулер мен тау-кен-геологиялық құжаттаманы талдау нәтижесінде карьердегі еңістер деформациясының келесі салалары анықталды:

- Шығыс борты жоғарғы сазды кемерлер (1- сурет);
- Карьердің Шығыс бортындағы кемерлердің жоғарғы сазды еңістерінің деформациясы;
- Шығыс борты жоғарғы сазды кемерлер;
- Карьердің Батыс борты жоғарғы кемердегі деформация: жартасты жыныстардағы шөгінділер және сазды еңістердегі шөгінділер;
- Солтүстік борт [2].

Сурет 1 - Шығыс борты: жоғарғы сазды кемерлердің деформациясы

Қазіргі заманда карьерлердің жағдауының орнықтылығын бақылау үшін, сандық технологиялар кең қолдау тапқан. Сандық-аналитикалық тәсіл үлкен әмбебаптыққа ие, өйткені бір мезгілде жағдау профилі, гидрогеологиялық жағдайлар, тектоникалық бұзылулар сияқты бірқатар геологиялық және техногендік факторларды ескеруге мүмкіндік береді.

Кемерлер, жағдаулар мен үйінділер еңістерінің орнықтылығының жай-күйін бақылауға арналған станциялар профильдерінің сызықтары қазбаның ең терең бөліктерінде орналасады. Профильдік сызықтар түріндегі бақылау станцияларының орналасу сұлбасы карьердің жағдау сілемдерінің жай-күйін талдау негізінде таңдалған.

Бақылау станцияларының желісі бастапқы триангуляциялық пункттерді, карьердегі профильді сызықтардың байланыстырушы және жұмыс реперлерін қамтыды.

Бақылау станциясын болмысқа шығару жергілікті жерде тиісті бұрыштарды және ұзындықтарды салу арқылы жүргізілді. Профильді желілердің реперлерін бөлу Leica TCR 1202 электрондық тахеометрінің (2 - сурет) көмегімен аспаптық түрде жүргізілді. Реперлерді салу орындары диаметрі 10 мм-ге дейінгі және ұзындығы 30-40 см-ге дейінгі, жармадан 5см-ден аспайтын арматуралық кесінділермен белгіленді.

Сурет 2 - Leica TCR 1202 электрондық тахеометр

Маркшейдерлік бақылау тау-кен кәсіпорнының қауіпсіз дамуындағы маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Себебі, олар бақылау нүктелерін өлшеуге, сілемнің қауіпті ығысуы туралы ескертуге мүмкіндік береді.

Карьерлер жағдауларының деформациялануын маркшейдерлік бақылау кен орындарын ашық тәсілмен игеру кезінде тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізудің міндетті шарты болып табылады, бірақ мұндай бақылауларды жиі ұйымдастыру практикада үлкен қиындықтарға

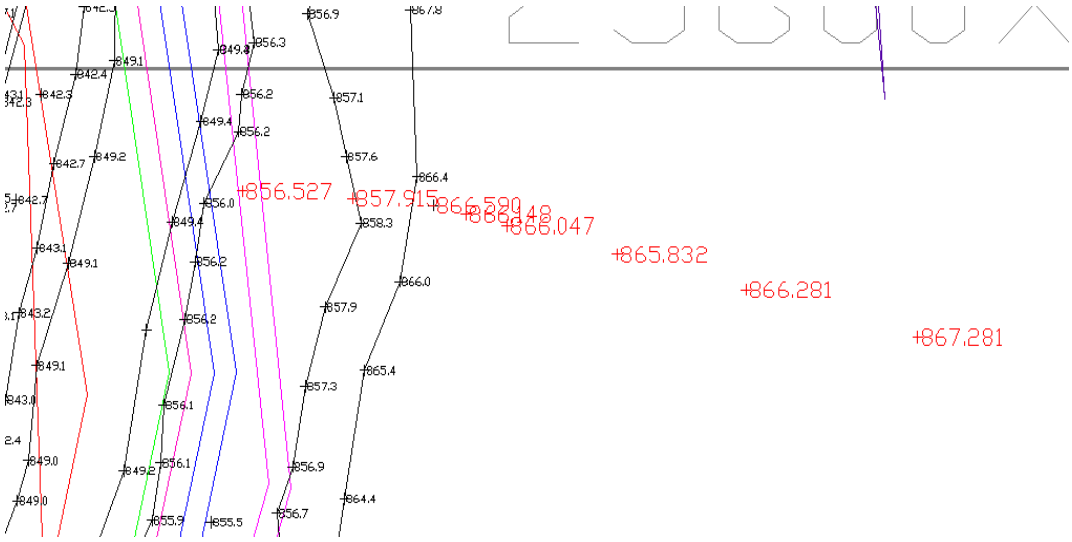
әкеледі. Карьер жағдауларының үлкен ұзындығы, көптеген кемерлерде аралық бермалардың бұзылуы, кемерлер бойынша қозғалуға арналған баспалдақтардың болмауы немесе олардың бақылау ауданынан алыстығы, дала жұмыстарының үлкен еңбек сыйымдылығы карьерлерде бақылаудың дамыған желісінің болуына мүмкіндік бермейді [1].

Бақылау станциялары карьердің Батыс бортының орнықтылығының жай-күйіне аспаптық бақылау жүргізу үшін, XII-XII профильді сызықтар ауданында салынған, 3-суретте келтірілген. Тірек реперлер болуы мүмкін деформация аймағынан тыс жерде салынған.

Тау-кен жұмыстарын дамыту кезінде қажет болған жағдайда бақылау станцияларын қайта жаңарту, бастапқы қалыптардың өзгермеген жағдайында жаңа тірек және жұмыс реперлерін салу жүргізіледі [3].

Әрбір бақылау станциясы үшін, жүйелі аспаптық бақылау жүргізу кезінде бастапқы пункттерді тез, қатесіз табу үшін және бақылау уақытында бағдарлаудың бірыңғай жүйесін ұстануға мүмкіндік беретін профильді сызықтардағы тірек реперлерін байланыстыру және бағдарлау схемалары анықталған.

Бақылау станциясының жұмыс реперлерінің жоғалуы тау-кен жұмыстарының дамуы кезінде және бақыланатын желі ауданында көшкін құбылыстары немесе опырылулардың дамуы кезінде пайда болуы мүмкін.



Сурет 3 - Карьердің Шығыс бортының бақылау станциясы

Карьердің Шығыс және солтүстік-батыс жағдауындағы сазды еңістердің жай-күйін бақылауды жүзеге асыру үшін, нақты профильді сызықтарда желілер түрінде металл реперлер салынған. Әрбір сызықтағы репер саны 8-ден 11 данаға дейін ауытқиды. Барлығы 37 репер. Реперлердің жағдайы (олардың геодезиялық түсірісі) қолда бар геодезиялық тірек желісіне (Кентөбе, Карьерный, Қадыр пункттері) байланыстыру жолымен орындалған. Leica TCR 1202 роботталған электронды тахеометрдің көмегімен жұмыс жүргізілген. Алынған аспаптық өлшеулердің деректерін талдау мыналарды көрсетеді:

- (№1 және 2 профильдік сызықтарда) А, В және С станциялары ауданындағы жер беті тұтастай алғанда тұрақты күйде болады, алайда, қисық аймақта 1,5-2,5 м қашықтықта созылатын кернеулердің болуы байқалады. Сілемнің деформациясы А станциясында тік жылжулардың болуымен расталады, 131мм-ден (VOSTA - 6 реперінде) 11мм-ге дейін (VOSTA-9 реперінде); В станциясында VOSTB - 3 реперінде тік ығысу байқалады, ол 74мм құрайды; С станциясында тік жылжу VOSTC - 5 реперінде 26 мм құрайды.

Карьердің солтүстік-батыс бортында қатты ығысулар байқалмайды, тігінен максималды ығысу ZAPD-7 реперінде 12 мм құрайды.

- А, В және С станциялары ауданында еңістер мен бермалардағы сазды сілем көтеріліп, өңделген кеңістікке қарай шағын шамаға қарай жылжыды. Жоғары +14мм-ден + 27мм-ге дейін және көлденеңінен-11мм-ден +25мм-ге дейін.

D станциясы ауданында еңістер мен бермалардағы сазды сілем анағұрлым тұрақты. Төменге жылжу - 9мм, ал көлденеңінен - 11мм құрайды.

Қорытындылап айтқанда: тұрақты аспаптық бақылау негізінде карьерлік еңістердің орнықтылық жай-күйі мониторингінің маңызды міндеті Кентөбе темір кен орнының қауіпсіз және тиімді игерілуін қамтамасыз етеді.

Кентөбе кен орнының темір рудалы карьерінің жағдаумаңындағы сілемдерінің жай-күйін зерттеу барысында келесі жұмыстар жүргізілді:

1. "Кентөбе" карьерінің жағдаумаңындағы сілемдерінің жай-күйін геомеханикалық зерттеуі;
2. Тау жыныстарының кен-геологиялық сипаттамалары зерттелді;
3. Карьерлік құламаларды нақты тексеру орындалды;
4. Карьердің борттық алаптарының орнықтылық жағдайын талдау негізінде бақылау станцияларының репердерін салу учаскелерін таңдау жүргізілді, профильді сызықтардың құрылымы мен ұзындығы анықталды;
5. Мониторинг үшін, бақылау станциясы мен бақылау пункттері салынды.

Әдебиеттер:

1. Проект разработки месторождения «Кентобе» по доработке запасов руды в проектных контурах карьера согласно показателям Рабочей программы к Контракту недропользования// Челябинск 2012.

2. Отчет о научно-исследовательской работе. Инструментальных наблюдений за сдвижением бортов карьера и отвалов на железорудном месторождении» Представительства Оркен-Кентобе ТОО «Оркен» АО «АрселорМиттал Темиртау» (вторая серия), г.Караганда, 2018г.

3. Низаметдинов Н.Ф, Низаметдинов Ф.К, Бесимбаева О.Г, Ожигин С.Г. Маркшейдерский автоматизированный мониторинг состояния прибортовых массивов. г.Караганда, КарГТУ, 2008 жыл

А.З.Капасова, Х.М.Қадылбекова

Сеть контрольных станций в карьере "Кентобе"

Аннотация. Для контроля устойчивости откосов в карьере "Кентобе" построены контрольные станции в виде профильных линий. Вывод станции наблюдения в натуру производился на месте с нанесением соответствующих углов и длин. В ходе изучения состояния массивов на месторождении кентобе в состоянии железорудного карьера проведены следующие работы: геомеханическое исследование состояния массивов на месторождении "Кентобе"; изучены горно-геологические характеристики горных пород; выполнена точная проверка карьерных откосов; проведен выбор участков строительства реперов контрольных станций на основе анализа состояния устойчивости бортовых массивов карьера, определены структура и длина профильных линий; построены для мониторинга, наблюдательные станции и наблюдательные пункты.

Ключевые слова: профильные линии, триангуляционные пункты, гидрогеологические условия, тектонические нарушения.

A. Z. Kapasova, Kh.M.Kadylbekova

A network of monitoring stations in the career of "Kentobe"

Abstract. To control the stability of slopes in the quarry "Kentobe" built control stations in the form of profile lines. The conclusion of the observation station in nature was made on the spot with the application of appropriate angles and lengths. During the study of the state of the massifs at the kentobe field in the state of iron ore quarry, the following works were carried out: geomechanical study of the state of the massifs at the Kentobe field; studied the geological characteristics of rocks; performed an accurate check of the quarry slopes; the selection of sites for the construction of reference frames of control stations based on the analysis of the stability of the onboard massifs of the quarry, the structure and length of the profile lines; built for monitoring, observation stations and observation points.

Key words: profile lines, triangulation points, hydrogeological conditions, tectonic disturbances.

УДК 528.3

А.Кенесбаева, М.Б.Нурпеисова
Satbayev University, Казахстан г. Алматы, agna68@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОСВОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕСУРСОВ

Аннотация. *В статье рассматриваются экологические проблемы освоения недр в целом и в Казахстане. Приведены сведения о последствиях крупномасштабной разработки нефтегазовых ресурсов, а также о геодинамическом мониторинге смещений земной поверхности на разрабатываемых нефтегазовых месторождениях Казахстана и результаты проводимых работ на конкретных месторождениях.*

Ключевые слова: *нефтяное месторождение, последствия освоения недр, методика, геодинамический полигон, мониторинг, GPS наблюдения.*

XX век был веком бурного развития энергетики. Развитые страны мира создали свой собственный энергетический потенциал. Энергетика стала мерилом развития цивилизации. В XX веке по отношению к энергетике было распространено утверждение: «Энергетика - высшее благо человечества». Развитие энергетики вызвало обострение противоречий в системе человек – природа – ресурсы. Только за последние 60 лет, на протяжении жизни всего одного поколения в мире было добыто и израсходовано более 250 млрд.т топлива - столько же, сколько за все предшествующие время существования человечества. Отсюда, с одной стороны - прогнозируемая исчерпаемость ресурсов, а с другой – непредсказуемая реакция природы на столь активное нарушение режима геологической среды, плюс вредные отходы. Еще 40 лет назад были выполнены прогнозы так называемого Римского клуба, основанного известным учёным и промышленником Аурелио Печчеи, о деградации окружающей среды и была выпущена известная книга «Пределы роста». Таким образом, 1972 г. прозвучало первое предупреждение, но к сожалению, мало что изменилось с тех пор (рис.1).

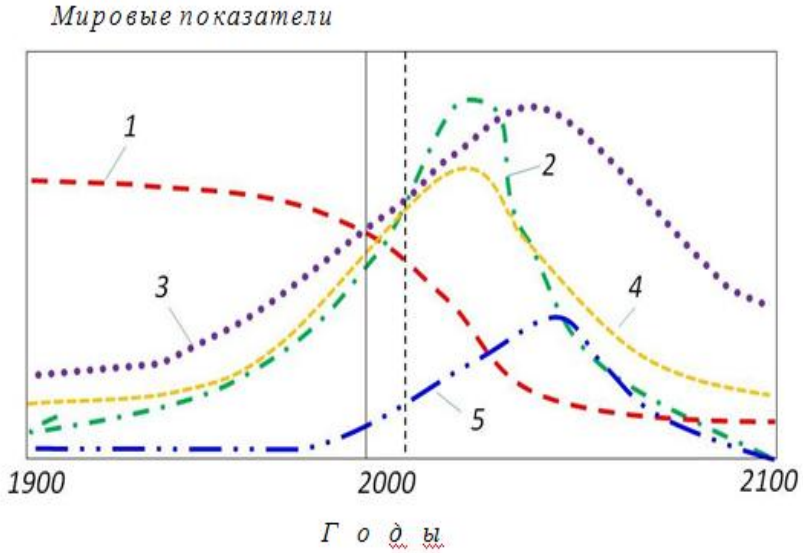


Рисунок 1 – Изменение показателей по прогнозу Римского клуба (1972г):
1-ресурссы; 2-объем промышленной продукции; 3-численность населения; 4-снабжение пищей; 5-загрязнение среды.

В отчете «Пределах роста» [3] и в других работах обращают внимание общественности на проблему истощения ресурсов.

Из последних исследований назовем публикации профессора Йоды (Япония) «Трилемма», угрожающая миру», яркие книги российских академиков Н.Н.Моисеева, В.И.Осипова, В.В.Лебедева, Ю.М.Горского и многих других. По определению японского профессора Йоды [4], в настоящее время вырисовывается трилемма, с которой в ближайшем будущем (50-60 лет) может встретиться население Земли, в результате чего возможен глобальный кризис. Трилемма (рис.2) состоит из трех взаимодействующих ограничений: натуральные ресурсы, энергетика и пища; экономическое развитие; окружающая среда.

А все начнется с того, что в середине XXI века население Земли достигнет 10 млрд. по расчетам экстраполяции. Для того чтобы удовлетворить основные нужды и хотя бы минимальные потребности такого населения, необходимо иметь пятикратный рост мировой экономики, Подчеркнем еще раз: немного более чем за полвека человечество удвоится, и экономическая активность за этот период должна быть увеличена в пять раз.

Рисунок 2 – Структура трилеммы

Экономика должна развиваться, для того чтобы поддерживать увеличение населения, но ее пятикратный рост повлечет за собой огромное потребление ресурсов, особенно снабжение пищей, энергией и водой, что в свою очередь будет необратимо воздействовать на окружающую среду. Вскоре при резком увеличении народонаселения мы будем пойманы глобальным кризисом в середине трех пересекающихся факторов – экономики, энергетики и ресурсов, окружающей среды.

Так, загрязнение природной среды, порождаемое современной технологией, разрушает здоровье и приводит к сокращению средней продолжительности жизни человека, снижая тем самым темп увеличения численности земного населения.

Настоящим бедствием в последнее время стали катастрофы танкеры, перевозящих нефть.

Участились аварии на нефтепроводах нашей страны. Помимо нарушения почвенного покрова, загрязнения атмосферы, нарушения поверхностного стока и рельефа, имею место изменение температуры и влажности грунтовой толщи, что способствует развитию экзогенных геологических процессов. Длительный, интенсивный отбор флюидов и нагнетание в пласты для поддержания давления, приводят к изменению напряженно-деформированного состояния геосферы.

Крупномасштабное освоение нефтегазовых ресурсов, приводит к интенсивным движениям земной поверхности, как в пределах локальных площадей, так и в отдельных структурных элементах, в результате чего происходят искривление буровых скважин, разрыв нефтегазовых и водяных трубопроводов, вывод из строя железных и автомобильных дорог, подземных коммуникаций и инженерных сооружений, что в свою очередь приводит к значительному экономическому ущербу. При разработке месторождений углеводородов во многих нефтегазоносных бассейнах мира зарегистрированы сильные, и даже катастрофические геодинамические явления, связанные с добычей нефти и газа. Эти явления реализуются в форме землетрясений, активизации разломов, интенсивных просадок земной поверхности. Примером могут служить сильные землетрясения на газовых месторождениях-Газли(Узбекистан), Лак(Франция), Strachan v Snipe Lake(Канада): Fashing(США) и ряде других. Все это является прямым следствием изменения геодинамического режима геологической среды под влиянием крупномасштабного освоения месторождений углеводородов.

Интерес к этой проблеме во всем мире из года в год постоянно растет. Это подтверждается различными докладами и сообщениями, которые регулярно публикуются в международных научно-технических журналах и обсуждаются на ежегодных научных конференциях, посвященных разработке методов и принципов ведения геодинамического мониторинга на территориях месторождений углеводородов. Однако эти работы не в полной мере учитывают весь спектр геодинамических процессов, индуцированных разработкой нефти и газа, что убедительно подтверждается результатами экспериментальных исследований, проводимых «Программой проведения комплексного геодинамического мониторинга природно-техногенных процессов на месторождении углеводорода в период 2012-2016 гг» КазНИТУ имени К.И.Сатпаева» [1-3]

Целям и задачам контроля за геодинамическим состоянием недр и решения проблемы обеспечения геодинамической безопасности освоения углеводородного потенциала недр территории газонефтяного месторождения Северные Бузачи, расположенного в Мангистауской области РК, должно отвечать адекватное построение наблюдательных систем и организация на них мониторинговых наблюдений на весь период разработки месторождений.

В соответствии с Положением о Государственном мониторинге недр РК, в функцию геодезической службы входит выполнение мониторинга недр, включая процессы сдвижения горных пород и земной поверхности, геодинамические процессы при недропользовании, а также, объекты земной поверхности и окружающая природная среда.

Для выполнения работы использован комплексный метод исследований (рис.3), включающий: анализ и обобщение отечественного и зарубежного опыта по геодинамическим исследованиям; проведение повторных инструментальных наблюдений за деформациями подрабатываемых территорий с помощью современных электронных приборов; обобщение и статистическая обработка их результатов; внедрение в производство рекомендованных мероприятий, их экономическая оценка.

На основе анализа геологии и тектоники района, численного моделирования и экспериментальных оценок напряженного состояния в массиве выделяются «энергонасыщенные» зоны, которые определяют границы зоны геодинамического мониторинга. Затем организуется мониторинг опасной зоны, который включает в себя в основном контроль деформации и параметров геофизических полей.

Точную информацию о деформациях земной поверхности можно получить прямыми геодезическими наблюдениями на геодинамических полигонах. Высокоточные геодезические измерения дают возможности выявить подвижность блоков вблизи разлома, что существенно для оценки геодинамической ситуации в районе освоения нефтегазовых месторождений. Так, по простиранию месторождения заложена профильная линия 1-1

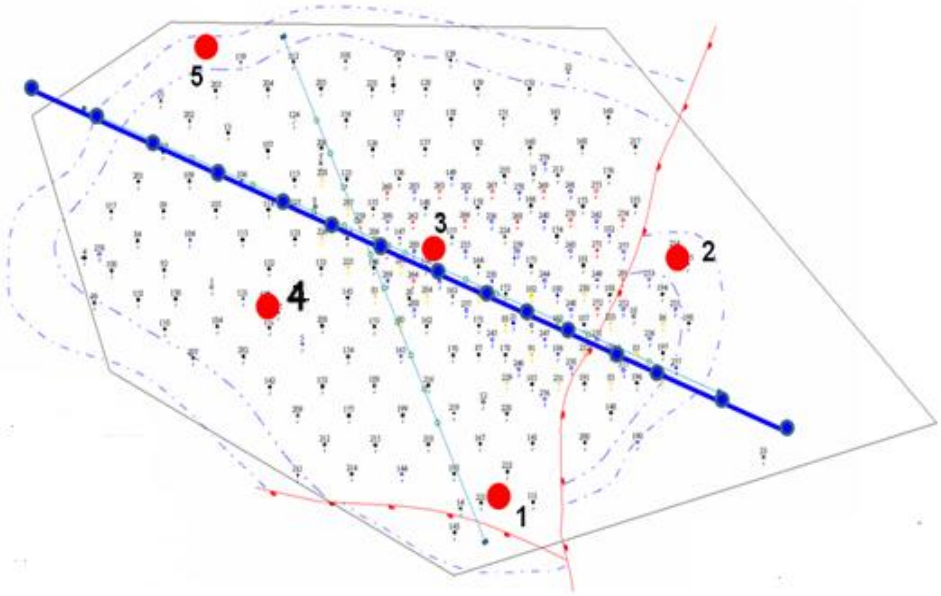
повторного нивелирования, состоящей из 16 пунктов. Всего GPS-пунктов -5, из них пункт № 3 был включен в нивелирную линию (рис.4).

Измерения выполнялись на 4 GPS-пунктах (в том числе на 1 опорном пункте GPS-5 и на 3 рядовых пунктах) внутри контура залежи. Для выполнения GPS-измерений были использованы 4 комплекта GPS оборудования: двухчастотные приемники типа Leica 1200.

Позиционирование 4 долговременных GPS – пунктов на месторождении определялось в статическом режиме группами по 4 приемников с привязкой наблюдений к базовому опорному пункту GPS-5. Наблюдения выполнены в режиме статики, продолжительностью синхронного сеанса не менее 24 часов с интервалом записи 30 секунд.

Полевая обработка выполнялась непосредственно на участке работ для оценки качества измерений и необходимости проведения дополнительных контрольных измерений. Обработка выполнялась с использованием специализированного программного обеспечения Leica Geo Office от базового пункта GPS-5.

Рисунок 3 – Схема методики комплексной оценки и прогноза явлений в ГДП



Синие кружки – нивелирные пункты, совмещенные с гравиметрическими пунктами; красные кружки - GPS-пункты

Рисунок 4 – Схема проектного расположения нивелирных пунктов, совмещенных с гравиметрическими пунктами и GPS-пунктов на территории месторождения

Дальнейшем вся информация о закономерности процесса сдвижения системы и параметры её критического состояния поступает в экспертную систему, где на основе интегрирования баз данных и знаний делается оценка состояния ПТС, и обосновываются соответствующие управленческие решения. Конечная цель этих решений – обеспечить или адаптационное функционирование ПТС, или контролируемый вывод ее критического состояния.

Выводы: 1. В XXI веке нефтегазовый комплекс может встреться со значительными трудностями в виде непредсказуемых экологических и техногенных последствий. Одно утешение - предполагается, что эти процессы будут идти медленно.

2. Произведен всесторонний анализ отечественного и зарубежного опыта по геодинамическим исследованиям по проведению инструментальных наблюдений за деформациями подрабатываемых территорий, что позволило разработать методику комплексной оценки и прогноза опасных явлений в геодинамических полигонах.

3. В дальнейшем, постоянное изучение геодинамических условий подрабатвыемых территорий нефти и газа позвлит обеспечить экологическую и промышленную безопасность освоения недр. Бережное отношение, уважение к природной земле Казахстана необходимо как для нас самих, так и для гармоничного развития в светлом будущем.

Литературы:

1. Экологическая и промышленная безопасность освоения недр//под общей редакцией М.Нурпеисовой.-Алматы.: КазНИТУ – 2016. – С. 435.

2.Сидоров В.А. Прогноз и контроль геодинамической обстановки в регионах Каспийского моря в связи с развитием нефтегазового потенциала.- М.: Научный мир,2002.-148 с

3. Медоуз. Пределы роста (перевод с англ). -М.: Недра, 1972.

4. Иоды.Трилемма, угрожающая миру.-М.: МГФ, Знание, 1999.-186 с.

5. Отчет по теме «Проведение геодинамического мониторинга на месторождении Каракудук».-Атырау, 2010.-34 с.

6. Нурпеисова М.Б., Кенесбаева А. Прогноз техногенной опасности земной поверхности//Горный журнал Казахстана, – 2018. №11. – С.24-29.

А.Кенесбаева, М.Б.Нұрпейісова

Мұнайгаз ресурстарын игерудің экологияық және өндірістік қауіпсіздігі

Аннотация. В статье рассматриваются экологические проблемы освоения недр и вопросы мониторинга смещения земной поверхности над разрабатываемыми нефтегазовыми месторождениями

Ключевые слова: нефтяное месторождение, последствия освоения недр, методика, геодинамический полигон, мониторинг, GPS наблюдения.

A.Kenesbaeva , M. B. Nurpeisova

Environmental and industrial safety of oil and gas resources

Abstract. The article discusses the environmental problems of the development of mineral resources and the monitoring of the displacement of the earth's surface over the oil and gas fields being developed.

Key words: oil field, the consequences of subsoil development, methods, geodynamic test site, monitoring, GPS observation.

УДК 622.831

Б.И.Кидирбаев, Е.Х.Какимжанов, Н.Б. Имансакипова, П.А.Московчук

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И,Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

kid_pochta@mail.ru

ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В НАЗЕМНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МЕТРО

Аннотация. *В статье рассмотрены факторы, влияющие на деформационные процессы в наземных и подземных сооружений в зоне строительства и эксплуатации метрополитена. Показаны необходимость для обеспечении эффективности и безопасности освоения подземного пространства организации контроля и прогноза деформационных процессов и их развития. Достоверная геологическая информация территории трассы метро совместно с результатами эффективного мониторинга позволяет сделать объективную оценку предельно допустимых значений возможных деформации для недопущения кризисных ситуации. Моделирование деформационных процессов в наземных и подземных сооружениях позволяет создавать непрерывные ситуационные и прогнозные карты.*

Ключевые слова: *деформационные процессы, мониторинг, метрополитен.*

Современный темп развития городов приводит к интенсивному освоению подземного пространства этих территорий в связи со строительством коммуникаций, объектов транспортной инфраструктуры, развитием сети метрополитена, и домов с многоуровневой подземной частью.

Для обеспечения эффективности и безопасности освоения подземного пространства, на первый план выступают вопросы прогноза и контроля деформационных процессов, и влияния их развития на строящиеся и эксплуатируемые объекты на поверхности.

Основной причиной возникновении активизации процессов сдвижения при строительстве подземных и наземных объектов является изменение свойств грунтово-породного массива в зоне взаимного влияния. От строящихся подземных объектов основным видом влияния будет растяжение, вызванное разуплотнением, а от строящихся наземных объектов - сжатие. В связи с чем создаются условия образования участков массива горных пород, где одноименные сдвижения и деформации складываются, что приводит к активизации процесса сдвижения, проявляющегося в увеличении не только величин, но и скоростей развития сдвижений и деформаций. Особую опасность активизация представляет для коммуникаций имеющих большую протяженность в плане и для высоких сооружений.

Для коммуникаций имеющих большую протяженность многократно увеличивается возможность разрыва, скашивания и скручивания, а для высоких сооружений - кренов.

В процессе производства горно-строительных работ физико-механические свойства горных пород меняются, что оказывает влияние на характер протекания процессов деформирования массива [1]. При совместном влиянии на массив подземных и наземных объектов результирующий вектор сдвижения направлен в сторону подземного сооружения.

Процессы сдвижения горных пород наиболее ощутимы при проходке тоннелем контактных зон скальных и дисперсных пород. Воздействия подземных выработок носят силовой характер и эти нагрузки тем больше, чем больше интенсивность деформации дневной поверхности. Причем наиболее опасными являются не столько абсолютные величины осадок, сколько их относительная неравномерность, т.е. крен зданий.

Одним из основных факторов, влияющим на смещение конструкции тоннельной обделки и ее деформации, являются внешние воздействия. Учитывая стесненность городских застроек и интенсивное развитие возможно проявление дополнительных нагрузок на конструкции перегонных тоннелей, которые могут привести к деформации.

В зависимости от геологических условий, величина горного давления отличается по направлениям, и, это обуславливает отличие деформации: осадка креплений при проходке штолен и разработке калотт; осадки сводов готовых сооружений; сближения стен готовых сооружений; выпучивания лежанов рам, лотков и обратных сводов. В малоустойчивых породах горное давление бывает настолько большим, что разрушаются уже сооруженные конструкции[2].

Конструкция подземного сооружения, имеющая жесткость отличную от жесткости грунтового массива, искажает поле напряженно-деформированного состояния, поэтому в грунте вокруг подземной выработки могут образовывать зоны концентрации напряжений.

На рисунке 1 приведена диаграмма соотношений факторов влияющих на смещение и деформацию тоннельной обделки метро.

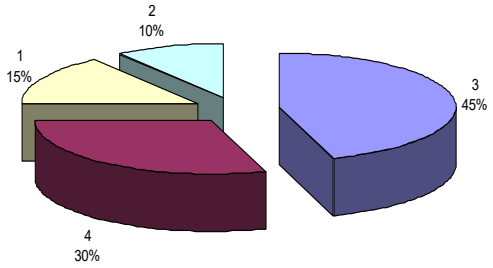


Рисунок 1 - Диаграмма соотношений факторов влияющих на смещение и деформацию тоннельной обделки метро

1-Сейсмические воздействия; 2-Нагрузка от других сооружений; 3- Геологическое строение грунта; 4- Качество монтажа тоннельной обделки.

Для повышения надежности, долговечности, безопасности эксплуатации сооружений необходима объективная и точная информация взаимодействий конструкций с грунтовым основанием и внешней средой. Такое решение является основой для успешного выполнения концепций по безопасной эксплуатации инженерных сооружений в сейсмоопасных условиях [3]. Достоверная информация геологической изученности на участке строительного объекта, результаты геодезических наблюдений, способствуют определению надежности общего состояния этих сооружений, выбору методов наблюдений и позволяет сделать объективную оценку предельно допустимых значений возможных деформаций.

Основной целью геодезического мониторинга по наблюдению деформационных процессов состояния зданий и инженерных сооружений является:

– определение абсолютных и относительных величин осадок и деформаций;

– выявление причин возникновения и степени опасности деформаций;

– определение характеристик устойчивости оснований и надёжности фундаментов сооружений и при строительстве и эксплуатации, а также изменения этих воздействий;

– предупреждения возможных рисков.

Определение напряженно-деформированного состояния здания необходимо для обеспечения нормальной эксплуатации строительного объекта. Это требует от исполнителей геодезических наблюдений, в зависимости от параметров строительного объекта, создания специального проекта ведения геодезических работ.

На основании анализа результатов измерений деформаций делается техническое заключение о состоянии и прогнозе развития выявленных деформаций, разрабатываются рекомендации о продолжении мониторинга и геодезических наблюдений, или, наоборот, – об увеличении числа циклов измерений деформаций и пригодности их к дальнейшей эксплуатации.

Деформация инженерных сооружений возникает вследствие воздействия природных и техногенных факторов, формы, размеров и жесткости фундамента, распределения нагрузок внутри постройки [4].

Разность координат и разность наблюдений циклов измерений – два основных метода, используемых для определения деформации инженерных сооружений по геодезическим данным.

При изучении деформаций сооружений геодезическими методами возникает необходимость в определении точности измерений, от которой зависит выбор метода и средств измерений и, что самое важное – достоверность получаемых результатов. Деформация инженерных сооружений определяется как геодезическими, так и негеодезическими методами. По результатам измерений, выполняемых негеодезическими методами, такими как индикаторы часового типа, уровнемеры, датчики уровня, тензометры и др., получают величины так называемых относительных осадок. При помощи геодезических методов находят абсолютные величины деформаций сооружений по отношению к знакам, установленным на определенном расстоянии от сооружений и принимаемым практически за неподвижные. Для измерений деформаций инженерных сооружений может быть использовано различное оборудование оптические и цифровые нивелиры, теодолиты, электронные тахеометры, GPS, лазерные сканеры, датчики углов наклона и другие [5]. Все результаты измерений деформаций сооружений, полученные с помощью различных методов, синхронизируются по временным меткам и систематизируются в виде графиков для дальнейшей обработки и оценки.

Литературы:

1. Садықов Б.Б., Рысбеков К.Б., Қожаев Ж.Т., Солтабаева С.Т., Байгурин Ж.Д. Влияние трещиноватости горных пород на геомеханические процессы //Вестник Национальной академии горных наук №1/(2)2018. - 2018. - 73с.

2. Методология проектирования строительства подземных сооружений/А.В.Корчак; Науч.консультант: Б.А.Картозия. – М.: Недра коммюникейшнс ЛТД, 2001

3. Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений: Учеб.пособие для студентов вузов. – М.: Изд-во Моск.гор.ун-та, 2001

4. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий, и сооружений. – М.: Стройиздат, 1975. – 142 с.

5. Мониторинг деформационных процессов строительных и инженерных объектов [Электронный ресурс]. – Центр «Геодинамика». МИИГАиК, Режимдоступа: http://www.geodinamika.ru/main/engineer/ deformation-monitoring/.

Б.И.Кидирбаев, Е.Х.Какимжанов, Н.Б. Имансакипова, П.А.Московчук

Метро әсер ететен аймақта жерасты мен жер үсті нысандарының деформациялық процесстерге әсер ету факторлары

Аңдатпа. Бұл жұмыста метро аймағындағы жер үсті және жер асты нысандарды салу және пайдаланудағы деформациялық процестер қарастырылған. Жер асты кеңістікті меңгерудің тиімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін деформациялық процесстерді және оның дамуын бақылау және жабалауды ұйымдастырылуды қажеттілігі көрсетілген. Метрополитен трассасы аумағындышынайы геологиялық ақпарат және жер асты мен жер үсті нысандарда деформациялық процесстерді кешенді үлгілеу мониторингтің нәтижесі негізінде болжамдық және жағдайлық карталарды үздіксіз жасауды мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: деформациялық процесстер, мониторинг, метрополитен

B.I.Kidirbayev, E.H.Kakimzhanov, N.B.Imansakipova, P.A.Moskovchuk

Factors of influence on deformation processes in ground and underground structures in the metro area of influence

Abstract. The article reviews the influences on deformation processes in the ground and underground structures of the area of construction and operation of the metro. To ensure the efficiency and safety of underground space development, the necessity of monitoring and forecasting of deformation processes and their development are shown. The reliable geological information of the metro route territory and modeling of deformation processes in the ground and underground structures on the base of the comprehensive monitoring system results allow creating continuous situational and forecast maps.

Keywords: deformation process, monitoring, metro

УДК 528.721

Ж.Т.Кожаев, А.А.Спицын, А.В.Чернов, Г.С.Шакиева
Satbayev University, Казахстан, г.Алматы
gulim-05@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА С ВЫСОТОЙ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Аннотация. *В работе рассматривается влияние атмосферного давления и температуры воздуха на показатель преломления света в воздухе, изменение величины которого по высоте определяет значение скорости и степень искривления траектории (рефракции) светового луча, оказывающих значительное влияние на формирование точности измерения оптическими геодезическими приборами. Получено аналитическое выражение функциональной зависимости значения показателя преломления в воздухе от высоты над уровнем поверхности для использования в практических расчетах коррекции получаемых результатов. Это позволяет перейти от измеримых линейных и угловых величин к истинным.*

Ключевые слова: *давление, температура, показатель преломления, рефракция, точность.*

Незаменимость оптических приборов различного функционального направления в геодезических съемках инициировало создание широкого спектра высокопроизводительных автоматизированных лазерных тахеометров и сканеров, высокоточных электронных теодолитов, повышающих эффективность измерений. Несмотря на принципиальные различия в технологии и методов съемки, общим у приборов является измерение линейных размеров и угловых величин по световому лучу [1-4]. Естественному - для теодолитов, лазерному - для тахеометров и сканеров. При этом принимается прямолинейное распространение света с постоянной скоростью, что возможно только при условии проведения измерений в вакууме или в оптически однородной среде. В реальных условиях наличие атмосферы на пути светового луча нарушает изотропность среды в следствии изменения плотности с давлением и температурой воздуха, что приводит к уменьшению скорости и искривлению траектории светового луча, другим эффектам. Такие изменения

распространения света по своей физической природе объясняются влиянием атмосферы на относительной показатель преломления среды. В связи с этим, учет влияния атмосферного давления и температуры воздуха на показатель преломления света является актуальной задачей решение которой позволит поддерживать требуемую точность геодезических измерении оптическими приборами независимо от изменения состояния атмосферы.

По определению, отношение скорости света с в вакууме к фазовой скорости υ в среденазывается относительным показателем преломления среды:

$$n = \frac{c}{\upsilon} = \sqrt{\mu\varepsilon} \approx \sqrt{\varepsilon}, \quad (1)$$

где μ и ε -относительные магнитная и диэлектрическая проницаемости среды (для оптического диапазона волн $\mu \approx 1$).

Для любой среды, кроме вакуума, величина n зависит от частоты света и состояния среды (ее температуры, плотности и т.д.). Для учета поглощения света средой вводится комплексный показатель преломления. Зависимость относительной диэлектрической проницаемости ε от плотности среды ρ может быть выражена как:

$$\varepsilon = \beta^2 \rho, \quad (2)$$

где β^2 - коэффициент пропорциональности, зависящий от физической природы среды. Из распределения Больцмана [5] для молекул воздуха по значению потенциальной энергии в поле земного тяготения следует:

$$\rho = \rho_0 \mathrm{e}^{-\frac{\mu g H}{RT}}, \quad (3)$$

где ρ_0 – плотность воздуха на поверхности Земли, μ – молярная масса воздуха, g – ускорение свободного падения, R – универсальная газовая постоянная, Т – абсолютная температура воздуха на высоте Н.

Подставляя (3) в (2), а затем (2) в (1) получим:

$$n = \beta\sqrt{\rho_0} e^{-\frac{\mu g H}{2RT}} \quad (4)$$

Начальная плотность ρ_0 определяется из уравнения Менделеева-Клайперона:

$$\rho_0 = \frac{\mu R T_0}{p_0}, \quad (5)$$

где T_0 – абсолютная температура воздуха на поверхности Земли; p_0 – давление вблизи земной поверхности.

Допуская, в первом приближении линейную зависимость температуры от высоты в пределах 100 м, можно записать что:

$$T = T_0 - \alpha H, \quad (6)$$

где α – коэффициент пропорциональности.

Подставляя (6) в (4) получаем зависимость показателя преломления света в тропосфере от высоты будет иметь вид:

$$n = n_0 e^{-\frac{\mu g H}{2R(T_0 - \alpha T)}}, \quad (7)$$

где n_0 – показатель преломления воздуха на поверхности Земли при T = To и H=0.

Уравнение позволяет при известных начальных значениях T_0, p_0, или n_0 вблизи земной поверхности определять показатель преломления света воздухе в любой точке траектории светового луча.

Зависимость показателя преломления света от высоты приводит к рефракционному искривлению траектории луча (рис.1).

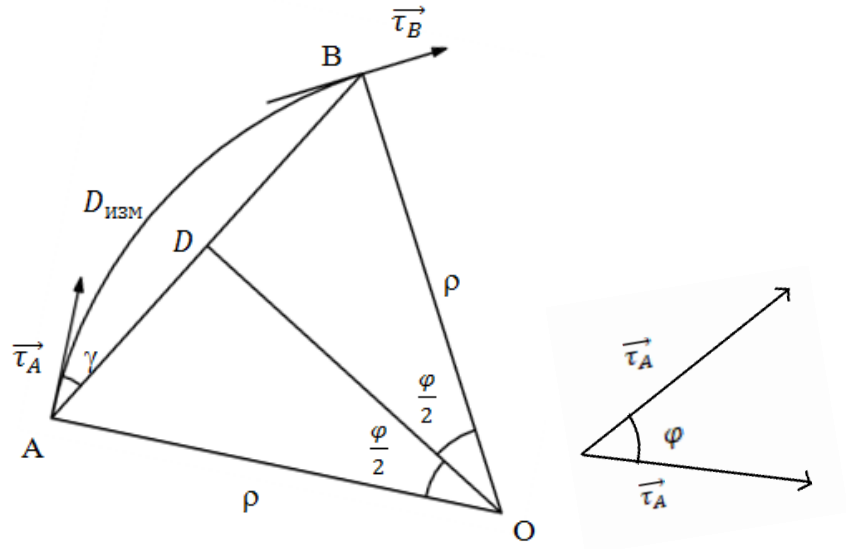


Рисунок 1 –Траектория светового луча.

Длина дуги AB представляет собой измеренное расстояние $D_{изм}$, хорда AB – истинное геометрическое расстояние D, AO=OB=ρ – радиус кривизны, φ – центральный угол дуги, соответствующий углу поворота касательных к дуге в точках A и B.

Из рисунка 1 видно:

$$D_{изм} = \rho\varphi, \quad (8)$$

$$D = 2\rho \cdot \sin\frac{\varphi}{2}. \quad (9)$$

Раскладывая $\sin\frac{\varphi}{2}$ в ряд и ограничиваясь двумя членами разложения получим:

$$\sin\frac{\varphi}{2} = \frac{\varphi}{2}\left(1 - \frac{\varphi^2}{24}\right). \quad (10)$$

Подставляя выражение (10) в уравнение (12) получим:

$$D = \rho\varphi\left(1 - \frac{\varphi^2}{24}\right). \quad (11)$$

Для получения уравнения связи между D и $D_{изм}$ заменим φ в уравнении (11) из уравнения (8):

$$D = D_{изм}\left(1 - \frac{D_{изм}^2}{24\rho^2}\right). \quad (12)$$

В работе [1] получено выражение, определяющая радиус кривизны траектории ρ вблизи сферической поверхности Земли:

$$\rho = \frac{n_0}{\sin \alpha_0 \left(\frac{dn}{dH}\right)}, \quad (13)$$

где α_0 – угол, под которым луч входит в атмосферу (угол падения); n_0 – показатель преломления атмосферы на уровне положения сканера; $\frac{dn}{dH}$ –градиент показателя преломления по высоте. Градиент, так же как в работе [3] предлагается определять экспериментальными методами. Условие зависимости показателя преломления от изменяющихся температуры и давления требует проведение величины показателя по высоте перед каждой съемкой. Нахождение градиента по полученной аналитической зависимости показателя преломления от высоты (7), позволяет ограничиваться измерением только начальных значений давления p_0 и температуры T_0. Таким образом, предложенная методика учета влияния атмосферного давления на показатель преломления света в воздухе значительно упрощает переход от измеренного расстояния $D_{\text{изм}}$ к истинномуD, и делает возможным автоматизированного внесения поправок в результаты каждого измерения.

Литературы:

1. Середович В.А. Наземное лазерное сканирование: Монография / В.А.Середович [и др.]. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.
2. К.Б.Рысбеков, М.Е.Куттыкадамов, А.А.Спицын,// Повышение эффективности наземного лазерного сканирования// Украина: Материалы Международной научно-технической конференции «Инновационное развитие горнодобывающей отрасли». Кривой Рог, 2016.- С.144.
3. Рысбеков К.Б., Кожаев Ж.Т., Имансакипова Н.Б., Куттыкадамов Е.Е. Влияние барометрического эффекта на точность результатов наземного лазерного сканирования высотных объектов// Сборник трудов международной научно-практической конференции. «Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно- металлургического комплекса».- г. Алматы, -2017г.,
4. В.Д.Большаков, Ф.Дейлих, А.Н.Голубев, В.П.Васильев, Радиогеодезические и электрооптические измерения. М.Недра 1983г., 303с.
5. Т.И. Трофимова. Курс физики, 11-е изд., стер. - М.: Академия, **2006.**— 560 с.

Ж.Т.Кожаев, А.А.Спицын, А.В.Чернов, Г.С.Шәкиева

Биіктік бойынша жарықтың сыну көрсеткішінің өзгеруінің геодезиялық аспаптардың өлшеу дәлдігіне әсері

Аңдатпа. Жұмыста атмосфералық қысымның және ауаның температурасының ауадағы жарықтың сыну индексіне әсер етуі қарастырылған, оның өлшемі оптикалық геодезиялық аспаптар арқылы өлшеу дәлдігін қалыптастыруға айтарлықтай әсер ететін жарық сәулесінің траекториясының (рефракция) жылдамдығын және қисықтық дәрежесін анықтайды. Алынған нәтижелерді түзету практикалық есептерде пайдалану үшін ауадағы сыну көрсеткішінің функционалдық тәуелділігі бетіндегі деңгейден жоғары биіктікте анықталады.

Түйін сөздер: қысым, температура, сыну көрсеткіші, рефракция, дәлдік.

Zh.Kozhaev, A.Spicyn, A.Chernov, G.Shakiyeva

The effect of changes in the refractive index of light with height on the accuracy of measurements of geodetic instruments

Abstract. The paper discusses the influence of atmospheric pressure and air temperature on the refractive index of light in air, the change in the magnitude of which determines the velocity and the degree of curvature of the trajectory (refraction) of the light beam, having a significant impact on the formation of measurement accuracy by optical geodetic instruments. An analytical expression is obtained for the functional dependence of the value of the refractive index in air on the height above the surface level for use in practical calculations of the correction of the results obtained.

Keywords: pressure, temperature, refractiveindex, refraction, accuracy.

ӘОЖ 528.3

Қ.Қартбаева[1], М.Б.Нұрпейісова[1], Ж.Т.Өміржанова[2]
[1]Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы
[2]Халықаралық білім корпорациясы, Қазақстан, Алматы каласы
kura_2008@bk.ru

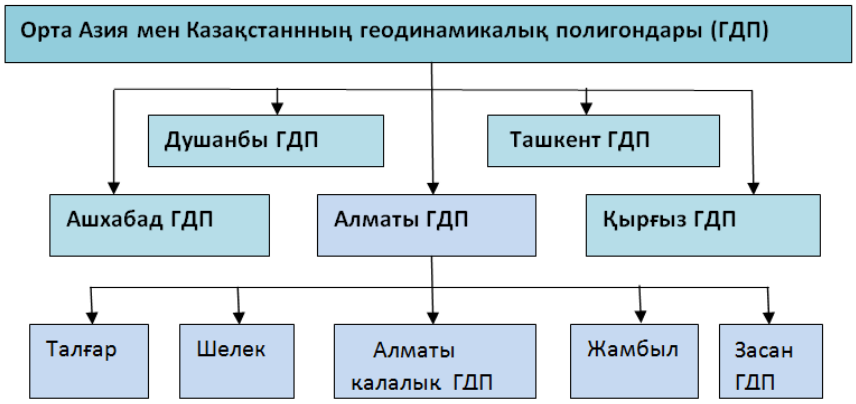
ОРТА АЗИЯ МЕН ҚАЗАҚСТАННЫҢ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ПОЛИГОНДАРЫ

Аңдатпа. *Мақалада Орталық Азия мен Қазақстанның белсенді геодинамикалық аймақ екендігі, геодинамикаға табиғи факторлардан басқа техногендік әсерлердің ықпалы және де геодинамикалық полигондарда GPS бақылауларын ұйымдастыру, жүргізу және олардың нәтижелерін өңдеу жұмыстары қарасытылған.*

Түйін сөздер*: Орталық Азия, Қазақстан, Алматы қаласы, геодинамика, мониторинг; геодезия, тұрақты станциялар.*

Орталық Азия аймағы (Қазақстан, Қырғызстан, Тәжікстан, Түрікменстан және Өзбекстан) күрделі жер бедеріне жатады және геодинамикалық тұрғыдан зерттеу үшін өте қызықты. Белсенді қазіргі геодинамикалық процестер Азия аумағының едәуір бөлігінде жалғасып жатқан таутүзілуімен байланысты және де ол осы өңірдің жоғары сейсмикалығының себепшісі. Жоғары геодинамикалық белсенділіктің салдары Орталық Азиядғы жер сілкінісі, су тасқыны, көшкін, мұздық көлдердің жарылуы, селдер, құрғақшылық және т. б. болып жатқан табиғи жағдайлар осы жоғары геодинамикалық белсенділіктің салдары деп білеміз. Табиғи және табиғи-техногендік апаттар адамдардың өліміне, материалдық және экономикалық шығындарға әкеп соқтырады, экологиялық проблемалар туғызады және Орталық Азиядағы қоғамның тұрақты дамуы мен әл-ауқатына қатты теріс әсер етеді (1-сурет).

ҚР Төтенше жағдайлар Жөніндегі Агенттігінің деректері бойынша, Қазақстан үшін ықтимал қауіпті дүлей зілзалалар арасында, жер сілкінісі бірінші орында тұр. Бұл қауіп 18 миллионға жуық қазақстандық және республиканың 450 мың шаршы шақырымды аумағын қамтиды.. Сейсмикалық аймақта 27 қала мен 400-ден астам елді мекен және де шамамен 40% жуық республиканың өнеркәсіптік әлеуеті орналасқан.



Сурет 1 - Орта Азия және Қазақстан геодинамикалық полигондары

Алматы қаласы үшін, жер сілкінісінің максималды шамасы 7,5 баллмен бағаланған, Іле Алатауының зілзала аймағы ең үлкен қауіпті болып табылады. Осыған байланысты, 1970 жылы өңірлік (үлкен) және Алматы қаласы үшін(кіші) ГДП құрылды. Алғашқы байқау 1971-

72 жылдары жасалды. Біріншісінің мақсаты – негізгінде Жер қыртысының қазіргі вертикаль қозғалысын анықтау болды .

Жер сілкініс қаупі төніп тұрған нысандарға Алматы, Шығыс Қазақстан, Жамбыл, Оңтүстік Қазақстан облыстары және де Алматы қаласы жатады. Алматы қаласы орналасқан Тянь-Шань тауы солтүстік етегінің жер қыртысы бүкіл Орталық Азияда сейсмикалық қауіпті болып табылады. Геодинамикалық процестерге әсер ететін техногенді себептер: инженерлік қызмет, пайдалы қазбаларды игеру, метрополитендерді жүргізу және т.б. жатады [1, 2].

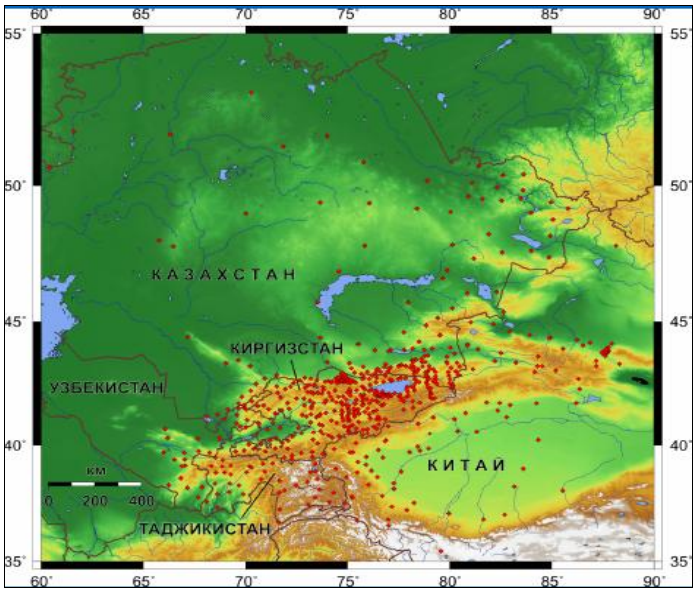
Алматы сияқты ірі мегаполистер үшін жер бетінің деформациясының туындау ықтималдығы өте зор. Алматы қаласы Қазақстанның ең жиі қоныстанған, көптеген табиғи апаттардан (жер сілкінісі, көшкіндер, су тасқыны және сел) қауіп-қатерлерге ұшырап тұратын таулы аумақта орналасқан. Көшкіндік процестер Алматы қаласының аумағында және көршілес Орталық Азия елдердің кең таралуына –көбінесе таулы бедер әсер етеді. Көшкін құбылыстары Қазақстан Республикасының аумағында тіркелген табиғи апаттардың едәуір бөлігі болып табылады

Мұндай геодинамикалық зерттеулерде жер қыртысының қазіргі қозғалыстарының сандық параметрлерін анықтаудың тікелей әдісі GPS болып есептеледі. Бұл жағдайда бақылау пункттерін жабыдықтау – өлшенетін реперлік марканы жоғары дәлдікте бірнеше рет қайталап бақылауға сәйкес болуы қажет.

Орта Азия мен Казахстанда GPS торабының қалыптасуы 1992 жылдан басталған. Қазіргі кезде ол 639 бақылау пункттерінен тұрады, оның ішінде Қырғызстанда 319, Қазақстанда 169, Тәжікстанда 42, Өзбекстанда 35 және Қытайда 74 пункттер орналасқан(2-сурет).

Әрі қарай осы Алматы қаласының ГДП сында жүргізілген GPS-бақылауларына тоқталамыз. ғарыштық геодезия әдістері негізінде жүргізілген жұмыстардың нәтижелерін қарастырамыз.

Мұндағы негізгі мақсат - жер сілкінісі, көшкін , гидрометеорологиялық қауіп-қатерлер немесе адамның қоршаған ортаға тигізетін әсері сияқты кез-келген қауіптіліктің пайда болу жағдайында жедел әрекет ету және ертерек ескерту жүйесін құру. Осы жұмыстарды жүзеге асыруда табиғи және техногендік апаттарды болжау тұрғысында геодинамикалық жүйелердің кернеулердің шиеленіс жағдайын математикалық модельдеу және сәйкестендіру әдістерін әзірлеу маңызды болып табылады [3].



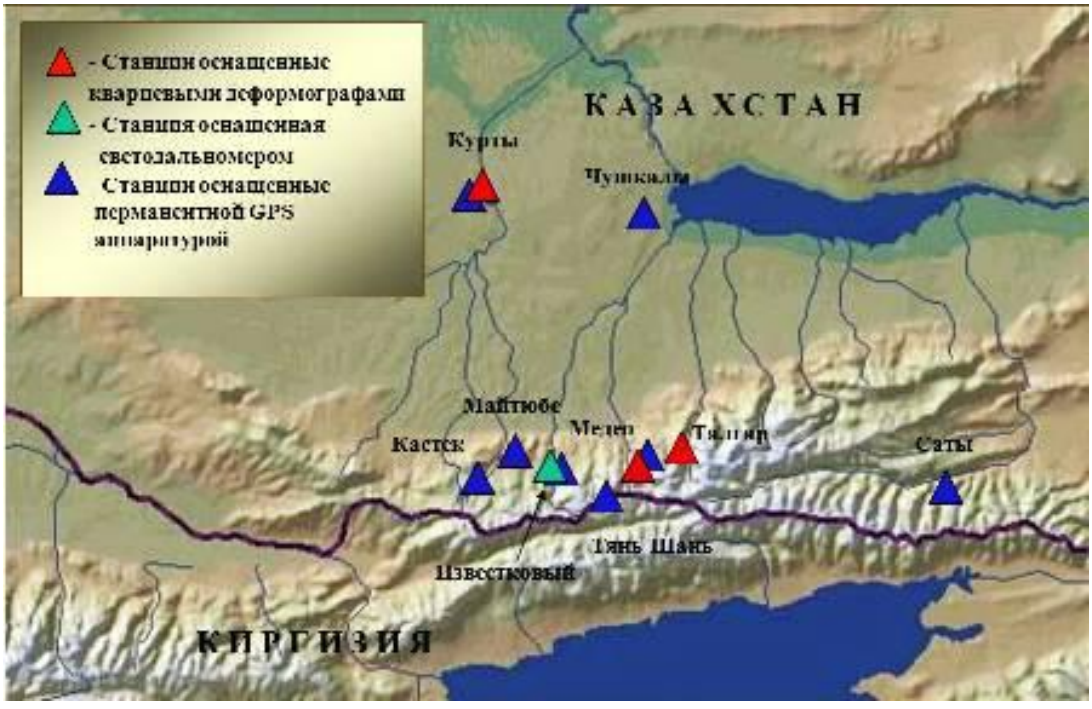
Сурет 2 - Орта Азия геодинамикалық GPS торабы

Республикамыздың индустриялық-инновациялық дамуы үшін өзекті бағыттардың бірі – Қазақстан Республикасының аумағында жерсеріктік геодезиялық желі салу және бірыңғай мемлекеттік координаттар жүйесін орнату болып табылады. Осыған орай, республикамызда жаңа координаттар жүйесін жасаудың және дамытудың,сонымен қатар, Қазақстанның сейсмобелсенді аумақтарындағы геодинамикалық полигондарда (ГДП) жоғары дәлдікті геодезиялық өлшеулермен толық қамтамасыз ету өзекті мәселесі туындады. Міекей осындай жұмыстырды атқарып жатқан мекемелердің қатарына Қазақстан Республикасы Сейсмология институтына қарасты «Сейсмологиялық тәжрибелік-әдістемелік экспедиция» жауапкершілігі шектеулі қоғамы және т.б. жатады.

Бүгінде Алматы қаласының полигонында геодинамикалық мониторинг Сәтпаев атындағы ҚазҰТЗУ сейсмология институтымен бірлесе отырып, жер бетінің әр түрлі қозғалыстары бойынша жүргізілуде[4].

Геодинамикалық полигондарда үздіксіз GPS бақылауларын жүргізіп отыратын пункттер де (перманенттік) бар, олардың 11 –і Қазақстан, 10-і Қырғызстан және 4-еуі Тәжікстан аумағында орналасқан. Алматы қалалық геодинамикалық полигонында үздіксіз бақылау жүргізілетін GPS қабылдағыштарыменжабдықталған станцияларды орналастыру схемасы 3-суретте және координаталары мен сигнал қабылдау кодтары 1-кестеде келтірілген.

Алматы қаласында жер қыртысыының жылжу жылдамдықтарын анықтауда екіжиліктегі Leica GRX1200PRO GPS қабылдағыштары және қайталуп нивелирлеуде Trimble DiNi фирмасының штрих-кодтық рейкамен жабдықталған сандық лазерлік нивелир қолданылды.. Мұндай жүйенің артықшылығы өлшеу қарапайымдылығы, оқу және жазу қателігінің болмауы, деректерді өлшеу және тіркеу кезінде биіктікті автоматты есептеу болып табылады [4]. Ал мониторингтік GPS өлшеулері нәтижелерін өңдеу АҚШ-тың Массачусет технологиялық университетінің GAMIT/GLOBK бағдарламасымен жүзеге асырылуда.



Сурет 3 - Үздіксіз геодинамикалық бақылаулар жүргізетін GPS пункттері

Кесте 1 - Жергілікті GPS тоаптарының тұрақты пункттері

Код	Атаулары	Бойлық	Ендік	GPS-қабылдағыштарының түрлері
SELE	Селезащита	77,01689	43,17873	TurboRogue SNR 8000
TSHN	Тянь-Шань	76,94381	43,04197	Leica GRX1200GGPRO
CHLK	Шелек	78,37300	43,52900	Leica GRX1200GGPRO
CHUM	Шөміш	74,75100	42,99900	ROGUE SNR-8000
IZVS	Известковое	44,43840	33,34140	TRIMBLE 4000SST
KAST	Кастек	75,96700	43,04500	ROGUE SNR-8000
KURY	Курты	76,33900	43,89400	ASHTECH Z-XII3
MATB	Майтөбе	76,42687	43,12999	TRIMBLE 4000SST
SATY	Саты	78,40800	43,05700	ASHTECH Z18
TURG	Тургень	75,38800	40,51700	ROGUE SNR-8000
CHSH	Шошқалы	76,99760	43,85394	Leica GRX1200PRO

Әдебиеттер:

1.Атрушкевич П.А., Остропико П.А. Геодинамические исследования на Алма-Атинском полигоне //Современные движения земной коры. М.: Наука, 1984. С. 23-28.

2. Мазуров Б.Т., Хамедов В.А., Князьков А.С. Опыт использования космических снимков с космических аппаратов типа "Канопус-В" и "БКА" для обнаружения участков нефтяных загрязнений на месторождениях Западной Сибири // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 179–183.

3. Қарбаева Қ.Т. Геодинамикалық полигондар және жерсеріктік бақылаулар жайлы //Сәтбаев оқулары-2018. -Алматы: ҚазҰТЗУ, 2018. - С. 941-945.

4. Картбаева К.Т., Омиржанова Ж.Т. Геодезические наблюдения на Алматинском ГДП.-Ташкент**:** ТашГТУ, 2018. - С. 63-74.

К.Т.Картбаева, М.Б.Нурпеисова, Ж.Т.Оміржанова

Геодинамические полигоны Средней Азии и Казахстана

Аннотация. Центральная Азия и Казахстан являются активным геодинамическим регионом. Кроме природных, на геодинамику влияют техногенные причины. Актуальными являются вопросы организации, проведения мониторинг и обработки результатов GPS наблюдений.

Ключевые слова: Центральная Азия, Казахстан , Алматы, геодинамика, мониторинг; геодезия, постоянные станции.

K. T. Kartbaeva, M.B Nurpeisova, J.T. Omirzhanova

Geodynamic polygons of Central Asia and Kazakhstan

Abstract. Central Asia and Kazakhstan are active geodynamic regions. In addition to natural, geodynamics influenced by man-made causes. Relevant issues are the organization, monitoring and processing of GPS observations.

Key words: Central Asia, Kazakhstan , Almaty, geodynamics, monitoring; geodesy, permanent stations.

ӘОЖ 622.852

Н.Қуаныш, Г.М.Қырғызбаева
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы
n.kuanzn@mail.ru.

ШАЛҚИЯ КЕНОРНЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ЖЫЛЖУЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. *Мақалада бүгінгі күннің өзекті мәселесі болып отырған, жер қойнауын игерудің табиғи ортаға тигізетін зиянды әсерлерін, оның ішінде тау жыныстарының жылжуын маркшейдерлік бақылау, алдын-ала болжау және оларды азайту мәселесі аясында Шалия кенорнында алынған нәтижелер қарастырылған.*

Түйін сөздер: *Шақия кеніші, тау жыныстарының жылжуы, геомеханикалық процестер, бақылау станциясы, маркшейдерлік бақылаулар*

Кіріспе. Қазақстан өнеркәсібі дамуының басты бағыты – кен байлықтарымызды игеру. Осы байлықтар Кенді Алтай, Батыс және Орталық Қазақстан, Қызылорда және т.б. аймақтарды жылдам қарқынмен дамуда. Солардың бірі 1963 жылы ашылған Шарқия қорғасынды мырыш кенорны. Ол Қызылорда облысы Жаңақорған ауданында орналасқан. Арланған кен қоры 120 млн.тоннаны құрайды және ол Қазақстан Республикасының барлық қорының 30%.

Негізгі мазмұны. Топографиялық кпландағы абсолют биіктігі 250-300 м арлықтағы төбелік жазықтық болып келеді. Шалқия кен орны шоғыры 30-40 метрден 280 метрге дейін өзеріп созылған. Кен сілемінің қалыңдығы 80-120 м арлығында. Кен және оны қоршаған бос тау жынстары тектоникалық бұзылыстармен, сырғыма және күрделенген қатпарлы антиклинальді типтермен бөлшектелген.

Кен денесінің жату тереңдігі 50-500м, Протодьяконов шкаласы бойынша беріктігі 7-18 аралығында өзеріп отырады, орташа есеппен алғагда -16 және көлемдік салмағы -2,82 т/м^3. Төменгі кен денелерінің құлау бұрышы 0-48° аралығында; ал аударылған бөлігінде -75° дейін. Кен орнындағы қоршаған тау жыныстары берік категориячға жатады.

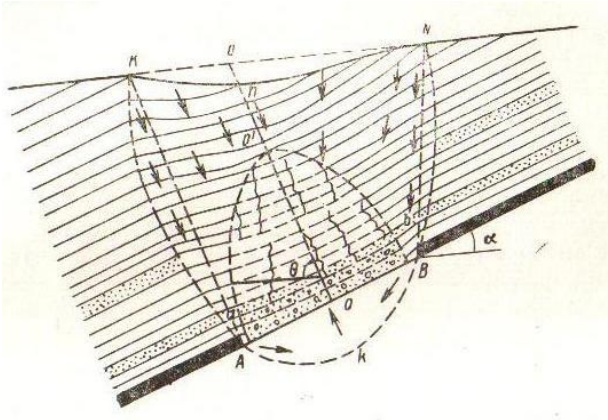
Шалқия кен орны бас және екі көмекші оқпып тау-кен жұмыстары жүріп жатыр.

Кеннің геологиялық орналасу жағдайына қарай үш қазу жүйесі таңдалған. Олар: камералдық-тіректі, камералдық-кентіректі, камералдық-кентіректе атылғыш заттың күшімен жеткізе қазу жүйелері.

Жерасты қазба жұмыстарының әсерінен тау жыныстарының жылжуы бірқатар мәселелерді қамтиды. Жерасты қазбаларын(әсіресе тазалау қазбаларын) жүргізу кезінде, жоғарғы қабаттағы тау жыныстарының табиғи тепе-теңдігінің бұрзылуын туындататын, үлкен қуыстар пайда болады. Бұзылған тау жыныстары біртіндеп деформацияланады және қазылған кеңістікті толтыруға тырысып ығыса бастайды.

Тау – кен жұмыстарының әсерінен жер астында пайда болған қуыстар жыныстар массивінің беріктілігін бұзып, кернеулік - деформациялық өрістер туғызады. Сөйтіп, ең алдымен тау жыныстары деформацияланады және жылжиды (кейде сырғиды), содан кейін ол жер бетінің жылжуына әкеп соғады. Мұның бәрі, әлбетте, жер үстінде және жер астында орналасқан тау-кен қазбаларына, құрылыстарға, айналадағы ортаға экономикалық, материалдық нұқсан келтіреді.

Жер қойнауының терең қабатында көлбеу орналасқан кенді игеру кезінде тазалау қазбасы үстіндегі тау жыныстары мен жер бетінің жылжу схмасы келтірілген (1-сурет).



Сурет 1 - Тазалау қазбалары әсерінен тау жыныстарының жылжу схемасы

Мұндағы KAkBN қисық сызықты контур – тау жыныстарының жылжу амағы, яғни кен қазудың әсерінен жылжу процесіне ұшыраған тау-кен массиві. Тау жыныстарының жылжуы мен деформациялану сипаттамасына қарай осы аймақты негізгі үш зонаға бөлуге болады:

- опырыла құлау зонасы –AabB нүктелерімен шектеседі;
- тау жыныстарының тұтастығы бұзылып иілген зона - ao'ba нүктелерімен шектескен;
- тау жыныстары тұтастығы бұзылмай иілетін

Осының нәтижесінде қазба төбелері мен бүйірлері бұзылып, жерасты қазбалары қирайды, қазбаларды қоршаған тау жыныстары мен жер бетінде жаппай жылжулар басталады [4]. Тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуде және кеншілердің еңбектерін қорғау мақсатымен жылжу процесі жүйелі түрде зерттеліп отырылады. Тау-кен жұмыстарының технологиясы жер қойнауында күрделі геомеханикалық процесті туындатады. Бұл процестер техникалық және экологиялық зардаптарға әкеліп соқтырады. Өте қалың және тіктеу орналасқан рудалық кендерді қазып алуда таужыныстары әлсіз беттер арқылы сырғу үдерісіне ұшырап, жер бетінде опырылған шұңқырлар пайда болады және көлік жолдары да бүліне бастайды (2-сурет).

Кен қазу жұмыстарының әсерінен туындайтын геомеханикалық үдерістер, әлбетте жер асты қазбаларында пайда болады. Жерасты қазбаларының төбесіндегі (әсіресе тазалау қазбалары төңірегінде) таужыныстарының тұтастығы бұзылып, біртіндеп массивтен ажырап, опырыла бастайды (2,*а*-сурет) және карьер түбінен немесе жоғарғы қабаттан жерасты кен қазбаларын су басып кету қауіпі де болады (2,ә-сурет).

Сурет 2 - Жерасты тау-кен жұмыстарының зиянды әсерлері

Тау – кен жұмыстары жүріп жатқан кездегі тау жыныстары массивінде пайда болатын механикалық процестер өте күрделі және олардың даму заңдылықтары сол ортаның жай-күйі мен мына факторларға байланысты болып келеді. Кенорны орналасқан ортаның жай-күйін жасанды түрде өгертуге болмайды, ол *табиғи жағдай*. Ал, *технологиялық факторларды* өзерту адамзаттың қолында. Сондықтан, оларға әсер ете отыра жер қойнауында жүріп жатқан геомеханикалық процестерді басқаруға болады. Осы айтылған екі топқа жеке-жеке тоқталамыз (3-сурет).

Сурет 3 - Геомеханикалық процестерге әсер ететін факторлар

Тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуде және кеншілердің еңбектерін қорғау мақсатымен жылжу процесі жүйелі түрде зерттеліп отырылады. Жылжу бұрыштарын анықтау үшін бақылау станциялары салынады да олар мезгіл-мезгіл бақыланып отырылады. Бақылау станциясы дегеніміз-белгілі бір жүйемен бір түзудің бойында салынған реперлердің жиынтығы. Бақылау станциясы бірнеше профильдік сызықтардан тұрады. Оның бірнешеуі кенге көлденең салынады,және бірнешеуі кеннің бойлығына салынады (4-сурет).

Әр түрлі кен орындарының өздеріне тән жылжу бұрыштары және ерекшеліктері болады. Сондықтан, сол ерекшеліктерді, жылжу процесіне жоғарыда айтып кеткен факторлардың әсер ету дәрежелерін және нақтылы жылжу бұрыштарын аспатар арқылы анықтау мақсатымен, бақылау стансаларын салады. Бақылау стансасы дегеніміз белгілі бір жүйемен жер бетінде және жерасты қазбаларындағы, негізгі тау жыныстарына бетондалып орнатылған нүктелердің (реперлердің) жиынтығы.

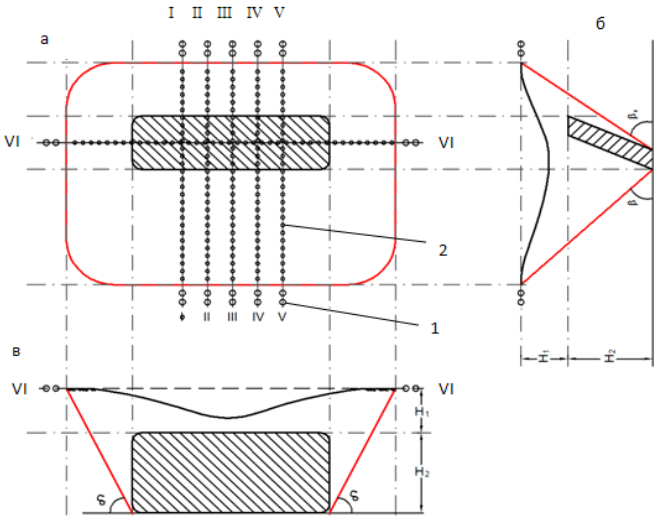
Бақылау стансалары: *көпжылжық, қысқа мерзімдік* және *арнаулы* стансалар болып бөлінеді.

Көпжылдық бақылау стансасы – кен қазу бірнеше қабаттарда жүріп жатқан кезде, жер беті жылжуының негізгі параметрлерін анықтау үшін салынады. Қысқа мерзімдік стансалар таукен жұмыстарының тереңдігі 250м –ге дейінгі жағдайда жылжудың жекелеген

параметрлерін (вертикаль және горизонталь жылжулардың жылдамдықтарын, забой төңірегіндегі жылжу бұрыштарын және т.б.) анықтау үшін, ал арнаулы стансалар – бір нысан астында кен қазылып жатқанда, сол құрылыстарды қорғау үшін және қазу жүйесінің тиімді параметрлерін таңдау мақсатымен салынып бақыланады.

Бақылау стансаларын салмай тұрып, ең алдымен оның жобасы жасалынады. Жоба түсіндірмелік жазбадан және сызбалардан тұрады.

Тау-кен жұмыстарының жүріп жатқан жеріне және бақылаудың мақсатына байланысты, салынатын стансанның орны анықталады. Бақылау стансасының реперлері профильдік сызықтар бойына салынады. Профильдік сызықтар кен созылымына кесе көлденең және бойлық бағыттарда жобаланады. Сөйтіп, бақылау стансалары, бойына реперлер бекітілген профильдік сызықтардан тұрады (4 – сурет).



Сурет 4 - Бақылау станциясы жобасының планы және қималары
а- *бақылау стансасының планы; б-кеннің көлденең қимасы;*
в –кеннің бойлық қимасы; 1-тірек реперлері; 2-жұмыс реперлері

Жылжу бұрыштары анықталмаған кенорындары үшін «Тау- кен геомеханикасы мен маркшейдерлік істің ғылыми-зерттеу институты» (ВНИМИ) арнайы нұсқауларынан жобалық жылжу бұрыштары (β, β_1, δ) алынып, олар арқылы кенорнына тән қауіпті жылжу аймағының шекарасы (суретте қызыл түспен белгіленген) анықталады. Профильдік сызықтардың ұзындықтары вертикаль қималарда қабылданған жылжу бұрыштары арқылы есептеледі. Мәселен, 4 а-суретіндегі көлденең 5 профильдік сызықтардың ұзындықтары бір-біріне тең, ал бойлық қимада -δ бұрышы арқылы шектелген VI-VI сызығының ұзындығына тең.

Профильдік сызықтардың ұзындықтары анықталғанннан кейін салынатын реперлердің конструкциясы және саны анықталады. Әр профильдік сызық екі тірек және жұмыс реперлерінен тұрады. Реперлердің конструкциялары негізгі тау жыныстарының беріктігіне байланысты таңдалалады. Тірек реперлері профильдік сызықтың жұмыс бөлігінен 50м кем емес жерде орналасуы керек, ал жұмыс реперлерінің ара қашықтықтары 10-15 м аралығында жобаланады.

Қорытынды. Суреттегі бақылау станциясының профильдік сызықтары тау-кен жұмыстарының жүріп жатқан жеріне және бақылаудың мақсатына байланысты салынды. Станция кеннің бойлығына кесе көлденең 5 профильдік және бойлық бойынша 1 профильдік сызықтардан тұрады. Әр профильдік сызық тірек және жұмыс жер реперларынан тұрады. Қазіргі кезде бақылау жұмыстарын жүргізуде осы күнгі замануи аспаптар,оның ішінде электронды тахеометр,электронды нивелир,электронды теодолит,лазерлік ұзындық өлшеуіштер кең қолданыс табуда.

Әдебиеттер:

1. Нұрпейісова М.Б. Жер қойнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі (монография) - Алматы: КазҰТЗУ, 2016.- 436 б.

2.Нұрпейісова М.Б. Геомеханика (оқулық).-Алматы:»Дәуір», 2014.-240 б.

3.Нұрпейісова М.Б., Рысбеков К.Б. Маркшейдерлік және геодезиялық аспаптар (оқулық). –Астана: Фолиант, 2013.- 258 б.

Н.Қуаныш, Г.М.Қырғызбаева.

Исследование сдвижения горных пород на месторождении Шалқия

Аннотация. В статье изложена методика наблюдения за сдвижением горных пород на руднике Шалқия.

Ключевые слова: рудник Шалқия, сдвижение горных пород, геомеханические процессы, наблюдательная станция, маркшейдерские наблюдения.

N. Kuanysh, G. M. Kirgizbaev.

The study of strata movement on mestorozdenii Sale

Abstract. The article describes the method of monitoring the movement of rocks at the mine Shalkiya.

Key words: mine Shale, the displacement of rocks, geomechanical processes, a monitoring station surveying observations.

ӘОЖ 622.8

Б.Мұхаметхан, М.Б.Нұрпейісова

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қазақстан, Алматы қаласы

muhamet@mail.ru

БҰРҒЫЛАУ-ЖАРЫЛЫС ЖҰМЫСТАРЫН МАРКШЕЙДЕРЛІК ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Аңдатпа. *Мақалада Ақтоғай карьеріндегі бұрғылау –аттыру жұмыстарын жобалау және жүргізу кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар қарастырылған.*

Түйін сөздер: *карьер, бұрғылау, аттыру, жобалау, маркшейдерлік жұмыстар .*

Бүгінде Қазақстан республикасы өзінің аумағы мен ұшан – теңіз табиғи байлығы жағынан ірі экономикалық аймақ болып отыр. Еліміздің жер қойнауында Менделеевтің химиялық кестесінде көрсетілген 110 элементтің 99 анықталып отыр. Оның 70 элементі барланып, бүгінде 60 пайдаға асуда. Дүниежүзі ғалымдарының бағалауы бойынша табиғи ресрустары қорынан әлемде алтыншы орында тұр. Ғалымдар Қазақстанның барланған жер қойнауындағы қорын шамамен АҚШ-тың 10 триллион долларына бағалап отыр. Қазақстан – мұнай, газ, титан, магний, қалайы, уран, атын және басқа түсті металдар қоры жағынан дүние жүзіндегі ең бай ел болып саналады. Вольфрам қорынан әлемде бірінші орында, хром мен фосфорит рудаларынан –екінші, ал қорғасын мен молибденнен – төртінші, жалпы темір рудалары қорынан (16,6 миллиар тонн) Бразилия, Австралия, Канада, АҚШ, Индия, Ресей мен Ураинадан кейін алтыншы орында тұрмыз.

Міне осындай байлығымыз туралы Қазақ ғылымының төрағасы, КССРО Ғылым академиясының академигі, әмбебап білім иесі Қ.И.Сәтбаев «Біздің Республикамыз өзінің ұлан –ғайыр шалқарында табиғи қазыналарды тығып сақтауда. Қазақстанның болашақ байлығы қазбасында, оны орынды пайдалану халықтың материалдық игілігі мен мәдени деңгейін, экономикасы мен әлеуметтік дамуын белгілейді» деген болатын. Осындай теңдесі жоқ , ең ірі мыс кен орындарының бірі Ақтоғай.

Ақтоғай кен орны Шығыс Қазақстан облысы Аягөз ауданындағы Ақтоғай кентінде орналасқан.Оны пайдалану мерзімі 50 жылдан астам. Кенді игеру жобасы мемлекеттік

индустриялды-инновациялық даму бағдарламасына және KAZ Minerals тобына кіреді (1-сурет).

Сурет 1 - Ақтоғай карьерінің көрінісі

Карьердегі бұрғылау-жарылыс процесі көп еңбек сіңіріруді және қауіпсіздік ережелерін қатал сақтауды талап ететін жұмыстар қатарына жатады (2-сурет) Оның барлық кезеңдері (далалық және камеральдық жұмыстары) маркшейдерлік қамтамасыз етуді қажет етеді. Бұрғылап-жару жобасын жүзеге асыру - барлық қатысушылардан (геологтар, маркшейдерлер, бұрғылаушылар және жарушылар) дәл ұйымдасқан және бір-бірімен байланысып жұмыс істеулеріне тікелей байланысты.

Карьерлердегі бұрғылап-жару жұмыстарын (БЖЖ) ұйымдастыру төмендегі ретпен орындалады:

1. Жарылыс жобасын жасау үшін қажетті мәліметтерді даярлау(БЖЖ жүргізілетін блокта геологиялық-маркшейдерлік түсірімдер жүргізу және оның негізінде тау жыныстарының, кеннің сипаттамаларын көрсететін блоктың планын жасау). БЖЖ жобалауда сол аймақтың 1:1000 немесе 1:500 масштабтағы планы жасалынады.

2.Жобадағы барлық ұңғымаларды қопарылыс алаңының бетіне көшіру және орындарын белгілеу.

Сурет 2 - Карьердегі жаппай жарылыстан көрініс

3.Ұңғымалардың тереңдігін анықтау, олардың жоба тереңдігінен артық үңгілену шамасын есептеу, ұңғымалар арасының, олардың қатарларының ара қашықтықтарын және қопарғыш заттардың (ҚЗ) көлемін анықтау.

4. Жарылыс ұңғымалары бұрғыланғаннан кейін маркшейдерлік түсірім нәтижесінде қопарылатын боктың орындалу планы мен қимасын жасау.

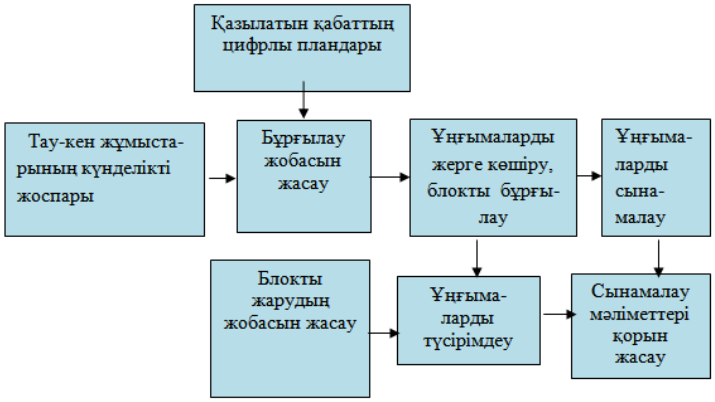
5. Бұрғыланған ұңғымалардың тереңдігін анықтап, олардың жобаға сәйкестігін тексеру.

6. Жарылыстан кейін қайтадан маркшейдерлік түсірім жүргізу, қопарылған тау-кен жыныстары қоспасының көлемін анықтау, жарылыстың нәтижесін шығару.

БЖЖ кезіндегі маркшейдерлік түсірімдер кезінде, маркшейдер кемердегі жарылыс ұңғымаларының бірінші қатарын қарсы жатқан кемер беткейін жармалап түсірімдейді. Профилдік (жармалап) түсірімдеудің мақсаты - бірінші қатардағы ұңғымаларға қажетті ҚЗ-дың салмағын есептеу үшін, кемердің негізгі геометриялық параметрлерін анықтау.

Бүгінде маркшейдердің атқаратын осындай ауқымды жұмыстары жеңілденіп, карьердегі БЖЖ маркшейдерлік қамтамасыз ету компьютерлік жолға қойылған. Бұрғылау-жару процесіндегі жұмыстарды автоматты түрде есептеу және модельдеудің жетекші фирмалар жасаған бірнеше бағдарламалары (Datamine, Ұлыбритания; Techbase, АҚШ; Gemcom, Канада; ВИОГЕМ, Ресей және т.б.) бар және олар Қазақстан кәсіпорындарында кеңінен қолданылуда.

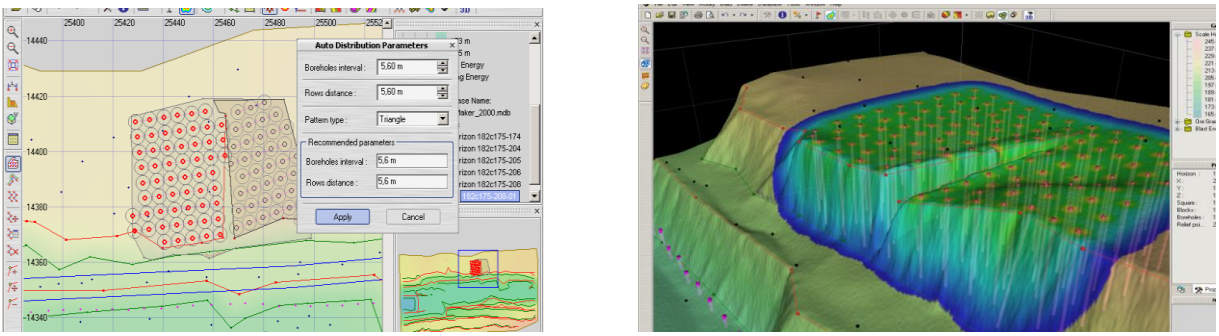
Бұл бағдарламалар БЖЖ-ға қажетті жоғарыда айтылған құжаттардың барлық түрлерін құрастыруға және редакциялауға, мәліметтер қорын жинақтауға сонымен қатар маркшейдерлік міндеттерді шешуге мүмкіндік береді. Мұндағы геологиялық, маркшейдерлік, бұрғылау-жару мәліметтері блокты сканерлеу суреттерінен және электронды тахеометрмен жүргізілген түсірімнің нәтижелерін компьютерде өңдеуден алынады (3-сурет).



Сурет 3 - Карьердегі бұрғылау-жару жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етудің блок-схемасы

БЖЖ-ын компрьюрлік жобалау мен маркшейдерлік қамтамасыз етудің жалпы схемасында екі кезең көкрсетілген: бұрғылаудың және блокты жарудың жобаларын карьерде автоматты режимде жүзеге асыру. Мұндағы жобалау технологиясы компьютерде, ешқандай қағазсыз жүргізіледі. Монитордағы ұңғымаларды орналастыру (28,а-сурет) мен қопарылатын блбокты модельдеудің (4,б-сурет) бейнелерін экранда курсор арқылы редакциялауға, масштабын өгертуге, жекелеген бөліктерін түзетуге болады.

а *б*



Сурет 4 - Қопарылатын блокты жобалау
а-ұңғымаларды орналастыру; б- блоктың 3D моделі

Жаппай жарылыстан кейін қайтадан маркшейдерлік түсірім жүргізіледі, қопарылған блоктың қимасы жасалынады және қопарылған жыныстары қоспасының көлемі, қопсу коэффициенті және т.б. анықталады, сонымен қатар, БЖЖ нәтижесі бойынша есеп беріледі.

Әдебиеттер:

1. Нұрпейісова М.Б. Жер қойнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі (монография) - Алматы: КазҰТЗУ, 2016.- 436 б.

2.Нұрпейісова М.Б. Геомеханика (оқулық).-Алматы:»Дәуір», 2014.-240 б.

3.Нұрпейісова М.Б., Рысбеков К.Б. Маркшейдерлік және геодезиялық аспаптар (оқулық). –Астана: Фолиант, 2013.- 258 б.

Б.Мухаметхан, М.Б.Нурпеисова

Маркшейдерское обеспечение буро-взрывных работ

Резюме. В статье изложены маркшейдерские работы при проектировании и ведение буро-взрывных работ на карьере Актоғай.

Ключевые слова: карьер, буровые работы, взрывные работы, маркшейдерские работы.

B. Mohamethan, M. B. Nurpeisova

Brilou-arylis imystery marksheider artemisis etu

Summary. The article describes the surveying work in the design and conduct of drilling and blasting operations in the career Aktogay.

Keywords: quarry, drilling, blasting, surveying.

УДК 622.272

Ф.К.Низаметдинов, Н.Ф.Низаметдинов, Р.Ф.Низаметдинов, Е. Жанатұлы, Х.М.Қадылбекова

Карагандинский Государственный Технический Университет, Казахстан, Караганда
niz36@mail.ru

ПОДГОТОВКА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ГЕОМЕХАНИКОВ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

***Аннотация**. в работе приведен методический подход по организации подготовки высококвалифицированных специалистов «Геомехаников» для горнодобывающих предприятий.*

***Ключевые слова:** кадры, цифровые технологии измерений, сканирование, лаборатории.*

Важнейшим условием реализации государственной программы индустриально – инновационного развития Республики Казахстан на 2015 – 2019 годы является подготовка кадров с высоким уровнем знаний и практическими навыками в горно – металлургической отрасли. Так, в процессе разработке месторождений полезных ископаемых особое внимание должно уделяться безопасной и рациональной разработке месторождений полезных ископаемых. Это связано, в первую очередь, с подготовкой специалистов «Геомехаников», отвечающих за правильную геомеханическую оценку состояния горного массива, во – вторых, внедрением прогрессивных технологических решений при добыче полезных ископаемых и, в третьих, использованием автоматизированных систем управления производственным процессом добычи (Рисунок 1).

С этой целью разработана новая образовательная программа в профильной магистратуре «Инновационные технологии в горно – металлургическом комплексе: Геотехника», включающая современные дисциплины, направленные на изучение физических процессов, происходящих в земной коре, механики горных пород, геомеханическое сопровождение ведения горных работ при открытой и подземной разработке с мониторингом, организация

научных исследований, геоинформационные системы в горном деле, управление устойчивостью массива, рекомендации и аудит. Модульные программы и рабочие учебные планы согласованы с ведущими высшими учебными (научными) университетами (институтами) мира: Мичиганским технологическим университетом (США), Технологическим университетом Клаусталь и Высшей школой прикладных наук им. Бойта (Германия), Высшей горной школой – Техническим университетом Острава (Чехия), Институтом горного дела (ИГД) им.Чинакала СО РАН (Россия, Новосибирск).

Рисунок 1 – Карьер «Качарский» АО «ССГПО»

Центром подготовки уникальных специалистов геотехников стал Карагандинский государственный технический университет на базе кафедры маркшейдерского дела и геодезии (МДиГ) имени чл.корр НАН РК Попова И.И. и разработки месторождений полезных ископаемых (РМПИ) имени академика НАН РК Сагинова А.С., признанных научных школ в области геомеханики, маркшейдерии и горного дела. Кафедры имеют профессорско – преподовательский состав, мощную материально техническую базу и тесные научно – производственные связи с горнодобывающими предприятиями и зарубежными партнерами (вузами и фирмами). Этот факт позволил успешно осуществить плановый набор в профильную магистратуру на образовательную программу «Геотехника» в количестве 60 человек, при поданных заявлений в количестве 176 человек (Рисунок 2).

Рисунок 2 – Магистранты на лекции

Уникальность набора заключается в поступлении соискателей (2/3) в основном инженерно – технических работников крупных горнодобывающих предприятий Казахстана, таких как: ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «Арселор Миттал Темиртау», АО «ССГПО», АО «Шубарколь комир», ТОО «Алтынтау Кокчетау», АО «АК Алтыналмас», АО «Алтайполиметалл» и др. Остальные магистранты это перспективные выпускники кафедр горного направления университета.

Чтение лекций осуществляли ведущие профессора кафедр МДиГ и РМПИ (Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Долгоносов В.Н., Сабденбек–ұлы Ө. , Әлиманов К.К., Исабек Т.К., Демин В.Ф.), которые прошли повышение квалификации в ведущих мировых вузах и институтах. Так, д.т.н., профессора: Ожигин С.Г. и Низаметдинов Ф.К. и к.т.н, доценты: Мозер Д.В., Толеубекова Ж.З. в рамках программы ГПИИР-2 прошли повышение квалификации в Назарбаев университете с посещением зарубежных вузов: Гонконга (КНР), Японии, Германии и Сингапура, а другие к.т.н. доценты: Ожигина С.Б., Толеубекова Ж.З., Хмырова Е.Н., Бесимбаева О.Г. и д.т.н. Долгоносов В.Н. стажировались в вузах: Чехии (Высшая горная школа – Технический университет Острава), Германии (Университет прикладных наук им.Бойта), России (РГУ нефти и газа имени Губкина И.М., Санкт – Петербургский политехнический университет Петра Великого, НИТУ МИС и С). За время обучения они прослушали курсы лекционных и практических занятий по инновационным технологиям мониторинга состояния объектов строительного и горного производства. Посещены научные лаборатории, изучены новые лазерно – цифровые приборы и технологии, методы определения физико – механических свойств горных пород и оценка устойчивости состояния горного массива.

Кроме этого, в обучении магистрантов принимали участие зарубежные ученые, в рамках подписанных соглашений, такие как Левин Е. (США), Резник Б.Е. (Германия), Барышников В.Д. и Мансуров В.А. (Россия), которые оказывали консультационные услуги по созданию и экспертизе модульной образовательной программы организации учебного процесса, а также прочитали специализированные курсы лекций: в области контроля состояния знаний и сооружений на основе использования деформационных датчиков, фотограмметрические измерения с помщью компьютерного зрения, современные методы экспериментальных исследований напряженно – деформированного состояния массива горных пород и геомеханический мониторинг процессов в массиве горных пород (Рисунок 3).

Для качественной подготовки магистров наук были открыты Центр лазерного геосканирования при поддержке Швейцарской фирмы «Leica Geosystems» и научная лаборатория «Перспективных технологий в горном деле» за счет целевого финансирования МОН РК (Рисунок 4), а также приобретены геоинформационные системы: Gemcom, CREDO, LISCAT и MACROMAIN для автоматизированной обработки результатов измерений и планирования горных работ.

Рисунок 3 – Чтение лекции проф.Резником Б.Е.

Рисунок 4 – Научная лаборатория, оснащенная уникальным оборудованием

Для закрепления полученных теоретических знаний и изучения новых в области исследования состояния горного массива магистранты прошли десятидневную стажировку в научно – исследовательских институтах зарубежных стран Германии и России, а также в республике ТОО «Геоинженеринг», КарНИИ промбезопасности, ТОО «НИЦ Биосфера» и др.

Магистрантами совместно с научными руководителями выбраны интересные темы магистерских диссертаций, направленные на геомеханические исследования состояния бортов карьеров и горного массива рудников, ведущих разработку месторождений полезных ископаемых на вышеуказанных горно – добывающих предприятиях.

Все усилия профессорско – преподовательского состава кафедры и зарубежных ученых были направлены на качественную подготовку специалистов «Геотехников». При этом использовался положительный опыт подготовки геотехников (геомехаников) для крупнейшей международной компании ТОО Корпорация «Казахмыс» в 2011-2014 годах в количестве 30 человек.

Для полноценной подготовки специалистов - геотехников в рамках эффективного взаимодействия с горнодобывающими предприятиями использовался имеющийся потенциал Союза маркшейдеров Казахстана, позволяющий оперативно решать вопросы прохождения производственных практик и распределения выпускников.

Литературы:

1. «Управление устойчивостью техногенных горных сооружений» Монография, Караганда: Изд-во Российско-Казахстанского университета, 2014.- 657 с., автор: Низаметдинова Ф.К.;

2. Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Низаметдинов Р.Ф., Ожигина С.Б., Низаметдинов Н.Ф., Хмырова Е.Н. Состояние и перспективы развития геомеханического обеспечения открытых горных работ. XV International ISM Congress 2013 (International Society for Mine Surveying), September 16-20, Eurogress Aachen in conjunction with the German Mine Surveyor Association (Deutscher Markscheider-Verein e.V. - DMV), Proceedings Volume 1, p. 338-349 с.;

3. «Состояние и перспективы развития маркшейдерского дела и геомеханики в казахстане», журнал «Горный вестник Узбекистана», 2018.- с.17-20 , авторы: Низаметдинов Ф.К., Низаметдинов Н.Ф.

Ф.К.Низаметдинов, Н.Ф.Низаметдинов, Р.Ф.Низаметдинов, Е. Жанатұлы, Х.М.Қадылбекова

Тау-кен өндіру кәсіпорындары үшін Геомеханиктердің жоғары білікті мамандарын даярлау

Аңдатпа. Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасында" Геомеханиктерді" дайындау бағдарламасы әзірленді және тау-кен өндіру кәсіпорындары үшін "Геомеханиктерді" шығару кезінде іске асырылды

Түйін сөздер: кадрлар, өлшеудің цифрлық технологиялары, сканерлеу, зертханалар.

F. K. Nizametdinov, N. F. Nizametdinov, R. F. Nizametdinov, E. Zhanatuly, Kh.M.Kadylbekova
Training of highly qualified specialists of Mechanics for mining enterprises
Abstract. A program for the preparation of "Geomechanics" at the Department of Surveying and geodesy of Karaganda State Technical University was developed and implemented in the production of "Geomechanics" for mining enterprises
Key words: frames, digital measurement technologies, scanning, laboratories.

УДК 528.7

С.М. Нуракынов [1,2], Ж.Д.Байгурин [2]
[1]Институт ионосферы, г. Алматы.
[2]Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И.Сатпаева, г.Алматы
gislabkz@gmail.com

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ РАДАРНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УЧАСТКОВ С АКТИВНО ПРОТЕКАЮЩИМИ ДЕФОРМАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Аннотация. *Мониторинг современных движений земной поверхности, зданий и сооружений представляется наиболее актуальным и значимым в рамках быстрого роста городской инфраструктуры. Наименее трудозатратным и экономически эффективным для проведения дистанционного мониторинга деформационных процессов являются современные методы обработки спутниковых радарных снимков, которые успешно применяются для мониторинга городов Европы. Этот метод хорошо подходит для решения задач по определению небольших относительных смещений земной поверхности с применением радиоволн с короткой длиной волны сантиметрового порядка. В настоящее время для выявления оседаний урбанизированных территорий используются техника интерферометрического анализа спутниковых съемок. В рамках проведения работ предусматривалось построение карт-схем вертикальных смещений земной поверхности на территорий г.Астаны (в виде файла устойчивых отражателей радарного сигнала, содержащего информацию о смещениях по состоянию на каждую дату съемки).*

Ключевые слова: *радарная интерферометрия, смещения земной поверхности, дистанционное зондирование земли, географическая информационная система*

Введение. Антропогенное влияние на земную поверхность может сопровождаться как обычными проседаниями земной поверхности, так и аномальными деформациями и проявлениям сейсмической активности, что может вызвать значительный экономический и экологический ущерб, особенно в районах промышленно-гражданской застроенной территории. В этой связи возникает необходимость проведения мониторинга за состоянием земной поверхности. До сегодняшнего дня применяемые (традиционные) геодезические методы мониторинга являлись основными при наблюдении деформаций зданий и сооружений. Данные методы не позволяют обеспечить синоптическую оценку стабильности зданий и сооружений, так как измерения проводятся только на установленных реперах, что недостаточно для получения целостной картины и требует значительных финансовых и трудовых затрат. Кроме того, измерения проводятся циклами и интервал между циклами 1 год или 6 месяцев – в лучшем случае. За такой долгий период могут произойти необратимые процессы в виде обрушений зданий и сооружений, которые будут находиться в пределах зоны сдвижения. В подтверждение вышесказанного можно привести случай, который произошёл 4 апреля 2014 года в городе Риддер, где жилой дом рухнул и образовал воронку диаметром 28 м и глубиной 21 м на одной из шахт Риддер-Сокольского рудника,

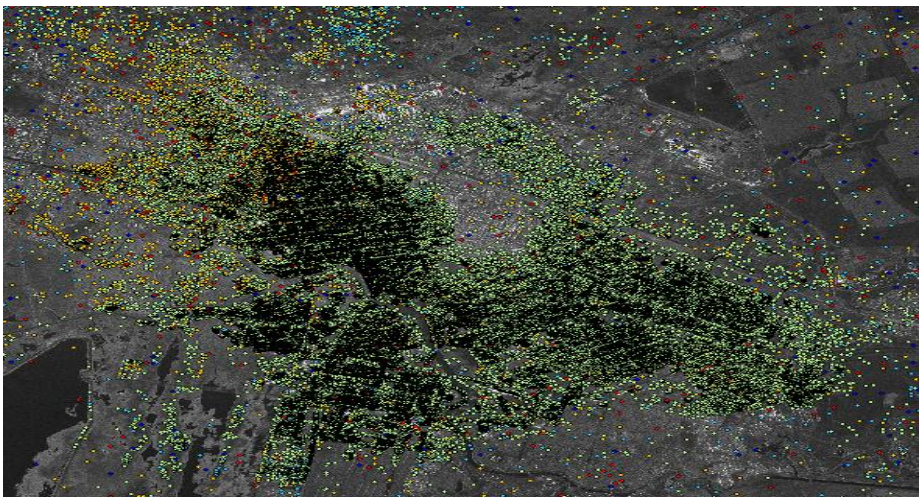
принадлежащего ТОО «Казцинк». В последние время все более широкие применение находят метод радарной интерферометрии SAR, которые дает возможность оценить смещение земной поверхности с точностью до миллиметра. В отличие от геометрического нивелирования и GPS-измерений, которые позволяют по смещениям отдельных точек, судить о динамике всего участка исследования, радарные снимки покрывают значительные территории. Также, большую роль играет возможность представления об исследуемой территории в трёхмерной матричной форме, с достаточной плотностью точек, как в пространстве, так и во времени. Получение таких результатов позволит выявить закономерности пространственного распределения смещений земной поверхности и определить природу их происхождения – техногенную или естественную.

*Метод постоянных рассеивателей радарного сигнала (*Persistent Scatterers*).* Для интерферометрического мониторинга авторами был выбран метод PS–InSAR, который является наиболее точным методом вычисления смещений в городских условиях. Данный метод радарной интерферометрии характеризуется точностью оценки смещений 2 - 4 мм по высоте. Для получения результатов гарантированно успешной обработки требуется не менее 25 снимков одной и той же территории за разные даты, сделанные в одной и той же геометрии съемки спутникового радара. В процессе обработки программой автоматически выбирается основное изображение, на которое автоматически – с точностью до 1/100 пикселя корегистрируются остальные снимки интерферометрической цепочки. Далее программа строит так называемые интерферограммы (комплексно поэлементно перемноженные фазовые слои радарных снимков) по каждой паре снимков. Затем для каждой пары оцениваются величины когерентности (меры корреляции фаз радарных снимков). Также для каждой пары строятся карты величин стандартных отклонений амплитуд снимков. Затем программой определяются точки – постоянные (или устойчивые) рассеиватели радарного сигнала. Для выбора точек используется несколько порогов (порог корреляции амплитуд, порог когерентности, пространственное стандартное отклонение смещений первой итерации и т.д.). После того как постоянные рассеиватели определены, для них выполняется процедура оценки фазовых разностей и мультивременной развертки фазы. Именно в разности фаз каждого снимка «зашита» величина смещений за период между съемками этих снимков[1-3].

Таким образом, для каждой из выбранных точек восстанавливается хронология изменения фазы во времени, которая затем математически пересчитывается в смещения в миллиметрах. Дополнительно в процессе обработки применяется специальный фильтр, удаляющий возможное влияние атмосферы на интерферометрическую фазу. Результатом обработки является векторный файл точек, в атрибутах которых записаны: смещения на каждую дату съемки; среднегодовая скорость смещений; суммарная величина смещений; когерентность; высота над эллипсоидом WGS-84.

Результаты обработки данных радарной съёмки. Для оценки геодинамического состояния территорий г.Астана обработаны более 30 радарных снимков со спутников COSMO-SkyMed-1-4 методами Persistent Scatterers, где были получены более 500 000 точек для территорий Астана со шкалой для среднегодовой скорости смещений земной поверхности (рис. 1).

Для каждой точки вычислены величины смещений в миллиметрах по состоянию на каждую дату съемки. Дополнительно рассчитаны среднегодовая скорость смещений в миллиметрах в год, а также высота в метрах над эллипсоидом WGS-84. Результат визуально выглядит качественно, зашумленность низкая, четко отделяются стабильные точки от смещающихся.



Рассеиватели покрашены по величине смещений от желтого цвета к красному – возрастающие оседания, голубой цвет – стабильные участки, синий цвет – поднятия.

Рисунок 1 – Постоянные рассеиватели радарного сигнала, выявленные по методу PS – увеличение на застроенную территорию Астаны.

Картирование результатов. Для достижения конечной цели работ были созданы цифровые географические основы масштаба 1:50 000 и составлены карты разломов, отражающих геодинамические процессы в земной коре региона (рис-2).

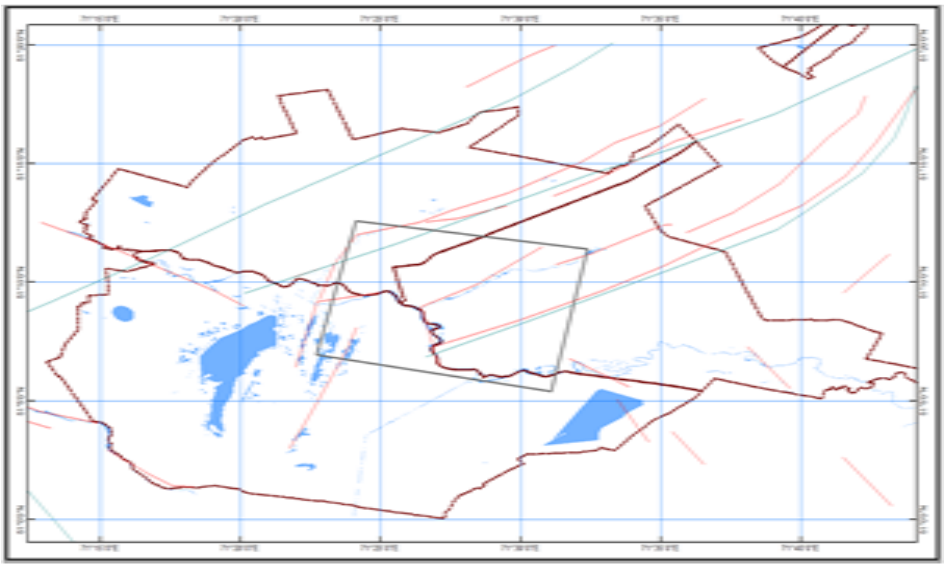
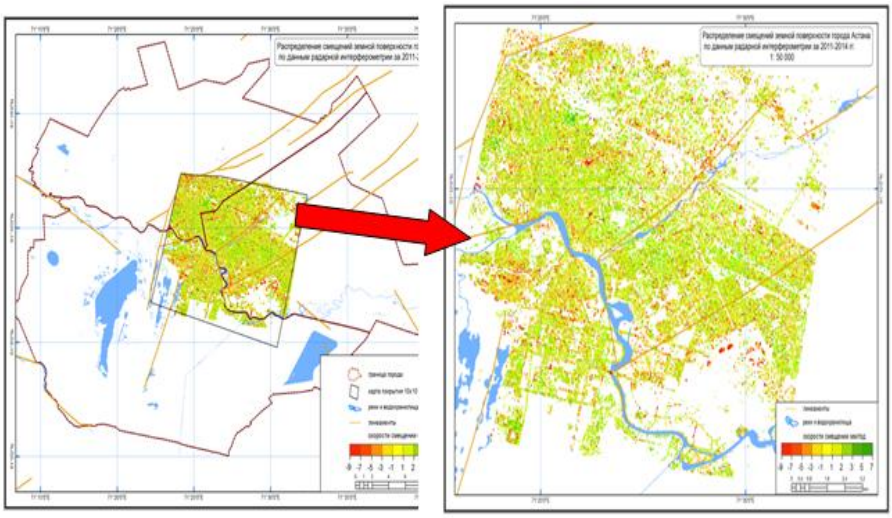


Рисунок 2 – Карта-схема современной тектонической обстановки на территории г. Астана

Полученные материалы по разломам позволяют говорить о том, что, несмотря на различия в истории развития и условиях реализации тектонических процессов, сказывающихся на специфике формирования разломов, все они обладают рядом общих черт. Это не только принадлежность к единому классу тектонических структур, но и общность организации, выражающаяся в закономерной локализации структур оперения в пределах зон динамического влияния. Для интерпретации полученных результатов обработки наложены разломы на территории г. Астана. Наложения разломов способствует для визуальной оценки полученных результатов обработки радарных снимков (рис 3).



от желтого цвета к красному – возрастающие оседания, желтый цвет – стабильные участки, зелёный цвет – поднятия, коричневые сплошные линии – линеаменты

Рисунок 3 – Распределение смещений земной поверхности города Астана по данным радарной интерферометрии за 2011-2014гг

Для анализа площадного распределения смещений земной поверхности выходные точечные значения были проинтерполированы в программной среде QGis в дополнительном модуле Interpolition. В результате интерполяции были выделены интегрированные области, связанные либо с опусканием, либо с поднятиями. Основные закономерности распределения смещений связаны с линеаментами и разломами, которые пролегают по территории г. Астана(рис 4). В частности, из рисунка 4 видно, что вытянутые зоны красного цвета пространственно относятся к близлежащим линеаментам, другие – к участку железной дороги, к некоторым частям русла рек и к промышленной зоне на северо-востоке города.

Выводы. С использованием современных ГИС-технологий построены карты долговременных смещений на урбанизированных территориях. При учете величин сезонных смещений удалось выделить подвижки земной поверхности, связанные с техногенными факторами. Таким образом, интерферометрический анализ радарных сцен техногенно нагруженных территорий, а также территорий с высокой плотностью застройки промышленными и гражданскими объектами дает очень важные и практические результаты об активности деформаций и их пространственном распределении. Применение точечного анализа позволяет получить информацию не только о пространственном распределении деформаций, но во времени.

Литературы:

1. Richards M. A. Beginner's Guide to Interferometric SAR Concepts and Signal Processing, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 2007, Vol.22, №9. – P. 78-84.

2. Ferretti., Prati C., Rocca F. Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry, Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions, – 2000.,Vol. 38, №5, Part 1. – P.2202–2212.

3. Madsen S.N., Zebker H.N. Imaging radar interferometry. In: Henderson, F.M. and Lewis, A.J. (Eds.) Principles and Applications of Imaging Radar, 3rd Edition.

С.М.Нуракынов, Ж.Д.Байгурин

Урбанды аймақтара белсенді деформациялық үрдістерін анықтау үшін радарлық мәліметтерді өңдеу және талдау

Түйіндеме. Ғимараттар мен құрылымдарды және жер бетінің қазіргі қозғалыстарын бақылау мен картографиялау қазіргі кезде қалалық инфрақұрылымның шапшан өсуі кезеңінде көкейкесті мәселенің бірі болып табылады. Еуропа қалаларын геодинамикалық бақылауда сәтті іске асырылып отырған әдістің бірі жер-серіктік радарлық суреттерді өңдеу яғни, деформациялық үдерістерді арақашықтықтан бақылау жүргізуде экономикалық тиімді және еңбек шығыны аз болып табылады. Бұл әдіс қысқа толқынды радиотолқындарды қолдануымен жер бетінің ауытқуларын анықтауда жақсы қолданыс тапқан. Қазіргі уақытта урбанизациялық аймақтардың отыруларын (ауытқулар) анықтауда ғарыштық суреттерді интерферометриялық талдау техникалары қолданылады. Жүргізіліп отырған жұмыс шеңберінде Астана қаласы жер қыртысының жылжулары және ауытқулар карталарын ЖАЗ мәліметтері арқылы құрастыру қарастырылған.

Түйін сөздер: радарлық интерферометрия, жер бедерінің ауытқулары, жерді арақашықтықтан зерттеу, географиялық ақпараттыр жүйесі

S.M.Nurakynov, Zh.D.Baigurin

Processing and analysis of InSAR data to detection of active deformation processes in urban areas

Summary. Mapping and monitoring of modern movements of the earth's surface, buildings and structures to be the most relevant and meaningful in the framework of the rapid growth of urban infrastructure. Less labor-intensive and cost effective for remote monitoring of deformation processes are advanced methods of processing satellite radar images have been successfully used to monitor cities of Europe. This method is well suited to solve the task of definition of the relative small displacements of earth surface with the use of radio wave with a short wavelength. At the present time to detect subsidence in urban areas used technique of interferometric analysis of satellite images. As part of the work is provides construction of displacements maps and deformations of earth surface for territory of Astana.

Key words: Synthetic aperture radar, displacement earth surface, remote sensing, Geographic information system

ӘОЖ 528

А.Н.Нуржусупова Г.М., Кыргизбаева
Satbayev University, г. Алматы, Казахстан
nurzhusupova@mail.ru

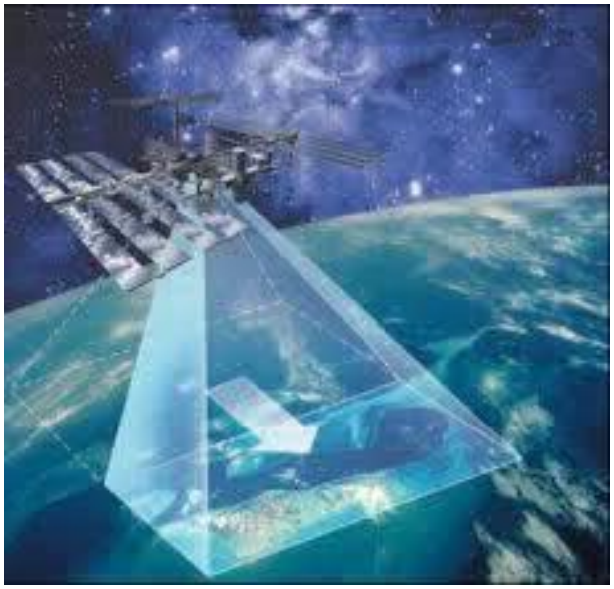
ЖҚЗ ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША АЙМАҚТЫ ЗОНАЛАУ

Аңдатпа*. ЖҚЗ мәліметтерін пайдалана отырып, аймақты зоналау қарастырылған. Аймақты зоналау түрлері мен маңызы жөнінде толық мәліметтер көрсетілген.*

Түйін сөздер*: Жерді қашықтықтан зондтау, аймақты зоналау, жылжымайтын мүлік, территория, геоақпараттық жүйелер.*

Кіріспе. Қазіргі таңда ЖҚЗ мәліметтерін өңдеу және пайдалану кеңінен таралуда. Геоинформационды жүйелердің дамуына байланысты қажетті мәліметтерді тіркеу, бөлу, басқару жеңілдетіле түсті. Жерге орналастыру саласында, аймақты зоналау үшін ЖҚЗ мәліметтерін қолдану өте тиімді. Белгілі бір қала немесе шаруа қожалықтарының территориясын тиімді пайдалану үшін зоналау қажет. Осы статьяда аймақты зоналаудың жалпы түсінігі мен ЖҚЗ туралы ақпараттар айтылған.

Негізгі бөлім. Жерді қашықтықтан зондтау - жер бетін әр түрлі түсіруші құрал-жабдықтармен жабдықталған әуелік және ғарыштық құрылғылармен бақылау(1-сурет). Түсінігі құрылғылардың жұмыс істеу өлшемі микрометрден (көрінетін оптикалық сәулелену) метрге (радиотолқын) дейін. Зондтау әдісі белсенді және белсенді емес болып бөлінеді. Белсенді емес әдістер күннің белсенділігіне негізділе отырып, Жер бетіне табиғи бейнені немесе екілік жылулық сәулелендіруді қолдануы мүмкін[3]. Белсенді әдіс - жасанды бағытталған іс-әрекет арқылы нысандарды сәулелендіру. Жерді қашықтықтан зондтау жаһандық, жоғарғы кеңістіктік, спектрлік және уақыттық көлемде шұғыл түрде мәлімет жинауға мүмкіндік береді. Бұл ғарыштық жүйенің ұлкен ақпараттық мүмкіндігін анықтап, алынған мәліметтердің жан-жақты қолдануына мүмкіндік береді.



Сурет 1 - ЖҚЗ процесінің ғарыштан көрінісі

Жоғары ажыратымдылықтағы спутниктік суреттер қалаларды зерттеу мен картаға түсірудің көптеген мәселелерін шешеді. Ең алдымен, олар жылдам өзгеретін қала шекараларының динамикасын, қалалар аумағын ұлғайту және автомобиль жолдарын дамыту, сондай-ақ планетаның көптеген аймақтарында урбанизацияның өсуін зерттеу үшін қолданылады. Қалалардағы халықтың санының эмпирикалық тәуелділік терінің негізінде тұрғындардың саны мен қалалардың әртүрлі типтері арасындағы ауданын анықтауға әрекет жасалуда, қалалық жерлерді пайдалану зерттелуде. Ғимараттардың тығыздығын, тұрғын аудандарын, индустриялық аймақтарды жасылдандыру суреттеріндегі суреттер қалалық жерлерді объективті экологиялық бағалауға мүмкіндік береді. Олар қалалардағы қалалардың жылу әсерлерін зерттеу үшін жылу инфрақызыл суреттерін пайдаланады[1].

Экономикалық дамудың және индустрияландырудың абсолюттік көрсеткіші бола отырып, қалалардың дамуы (және соның салдарынан кеңею) аймақтың қоршаған ортасына кері әсерін тигізеді. Қаланың экономикалық дамуы қала маңындағы ауыл шаруашылығына да, орман шаруашылығына да, сондай-ақ қаланың және облыстың жалпы экологиялық жағдайына әсер етеді.

Мониторинг саласында қаланың және облыстың инфрақұрылымын дамыту, қашықтықтан зондтау әдістері мен келесі міндеттерді бөлуге болады:

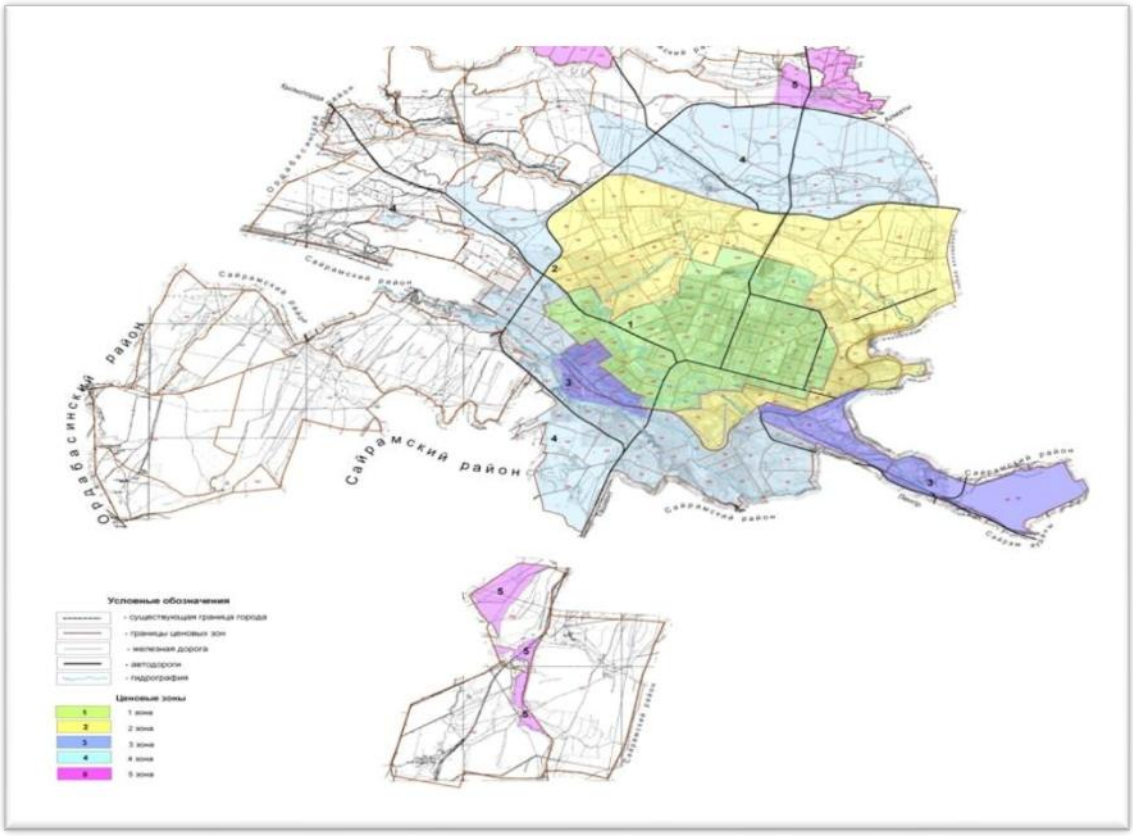
- қалалар, елді мекендер, индустриялық аймақтар және олардың жағдайы туралы аумақтардағы өзгерістерді бағалау;
- қоршаған ортаны бұзу аймақтарын (топырақты, атмосфераны, су объектілерін ластау) анықтау;
- оларды өнеркәсіптік пайдалану нәтижесінде бұзылған табиғи ландшафтарды қалпына келтіруді қадағалау;
- жекелеген қалалық инфрақұрылым объектілерінің (жолдар, көпірлер, өндірістік нысандар) мониторингі;
- өндіріс пен тұтыну үшін қалдықтарды кәдеге жарату құралдарын сәйкестендіру; жер қойнауын пайдалану объектілерінің жай-күйін анықтау; қала құрылысы, құрылыс, көлік, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық;
- кадастрлық жұмыстар; аймақтық картография.

Муниципалды әкімшілік пен қалалық жоспарлау үшін қашықтықтан зондтау деректерін пайдаланған кезде, аумақтардың жай-күйі туралы ақпарат алу, көп қабатты және жеке

тұрғын үй қорын қалпына келтіру мәселелерін шешіп, нақты құрылыс шекараларын белгілеу және т. б. мәселелерді қарастырады.

Объектілерді зоналау - нарықтық экономика жағдайында жерді аймақтарға бөлу аумақты пайдаланудың саяси нысанын бақылаудың тұрақты нысаны болып табылады. Зоналық механизмдер қаладағы әр түрлі қызмет түрлері арасындағы қақтығыс ықтималдығын азайтуға бағытталған. Қазіргі таңда ЖҚЗ мәліметтерін қолдана отырып аймақты зоналау уақытты тиімді пайдалауға, ақпараттарды өңдеуге, көрнекі етуге ықпалын тигізеді.

Елді мекендерді жерді аймақтарға зоналау кезінде қалалық және ауылдық елді мекендердің жер учаскесін олардың мақсатты пайдалануына және функционалдық мақсаттарына сәйкес бөлінуі, олардың негізінде жер пайдаланудың құқықтық режимі бір немесе бірнеше функционалдық аймаққа тиесілі, сондай-ақ функционалдық аймақтардағы жер учаскелерін аумақтық аймақтарға (субзондарға) бөлу арқылы анықталады, олардың әрқайсысында жер учаскелерін рұқсат етілген пайдалану(2-сурет).



Сурет 2 - Қала аумағын игерудің сызбасы

Жерді елді мекендерді аймақтарға зоналау мақсаты:

1. Жер учаскелерін рұқсат етудің түрлерін (жер-мүлік кешенін) белгілеу және өзгерту жөнінде жер учаскелерін саралаудың жалпы принциптері мен тәртібін белгілеу;

2. Бас жоспардың негізінде аумақты тұрақты дамыту, қоршаған ортаның сапасын жақсарту және мәдени мұра объектілерін сақтау үшін жағдай жасау;

3. Жеке және заңды тұлғалардың, оның ішінде жер учаскелері мен күрделі құрылыс жобаларының құқық иелерінің құқықтары мен заңды мүдделерін қамтамасыз ету, оның ішінде жерді пайдаланудан және дамытудан туындайтын қатынастарды жүзеге асыру процесінде жеке және заңды тұлғалардың тең құқықтарын қамтамасыз ету, сондай-ақ, жерді пайдалану шарттары, оларды салу және қайта құру;

4. Инвестицияларды тарту үшін жағдай жасау, соның ішінде жер учаскелері мен күрделі құрылыс объектілерін рұқсат етілген пайдаланудың ең тиімді түрлерін таңдауға мүмкіндік беру.

Жер учаскелерін рұқсат етілген түрде пайдалану кезінде жер учаскелерін мұндай пайдалану жерді аймақтарды зоналау кезінде тартылатын, бірінші және бірлесіп пайдалану, шартты түрде рұқсат етілген пайдалану және жер учаскелерін пайдалану тәртібі сияқты уәкілеттік берілген, ол рұқсат етілмеген (сәйкес келмейтін) пайдалану талаптарына сәйкес келмейді.

Зерттеу қалалық жоспарлау субъектілерінің екі негізгі топтарының мәселелерін шешуге арналған:

1. Қалалар әлеуметтік-экономикалық және әкімшілік ұйымдар ретінде.

2. Жекелеген жылжымайтын мүлік объектілерін сатып алу және оларға билік ету.

Жалпы аймақтарды зоналау келесі міндеттерді шешуге арналған:

1. Қаланы дамыту үшін қаржы ресурстарын қалыптастыру.

2. Тұрмыс жағдайының сапасын қамтамасыз ету.

3. Қаланың кеңістіктік даму ресурстарын қалыптастыру.

Қалалардың әлеуетті дамуының негізгі ішкі ресурсы жер болып табылады, сондықтан жерді пайдаланудың сипатын айқындай отырып, зоналау оның құны мен құндылығын қазіргі кезде ғана емес, болашақта да белгілейді. Жердің нақты құндылығы түрлі операцияларды жылжымайтын мүлік бағалауын жүзеге асырады. Сонымен бірге қалалық бюджеттер жылжымайтын мүлік операцияларынан түскен салық пен табыс түрінде тұрақты қаржылық кірістің ішкі көзін алады.

Сонымен қатар, аймақтарды зоналау азаматтар мен құрылымдардың сыртқы қаржы көздерін неғұрлым белсенді тартуға жағдай жасайды, өйткені:

- Біріншіден, жобаларды инвестициялау мақсатында жерді тиісті түрде пайдалану үшін құқықтық кепілдіктер жасалады;
- Екіншіден, жер учаскелеріне ұзақ мерзімді меншік құқығына толық ауқымды жобалар басталғанға дейін (бұл ипотекалық несиелерді тартуға мүмкіндік беретін) кіру мүмкіндігі бар;
- Үшіншіден, инвестициялық және құрылыс жұмыстарына рұқсат алу мен рұқсаттарды алу, сондай-ақ байланысты шығындарды азайту үшін қажетті уақыт азаяды.

Нәтижесінде қала құрылысына инвестиция салу үдерісі кеңінен тарайды және жылдам қарқынмен жүреді.

Қалаларда коммуналдық инженерлік инфрақұрылымды дамыту проблемаларын шешу үшін көп мүмкіндіктер бар[2].

Қорытынды. Қорыта келе, аймақты зоналау экономикалық жағынан да, территорияны тиімді игеруге де ықпалын тигізеді. Геоинформационды жүйелердің көмегімен ЖҚЗ мәліметтерін өңдеу мүмкіншілігі арттырды. Соның нәтижесінде, аймақты зоналау процесі қарқынды даму үстінде. Қажетті дәлдікте болмаса да, жалпы көрініс алу мүмкіндігі бар.

Зоналау заң тарапынан қарайтын болсақ, жеке және көпшіліктің қызығушылығын дағы мәселе болып табылады. Жерді пайдалау бір жүйеге келтіріледі. Белгілі бір құқықтық-заңнамалық шектеулер арқылы жерді басқару және зоналау жүзеге асырылады.

Әдебиеттер:

1. Е. Н. Сутырина. Дистанционное зондирование. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - 146С.

2. ҚР Жер кодексі. Статья 8.

3. Нурпеисова М. Б. Ғарыштық геодезия. - Алматы: Дәуір, 2012. -240б.

А.Н.Нуржусупова, Г.М.Кыргизбаева

Зонирование территории по данным ДЗЗ

Аннотация. Предусматривается зонирование территории с использованием данных ДЗЗ. Представлены подробные сведения о видах и значении зонирования территории.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, зонное зонирование, недвижимость, территория, геоинформационные системы.

A.N.Nurzhusupova, G.M.Kyrgizbaeva

Zoning of the territory by response data

Abstract. Provision is made for zoning the territory using remote sensing data. Provides detailed information on the types and significance of zoning.

Key words: Earth remote sensing, zoning, real estate, territory, geographic information systems.

ӘОЖ 37

М.Б.Нұрпейісова,
Сәтбаев университетінің профессоры, т.ғ.д.,
Қазақстан жазушылар одағының мүшесі, Алматы
marzhan-nurpeisova@rambler.ru

«ТАУ-КЕН-МЕТАЛЛУРГИЯ» ИНСТИТУТЫ ТҮЛЕКТЕРІ – ӘДЕБИЕТІМІЗ БЕН МӘДЕНИЕТІМІЗДІҢ МАҚТАНЫШЫ

Өткен жылы Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінде 3-кус докторанттарының диссертациялық жұмыстарының барсы жыл сайын тексерістен өткізіліп отырылады. Осындай ғылыми-ұйымдастыру жұмыстарының арқасында 2017- жылы «Тау-кен ісі» мен «Геодезия» мамандықтары бойынша алты PhD докторантарымыз диссертацияларын жемісті қарғап шықты. Оның ішінде тау-кен маманы Қосқанат Көпжасарұлының үш жыл ішінде жарияланған 15 шақты ғылыми еңбектерін, оның ішінде жаңалық ашудағы патенттері, Scopus және Thomson Reuters базаларында жарияланған, шет елдердегі халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалған жұмыстарын көріп және сөйлеу қабілетіне тәнті болды. Докторантқа сұрақтар қойылып, оларға тиянақты жауап алынғаннан кейін, кафедра меңгерушісі Қ.Б.Рысбеков осы докторанттың ғылыми-зерттеу жұмыстарынан басқа, магистратурада оқып жүрген кезінен батап ҚазҰТЗУ-дың тәрбие департаментінде қызмет атқарғанын, әншілік қабілеті бар екендігін және МузаАРТ LIVE» музыкалық конкурсының жүлдегері, талай кештердің жүргізушісі болғандығын хабардар еткенде проректорымыз аң-таң болып қалған-ды.

Осыған орай, 85 жылдан астам тарихы бар алтын ордамыз, ұшқан ұямыз, қонған тұғырымыз –ҚазҰТЗУ және оның бөлінбес бір отауы «Тау-кен-металлургия» институты және оның тек Қазақстан Республикасы ғана емес, дүние жүзіне танымал, әдебиетіміз бен мәдениетіміздің мақтанышы болған түлектері жайлы мақала жазғанды жөн көрдім.

Ауыр индустрияда үш сала бар: геология, тау-кен өндірісі, металлургия. Геологтар іздеп, кен орындарын тапса, оны игеру тау-кен мамандарының ісі. Әрі қарай қазылып алынған кеннің құрамындағы қаншама элементтерді бөліп алу металлургиялық зауыттарда жүргізіледі. Қазір бұрынғы тау-кен факультеті Ө.А.Байқоңыров атындағы «Тау-кен-металлургия» институты болып қайта құрылды.

Кімдер оқып, кімдер бітіріп шыққандығы туралы мұрағат құжаттарына көз жүгіртсең, біздің тау-кен-металлургия институты иығына заман жүгін арқалаған, қазақтың нағыз нар азаматтарының бесігі болғанына қуанасың, сүйсінесің, мақтан түтасың. Олар: Қазақстанның халық жазушысы И.Есенберлин, Социалистік еңбек ерлері: В.А.Гребенюк, Ғ.А.Омаров, Н.Т.Төкенов, «Халық қаһарманы»- А.С.Куленов, академиктер: А.Ж.Машанов, Ө.А.Байқоңыров, Е.А.Бөкетов, Ж.С.Ержанов, Ж.М.Қаңлыбаева, Б.Р.Рақышев, М.Ж.Бітімбаев, А.Б.Бегалинов, Н.С.Буктуков,Т.Бекболат және т.б. осы оқу орнының мақтан тұтар түлектері.

Біздер алтын ұямыздан ұшқан асылдарымызға тағзым ету арқылы да болашақ жастарды тәрбилейміз. Адам танудың кеменгері Қ.И.Сәтбаев Қазахстандағы жалғыз

техникалық ЖОО нығайтуға барынша күш салған ғұлама және ҰҒА-ының шаңырағын көтеруде, академияның зерттеу институтарын тап осы Казақ тау-кен металлургия инс титутының түлектерімен толтықтырып отырған. Сондықтан ту бастан біздің институтымыздың дамуына мұрындық болған ұлттық мақтанышымыз Қ.И.Сәтбаевтың есіміне ие болу – ҚазҰТЗУ үшін зор мәртебе деп білеміз. Бүгінде атымыз өзгермей «Сәтбаев университеті» болып қалсақ та, затымыз өзгерді. Университеттің қалыптасуына «зор» үлес қосқан, атын әлемге танытқан ұлыларымызды ұлықтау, олар туралы жастарға тәлім- тәрбие беру мәселесі мүлдем ұмытылды.

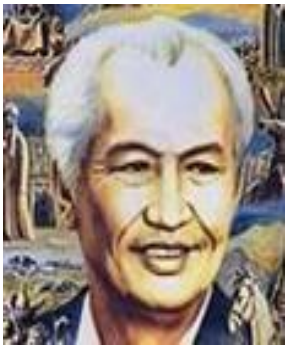
Ақжан Машановты білмейтін қазақ жоқ. Ол Қазақ тау-кен-металлургия институтының(қәзіргі Казақ ұлттық техникалық зерттеу университеті-ҚазҰТЗУ) тұңғыш түлегі. Тау-кен ісін өркендеу жолында талай жыл табанды еңбек етіп, шәкірт тәрбиелеген және Әль-Фараби танудың абызы атанған ғұлама ғалым. 100 жыдық мерейтойы 2006 жылы ЮНЕСКО деңгейінде атап өтілген Ақжан Машановтың «Жер астына саяхат» (1957), «Ғажайып ошақ қасында», «Табу» сияқты романдары қазақ әдебиетіндегі ғылыми-фантастика жанырының ірге тасын қалауға негіз болды. Ғалым «ӘльФараби»(1970), «Әль-Фараби және Абай» романдарында ұлы бабалардың қазақ әдебиетіндегі бейнелерін сипаттады. Фарабиды танытудағы ғылыми-танымдық мақалалары қамтылған 16 томдық еңбектердің авторы, ҚазҰТЗУдан түлеп ұшқан Ақжан Машанов әдебиетіміздің мақтанышы деп білеміз. Өткен 2017-2018 оқу жылында Ақжан Машановтың туғанының 110 жылдық мерейтойын атап өттік.

Шәкірттері үшін ұстаздары туралы өткен шақта айту өте ауыр. Десек те, оларды еке алған шақтарда халқымыздың «Өлі риза болмай; тірі баймайды» деген дана сөзіне ой көбен қарап, оларды еске алу, олар туралы жастарға айту арқылы рухани жаңғырамыз. Осыған орай ұлы Абайдың

«Арттағыға сөзің мен ісің қалса,
Өлсең де өлмегенмен боласың тең» -

деген сөздері ойымызға оралады.

Мінекей осындай арттарында із қалтырған, өзіміз көздерін көрген, дүниеден озған және осы уахытқа дейін әдебиетіміз бен мәдениетімізге қомақты үлес құосып жүрген Қазақ тау-кен металлургия инситутының түлектері жайлы айтып кету –қай қайсымызға да парыз.



Ильяс Есенберлин – жазушы, ҚР Мемлекеттік сыйлығының лауреаты, Еңбек Қызыл Ту, Құрмет белгісі ордендерімен арапатталған. Ол 1940 жылы Қазақ тау-кен-металлургия институтын бітірген, тау-кен инженері, мамандығы бойынша қызыметін Жезқазғанда бастаған. Ильяс Есенбелин алғашында ақын ретінде «Сұлтан», «Айша» (1945) дастандарымен танылған. 10 томдық таңдамалы жинағына «Көшпенділер», «Қahар» сияқты романдары енген И.Есенберлинді инженерлер ордасынан шыққан тұғыры биік тұлға деп білеміз.

Халқымыздың елдігін көрсетуге аянбай тер төккен асыл азаматтарының қатарында--ғұлама ғалым, көрнекті ұйымдастырушы, аты да атағы да алты алашқа әйгілі, белгілі мемлекет, және қоғам қайраткері, әрбір ісінде үлкен ақыл-ойдың, іскерліктің ізі жатқан **Ебіней Бөкетов** оқшау тұр.

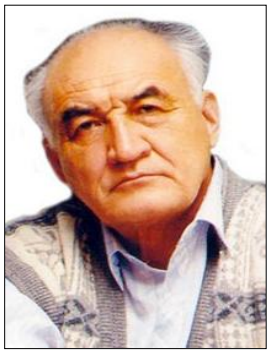
Е.А.Бөкетов 1950 жылы Қазақ тау-кен-металлургия институтын бітірген, инженер-металлург, 29 жасында-ғылым кандидаты, 41 жасында-ғылым докторы, 44 жасында –КСРО Мемлекеттік сыйлықтың лауреаты, 50 жасында Қазақ КСР ҒА–ның толық мүшесі дәрежесіне жеткен. Оның 150– ден артық жарық

көрген еңбектерінің ішінде 70-тен астамы авторлық куәліктер. Осылайша, Евней Арыстанұлының ғылыми-зерттеуші, маман ретіндегі беделі бүкілодақтық дәрежеде белгілі болды.

1975 жылы елудің беліне еркін көтерілген Ебіней Арыстанұлының мерейтойында академик Зейнолла Ғабдолов «*Евіней Бөкетовтің алдында қос рельстей қатар тартылған екі тарам жол жатты: ғылым жолы, әдебиет жолы. Ол екеуін де алалаған жоқ, қатар басты*» деген болатын. Е.Бөкетов студент кезінде-ақ, қазақ әдебиетінің марқасқаларының алдында, өзінің өз қатарынан артық туған асыл жанның бірі екенін дәлелдеп берген. КСРО жазушылар одағының мүшесі, С.Есениннің, В.Маяковскийдің өлеңдерін ана тілімізде сөйлеткен Е.Бөкетовты жазушы емес, ақын емес деп кім айтады.

Қазақ тау-кен-металлургия институының тағы бір түлегі(1960), кеше ғана дүие салған ,

тау-кен инженері, ғылым докторы, ҚазҰТУдың профессоры – ***Шәмшиден Абдраман.*** *Ол е*ліміздегі тау-кен ісінің өркендеу жолында талай жыл табанды еңбек етіп, шәкірт тәрбиелеген, қазақ тілінің жанашыры, ҚР Жазушылар одағының «Фантастика» секцияс ының жетекшісі, 2001 жылдан бері А.Машани атындағы «Оқу-әдістемелік және танымдық-тәрбие» орталығының директоры қызметртерін атқарды. Профессор Ш.Абдраманның ең үлкен еңбегінің бірі - Фарабитанудың атасы аталған А.Машановтың 16 томдық зерттеулерін жинақтап, алтынмен аптап жарыққа шығарғандығы.



Медеу Сәрсеке - жазушы. Қазақ кен-металлургия институтын (қазіргі ҚазҰТЗУ) бітірген (1958). 1965 жылдан Қазақстан жазушылар одағының Семей облысаралық бөлімшесінде жауапты хатшы. Оның қаламынан жастарға арналған «Ғажайып сәуле», «Жетінші толқын» , «От және атом» повестері, өндіріс адамдары жайлы «Жеті жылдықтың жігіттері» , «Қаз қайтқанда», «Айшықты мезет» деректі повестері жарияланды. «Сәтбаев», «Ебіней Бөкетов» атты деректі ғұмырнамалары, «Жаңғырық», «Көмбе» романдары жарық көрді. ҚазҰТЗУдың түлегі М.Сәрсеке «Құрмет» орденімен, «Еңбектегіерлігі үшін» медалімен марапатталған.

Иран-Ғайып (Иранбек Оразбаев) –ақын, ҚР Мемлекеттік сыйлығының лауреаты, ҚР тұңғыш рет өткізілген жазба ақындар жыр-мүшәйрасының бас жүлдегері. Ол ҚазПТИдың тау-кен факультетін (1970) және Мәскеудегі М.Горький атындағы Әдебиет институтын тамамдаған Иран-Ғайыптың 13 томдық таңдамалысына «Тың құрбаны», «Хайуандық комедия», «Жамбылдың қызыл жолбарысы», «Алтын адам», «Алтын ажал», «Хан Абылай-Сабалақ», «Қорқыттың көрі», сияқты шығармалары кірген.

ҚазҰТЗУ-нің 1970 жылғы түлектері – **«Дос-Мұқасан»** ансамблінің мүшелері. Халқымыздың мақтанышына айналған, өзінің атын төркүл дүниеге паш еткен ҚазҰТУ-дың мақтанышы «Дос-Мұқасан» ансамблінің өміріне, жүріп өткен жолдарына, небір асқан асуларына, бүгінгі студенттер еліктейді. Оның ұйымдастырушысы, бірнеше жыл университетімізді басқарған, ҚР ҰҒА академигі, техника ғылымдарының докторы **Досым Сүлеевті**ң есімі мәңгібақи ансамбль атауының алғашқы буынында «Дос» болып қалып қойды. КазПТИдың «автоматика» мамандығын тәмамдаса да, философ болып кеткен–***Ұлықпан Сыдықов.*** Жас жұбайларға арналған «Той жыры» әнін жазған Ұлықпан Сыдықов болса, музыкасын Досым Сүлеев жазған. Бүгінде жаны өнерге жақын Д.Қ.Сүлеев, Қазақстан ҰҒА академигі, өзі түлеп ұшқан ҚазҰТУ-дың профессоры.

Николай Садвокасович Буктуков «Дос-Мұқасан» ансамблінің алғашқы мүшелерінің бірі, ансаамбль құрамында жүріп Қазақстан Ленин Комсомолы силығының лауреты болған. Ол Қазақ политехникалық институның тау-кен факультетін тамамдаған.

Бүгінде Н.С.Буктуков Д. А.Қонаев атындағы тау-кен ісі» институтының директоры, ҚР ҰҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, профессор.

Александр Литвинов тау-кен факультетінің «Маркшейдерлік іс» мамандығын бітірген, мамандығы бойынша қызмет атқарған, «Дос-Мұқасан» ансамблі соқпалы аспабының атасы. Осы күнге дейін ансамбль құрамы бірнеше рет ауысты. 1967 жылы бұрынғы Қазақ политехникалық институтының студенттерінен құрылған мүшелерінен қазіргі таңда барабаншы Александр Литвинов қана бар.

ҚР Парламенті Мәжілісінің депутаты, әнші, жыршы, педагог, Қазақстанның еңбек сіңірген әртісі, Қазақстан Мемлекеттік сыйлығының лауреаты, Дарын жастар сыйлығының иегері **Тілеухан Бекболаттың** КазПТИды инженер-металлург мамандығы бойынша 1987 тамадағанын көпшілік біле де бермейді. Ол Құрманғазы атындағы Алматы мемлекеттік консерваториясының аспиратуртасын бітірген, доцент. Ол 1996 жылдан 2001 жылға дейін Қазақстан президенті оркестірінің көркемдік жетекшісі қызметін атқарған. 2002-2004 жылдар аралығында ҚР мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім вице-министрі, мәдениет вице-министрі болды. 2017 жылы Алматыдағы Республика сарайында Бекболат Тілеуханның Тәуелсіздіктің 25 жылдығына арналған «Елім менің» шығармашылық кешінде өмірден өткен жыраулардың жауһар жырларын орындап, жұртшылықтың құлақ құрышын қандырғаны баршаға аян.

Иә, Тілеухан Бекболат депутат. Жай депутат емес, айтары бар депутат. Білім және ғылым министрлігінің жұмысын жиі сынайтын халық қалауларының бірі. Білім министрінен бастауыш сынып оқушыларына «Әліппені» қайтаруды сұрап, мектептегі үштілділікке байланысты кемшіліктерді айтып, білім министрі Е.Сағадиевті біздібаспасөз бетінде жекпе-жекке де шақырып, орнынан тайдырған депутат - біздің мақтан етер түлегіміз.

ҚазҰТЗУдың түлегі(1985), тау-кен инженері, 1995 жылдан бері «Хабар» Агентігінде өзіндік режиссерлік мектеп қалыптастырған, продюсер **Арман Қарабаев**. Ол ескі бағдарламаларды ұдайы жаңартып отырады, бір маусымда 15 шақты жаңа жоба жасауға дейін барған. Осындай ізденістердің арқасында А.Қарабаев сан алуан саяси оқиғалардың белортасында жүріп, үздік тележобалары дүниеге әкелді. Мәселен, А.Қарабаевтың Президентті ұлықтау рәсімі, Еуропадағы қауіпсіздік және ынтамақтастық ұйымы мен ШЫҰ саммиті, Парламент сайлаулары, Президент шыршасы, Алматы-менің махаббатым сияқты маңызды оқиғалардан тікелей көрсетілімдер ұйымдастырып, шартарапқа жаңалық таратып жүргенін біздер мақтан етеміз.

Міне осындай аталары мен ағаларының ізін басып келе жатқан, жас талант иесі, университетіміздің докторанты **Қосқанат Көпжасарұлы**. Ол 1912 жылы ҚазҰТЗУдың тау-кен факультетін бітірген, ұлы ғалым Ақжан Машановтың ізбас арларының бірі, техника ғылымдарының магистры. Ол студент кезінен бастап Жастар арасындағы тәрбие жұмыстары Департаментінде белсенді қызмет атқарды. Оның керемет шешендік сөйлеу қабілеті тыңдаушыларды таң қалдырады. Осындай ұйымдастырушылық жұмыстарының нәтижесінде республикалық Дельфи ойындарының қола жүлдегері(2008), қалалық «Жас жұлдыз» ән конкурсының жеңімпазы (2011) болды. Болашақ ғылым докторымыз Қ.Көпжасарұлының «МузаАРТ LIVE» музыкалық конкурсқа қатысып, өнерін көрсетіп жүргенін мақтан тұтамыз және оның келешекте, мәдениетіміздің мақтанышы болатынына зор сеніммен қараймыз.

УДК 528.3

А.Е.Орманбекова[1], А.Л.Охотин[2], М.Б.Нурпеисова[1]
[1]*Satbayev University, г. Алматы, Казахстан*
[2]*Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия*
oae79@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

***Аннотация**. В статье проанализированы как классические методы геодезических наблюдений, так и современные приборы и технологии, применяемые для определения количественных характеристик деформаций инженерных сооружений.*

***Ключевые слова:** инженерные сооружения, деформации, мониторинг, геодезические наблюдения, приборы*

Введение. В настоящее время города и тем более мегаполисы переживают так называемый «строительный бум». Ведется интенсивное освоение территории городского пространства. При этом в связи с увеличением стоимости земельных участков наблюдается тенденция строительства высотных сооружений. В этих условиях возникает необходимость наблюдений деформационных процессов данных объектов, учитывая, что они наиболее чувствительны к изменениям состояния окружающей среды.

В законе Республики Казахстан «О геодезии и картографии» и других правительственных документах и материалах отмечено о дальнейшем развитии геодезической отрасли, создание высокоточной геодезической основы для обеспечения социальных наблюдений за строительством высотных зданий и сооружений. Крупномасштабные строительные программы требуют кардинального изменения в способах и методах геодезического обеспечения с применением современной техники и прогрессивных технологий, отвечающих международным требованиям и потребностям государства [1-3].

Содержание работы. Деформация зданий и сооружений – сложный процесс, зависящий от множества факторов. Сюда, помимо конструктивных особенностей, относят влияние природных условий (прочность и состав грунтов, интенсивность солнца, ветра и т.п.) и деятельности человека. В общем случае под термином *деформация* понимают изменение формы объекта наблюдений. Сооружения в целом и их отдельные элементы испытывают различного вида деформации вследствие разных причин (рис. 1).

В геодезической же практике принято рассматривать деформацию как изменение положения объекта относительно какого-либо первоначального положения. Нормативный документ [4] определяет следующие виды деформаций:

-вертикальные перемещения (осадки, просадки, подъемы);

- горизонтальные перемещения (сдвиги);

- крены .

Для определения деформаций сначала фиксируют точки в характерных местах сооружения. Далее определяют изменение пространственного положения зафиксированных точек за выбранный промежуток времени относительно начального положения объекта. Наблюдения за деформациями оснований и фундаментов проводятся в соответствии с требованиями специальных инструкций. Однако, в некоторых инструкциях не полностью охвачены вопросы геодезических измерений, выполненных на уникальных объектах особого назначения, крупных гидротехнических сооружениях, а также на объектах, построенных на подрабатываемых горными выработками (туннели, метрополитены и т.д.) территориях.

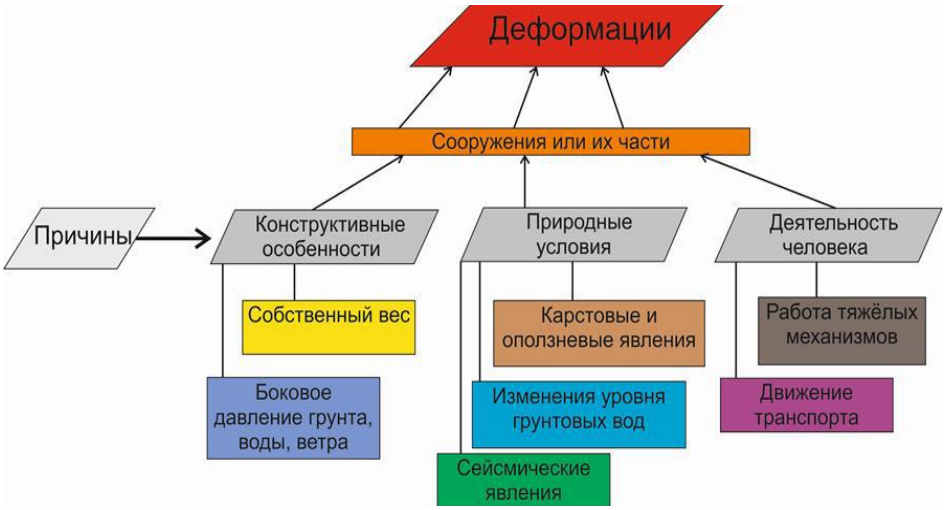


Рисунок 1 - Причины деформаций сооружений

Решение задач геодезического мониторинга высотных объектов осуществляется различными методами и в то же время основным нормативным документом, регламентирующим работы по выявлению деформационных процессов зданий и сооружений, с 2013 г. является обновлённый ГОСТ [5]. В целом стандарт сохранил многие положения предшественника 1981 г., не исключая при этом возможность применения современных геодезических методов, связанных с использованием электронных тахеометров, спутниковой навигации, а также ряда инструментальных методов.

Из анализа проведенных геодезических наблюдений при строительстве инженерных сооружений на всей территории СНГ установлено, что объекты такого же рода в южном регионе имеют свои отличия от Центральных и Северных регионов. Это связано с тем, что некоторые города Средней Азии и Казахстана находятся в сейсмической зоне, в горных районах и на тектонических активных участках земной коры, особенно г. Алматы.

Учитывая, условия в сейсмически опасных зонах при строительстве и эксплуатации крупных зданий и сооружений требуется особый подход к методам геодезических наблюдений за деформациями оснований и фундаментов таких важных объектов. На контролируемых объектах закрепляли контрольные марки, мониторинговые призмы и осадочные марки, для производства дальнейших наблюдений за деформациями зданий и сооружений, обеспечивая необходимую точность согласно требованиям (рис.2,а).

Массовое распространение в настоящее время получили роботизированные тахеометры с сервоприводами, обеспечивающими автоматическое вращение вокруг оси инструмента и

вращение зрительной трубы (Рис.2,б). В таких приборах реализована возможность бесперебойного слежения за отражателями на огромных расстояниях. При этом специальное ПО автоматически считывает данные приемов отдельных сеансов и результирует возможные перемещения целей на конкретный временной период.

Основным направлением развития электронных тахеометров является еще большая роботизация, сводящая функции пользователя к дистанционному контролю и управлению работой прибора. Также присутствует тенденция к оснащению приборов системами GPS. При этом тахеометры в комбинации с навигационными приемниками, цифровыми нивелирами и другими приборами, а также специальным управляющим программным обеспечением (ПО) часто образуют специальные автоматизированные геодезические системы мониторинга[6].

Факторами широкого использования аппаратуры пользователей глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) являются: непрерывность определения координат, всепогодность, оперативность определения координат, высокая точность получаемых результатов, малые габариты и вес приемников, малая энергоемкость, простота эксплуатации и сравнительно невысокая стоимость. В этой связи, GPS-системы могут быть эффективным инструментом при определении динамических показателей колебаний высотных зданий от ветровых воздействий (рис. 2,*в).*

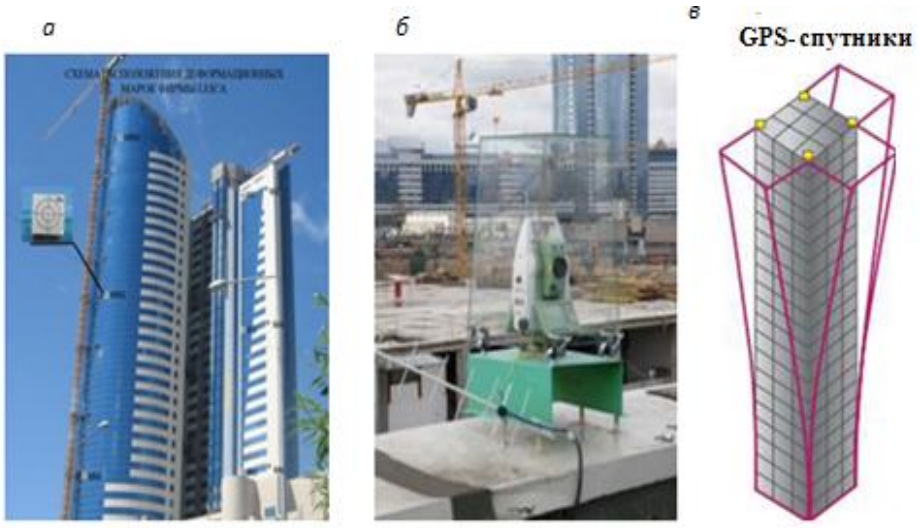


Рисунок 2 - Расположение контрольных марок на объекте *(а); мониторинг здания с применением роботизированного электронного тахеометра(б); общая схема GPS-мониторинг ветрового воздействия на высотное здание (в)*

В настоящее время на рынке имеется богатый выбор оборудования, реализующего технологии спутникового позиционирования, имеющего разное назначение и отличающиеся своими характеристиками. Важно отметить, что при всем многообразии метода использования ГНСС он не лишен недостатков, среди которых основным является невозможность прохождения сигнала до приемника, его значительное искажение или задержка (листвой деревьев, большой облачностью, помехами от наземных радиоисточников, а также от магнитных бурь).

Таким образом, в настоящее время для решения задач геодезического мониторинга высотных строений, направленного на обеспечение их нормального и безаварийного функционирования, имеются соответствующие методики и технологии. При этом наблюдается тенденция их усовершенствования, переориентации с применения традиционной приборной базы (теодолиты, нивелиры и т.д.) на качественно новый уровень, связанный прежде всего с автоматизацией геодезических работ.

Систематические инструментальные наблюдения в системе геомониторинга заключаются в определении с помощью геодезических приборов положения рабочих реперов в пространстве и времени. По результатам наблюдений проверяется правильность проектных расчетов, и выявляются закономерности, позволяющие прогнозировать процесс деформации. Объектом наших исследований являются высотные здания г.Алматы и наблюдения ведутся с начала строительства.

Для проведения мониторинга и комплексной оценки состояния сооружений нами использовались современные высокоточные электронные приборы фирмы Leica Geosystems (Швейцария), такие как: высокоточный тахеометр серии TCR 1201 и цифровой высокоточный нивелир DNA03, лазерный сканер Scanstation и специализированное программное обеспечение, позволяющее непосредственно производить компьютерную обработку данных.

Выводы. Современные методы, рассмотренные нами, позволяют комплексно решать основные задачи геодезического мониторинга. Важно подчеркнуть тот факт, что в ходе мониторинга высотных объектов учету должны подвергаться не только значения основных геометрических параметров объектов.

Главное значение должно отдаваться взаимному расположение отдельных строительных элементов, что особенно важно для выявления и прогнозирования деформационных процессов. Какие именно элементы объекта оказались отклонены от проектного положения, или взаимное положение которых меняется между циклами наблюдений – заранее неизвестно. Поэтому полнота и непрерывность данных должны являться важными условиями.

Литературы:

1. Большаков В.Д. Методы и приборы высокоточных геодезических измерений в строительстве. – М.: Недра, 1976

2.СН РК 1.04.04-2002 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений. / Астана, 2003.

3. Пискунов М.Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений.- М.: Недра, 1980.

4. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. Комитет по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью Республики Казахстан от «22» сентября 2008. № 39.

5. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений [Текст]. - введ. 2013 – 07 – 01. – Москва: Меж гос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Стандартинформ, 2014. –18 с.

6. Вальков, В.А. Применение наземного лазерного сканирования для создания трехмерных цифровых моделей Шуховской башни / В.А. Вальков, М.Г. Мустафин, Г.В. Макаров // Записки Горного института. - 2013. - том 204. - С. 58.

7. Nurpeissova M., Ormambekova A., Bek A. The Geodetic Monitoring of the Engineering Structures Stability Conditions.- Journal of Engineering and Applied Sciences, 2017. P. 9151-9163.

8. Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Бек А.А. Оценка технического состояния инженерных сооружений (монография). LAR LAMBERT Academic Publshing.-Германия, 2015.-117 с.

А.Е.Ормамбекова, А.Л.Охотин, М.Б.Нурпеисова

Ғимараттар мен құрылыстардың деформацияларын бақылаудың заманауи әдістері

Аңдатпа. Мақалада инженерлік құрылыстардың деформацияларын геодезиялық бақылаудың дағдылы және заманауи әдістеріне талдау жасалынған.

Түйін сөздер: инженерлік құрылыстар**,** деформациялардың түрлері, мониторинг, геодезиялық бақылаулар, заманауи аспатар.

A.E.Ormambekova, A.L. Ohotin, M.B.Nurpeisova
Modern methods of observing deformations buildings and constructions

Abstract. The article analyzes both classical methods of geodesic observations and modern devices and technologies used to determine the quantitative characteristics of the deformations of engineering structures.

Keywords: engineering structures, deformations, monitoring, geodetic observations, instruments.

ӘОЖ 528

А.Өкен, Б.Сайлау

Ғылыми жетекші –М.Б.Нұрпейісова, техн.ғылымд.докторы, профессор
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университет,
Алматы, Қазақстан. Aian.Oken@mail.ru

ГЕОДЕЗИЯНЫҢ ОРТА АЗИЯДА ДАМУЫ

Андатпа. *Орта ғасырда Орта Азияда мен Қазақстанда көптеген сәлет өнерінің ғимараттар және басқа да құрылыс нысандары салынғандығы көне ескерткіштерден белгілі. Мақалада сол құрылыстардың бірі емес бірегейі Самарқантағы Ұлықбек обсерваториясындағы геодезиялық қарапайым аспаптар жайлы мәлімет берілген.*

Түйін сөздер*: Орта Азия, Ұлықбек, обсерватория, астрономиялық аспаптар, телескоп, геодезиялық өлшеу жабдықтары.*

Орта ғасырлар кезінде орта Азияны, Амудария мен Сырдария арасындағы кең алқапта атақты Ақсақ Темір құрылған жаңа империя құрған. Оның астанасы - Самарқан болды. Самарқан – көрнекті ғалымдар, дәрігерлер, құрлысшы-шеберлер, кітап-көшіргіштердің ордасы болды. Осы тұста, яғни 1394 жылдың басында (22 наурызында) Ақсақ Темірдің Ұлықбек сынды немересі дүниеге келді.

Ұлықбек жастайынан поэзияға, тарихи білімге, астрономия мен математикаға құмарланды. Ұлықбектің ғалым болып қалыптасуына оның атасы Темірге ілесіп мәдени, ғылыми дәстүрлерге бай елдерді аралауы үлкен әсер етеді. Ұлықбек жас шағында Армения, Азербайжан, Грузия; Иран, Туркия, Ауғанстан т.б. елдерді аралап көреді. Бұған қосымша, Ұлықбектің ғалым болуына Самарқандағы аса бай кітапхана да зор әсерін тигізді.

Ұлықбек Платон, Аристотель, Гиппарх, Птоломей, сияқты ежелгі грек ғалымдарының классикалық еңбектерімен таныса отыра, өзінен бұрын өмір сүрген Орта Азияның көрнекті оқымыстылары Хорезми, Фараби, Бируни, Ибан Синалардың еңбектерін жете игерген.

Ұлықбектің мемлекеттік қайраткер ретінде істеген ең ірі жұмысы – Самарқанда аса зор астрономиялық обсерватория салдыруы болды (1-сурет). Бұл Ұлықбектің ғылым мүддесін көздеп, болашақ үшін жасаған үлкен ерлігі болып саналды.

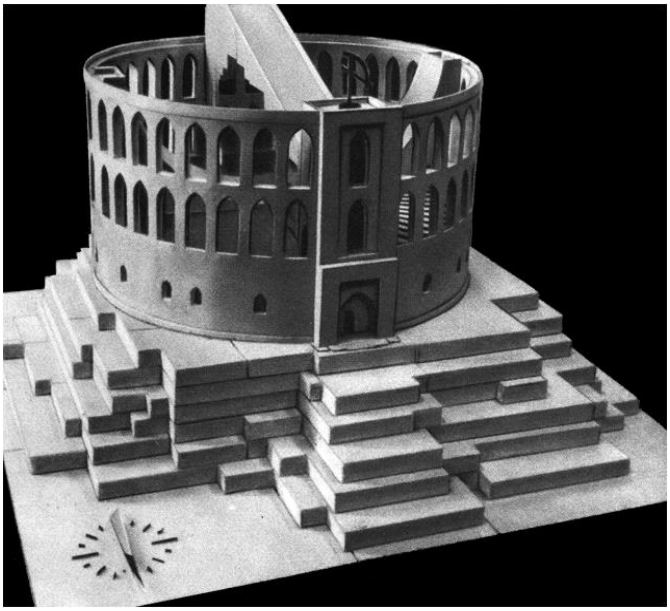
Қара түнек заманда мансаптан да, байлықтан да ғылымды жоғары қойып, болашақ үшін өлмес құралдар қалдырған ұлы жерлесі - Ұлықбектің есімін туған халқы қадір тұтып, үлкен мақтаныш етеді. Оның есімі астрономия ғылым тарихында Птоломейдің, Насыреддин эт-Тусидің, Николай Копениктің, Галилео Галилейдің, Джордано Брунолардың есімдерімен занды түрде қатар түр. Ал оны дүние жүзінің ғылыми жүртшылығына әйгілі болған көптеген мұралары күні бүгінге дейін ғылыми құнын жоймай келеді.

Сурет 1 - Ұлықбек обсерваториясының жер бетіне шығып тұрған бөлігі

Халық үлықбек есімін эр кезде жоғары тұтып, оның мәдениет үшін істеген көрнекті еңбегін аңыз етіп, айтып жүреді. Ұлықбектен сәл кейін өмір сүрген данышпан ақын Әлішер Науаи ол туралы былай деп дазған: "Сұлтан Ұлықбек, Әмір Темірдің әулеті, дүниеде теңдесі жоқ патша болды. Оның туысқандарының бәрі ол дүниеге сапар шекті. Оларды қазір кім біледі? Ал Ұлықбек ғылымға қол созып көп нәрсені игерді. Оның ашқан заңдары мен ережелері дүниенің ақырына дейін адамдар кәдесіне жарай береді... "

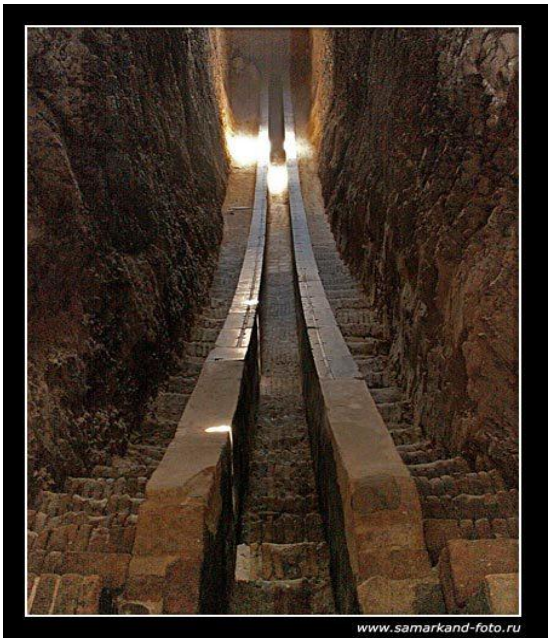
Ұлықбек обсерваториясының негізгі мақсаты – дәлдігі өте жоғары бақылаулар жасай отырып, бұрынғы обсерваторияларда жаслған астрономиялық таблтцалардың қателіктерін түзету болды. Ұлықбек обсерваториясынан бұрын да шығыстың бірнеше елдерінде әртүрлі обсерваториялар салынған-ды. Бірақ, олардың бірде-бірі көлемі, жабдықталуы, алдына қойған мақсаты жағынан бұл обсерваторияға тең келе алмады.

Обсероваторияның биіктігі 35 м, диаметрі 46 м –ден асатын , пішіні дөңгелек үш қабат үй болған (2-сурет).



Сурет 2 - Ұлықбек обсерваториясының макеті

Мұнда телескоп ойлап тапқанға дейін аспан жұлдыздарын зерттеу үшін радиусы 40 м, биіктігі 50 м жуық алып мрамор сектант (доға) қолданған (3-сурет).



Сурет 3 - Обсерваториядағы меридиан өлшеуге арналған секстант

Аспап градустарға бөлінге, ені 2 м, тереңдігі 11 м шамасында орға орнатылп, оның үшы жер бетіне шығып тұрғанған. Әрі қарай, сол обсерватория қалай салынғандығы, қандай өлшеулер жүргізілгендігі және оның әлемдік ғылымға қосқан үлесіне тоқталамыз. Оның ұшында аспан денелерінен меридиандық доғаға сәуле түсіп тұратын дөңгелек саңлауы бар. Оны кәзір диоптр деп атайды.Сол кездің өзінде астрономдар жұлдыздардың аспан горизонтынан биіктігін өлшеген.

Обсерваторияның төбесінде орналасқан бұл аспатың көмегімен бұрын мұмкін болмаған көптеген астраномилялық бақылаулар мен зерттеулер жүргізілген (экватордың көлбеулігін анықтау, жыл ұзақтығының дәл мәнін табу т.б.). Обсерваторияда күн және астронмия с ағаттары, сан түрлі бұрыш өлшегіш нәзік құралдар да болған (4 және 5- суреттер).

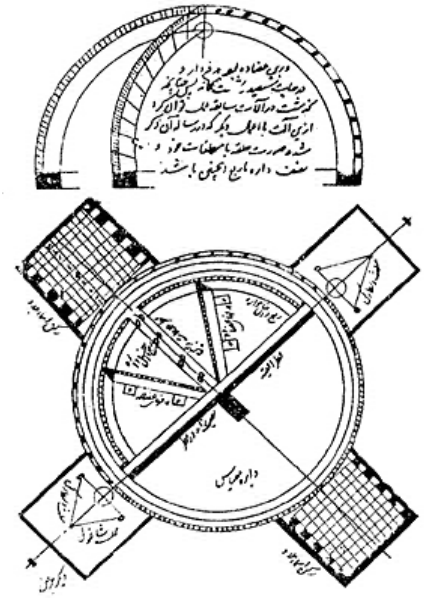
Ұлықбек обсерваториясында астрономиямен қатар, математиканың да көп тараулары зерттеліп, ілгері дамытылады. Астрономия мұқтаждығын өтеу мақсатында аса кемелдендірілген тригонометриялық таблицалар жасалган.

Математиканы дамытуда, әсіресе, Үлықбек обсерваториясында тарихында бірінші болып ондық бөлшектреді ашыуды. Европада ондық бөлшек содан 150 жылдан кейін ғана мәлім болады. Щеңбер үзындығыньщ диаметрге қатынасын көрсететін түрақты шама үшін ол 18 таңбасына дейін дүрыс тапты.

Ұлықбектің «Жаңа астрономиялық таблицалар» атты еңбегі дүние жүзілік астронмиялық ғылымға қосқан үлесі. Ос таблицалары ішінде ең үлкен қызығушылық тулыратын таблица – ол тек қана Орта Азия емес, Армения, Ресей, Иран, Ирак және Испанияда орналасқан 683 қалалардың георграфиялық координаталырын анықтағаны.

Ұлықбек анықтаған жұлдыздық жылнама ұзақтығы 365 күн 6 сағат 10 минут 8 секундқам тең болған, ал осы күнгі мәлімет бойынша жыл ұзындығы 365 күн 6 сағат 9 минут 9,6 секундқа тепң. Демек, айырмашылық бір минрутқа да жетпейді.

Сурет 4 - Ұлықбек қолданған азимут өлшейтін құрал - астралябия



Сурет 5 - Екі жақты азимут өлшейтін квадрант

Ұлықбектің сол XIII- ғасырда жүргізген зерттеулерінің нәтижелері Шығыс пен Батыс, оның ішінде Қытай мен Индияда ғылымның дамуына зор ықпалын тигізді. Ұлықбек обсерваториясы математиктері жуық есептеу, техникасын жетілдіру жөнінен өз замандастарынан көп алда түрды. Бүгінде обсерваторияның оқымыстылары мен сол түстағы Қытай ғалымдарының арасында ғылыми байланыс болғанын дәлелдейтін деректер табылып отыр.

Әдебиеттер:

1. Большая Советская Энциклопедия, том 26, 1977 год.
2. Қазақстан Республикасының энциклопедиясы,
3. Көбесов А. Сөнбес жұлдыздар. - Алматы, жазушы,
4. Турсунов О. С. Астрономические инструменты в обсерватории Улугбека. Природа, № 2, 2002.

А.Окен, Б.Сайлау

Развитие геодезии в Средней Азии

Аңдатпа. Известны уникальные архитектурные сооружения Средней Азии и Казахстана, составляющие неотъемлемую часть мирового культурного наследия, являясь подлинными шедеврами мировой цивилизации. В статье приведены сведения одной из них об обсерватории Услугбека в Самарканде.

Ключевые слова: Средняя Азия, Улугбек, обсерватория, астрономические приборы, телескоп, геодезические измерительные средства.

A.Oken, B.Sailau

The development of geodesy in Central Asia

Abstract. There are unique architectural structures of Central Asia and Kazakhstan, which are an integral part of the world cultural heritage, being the true masterpieces of world civilization. The article provides information about one of them Ulugbek Observatory in Samarkand.

Key words: Central Asia, Ulugbek, Observatory, astronomical instruments, telescope, geodetic measuring instruments.

УДК 528.01/.06

Д.Рахимбаева
Научный руководитель Киргизбаева Г.М. к.т.н., ассоц.профессор, Казахский национальный исследовательский университет им.К.И.Сатпаева г. Алматы, Казахстан;
Научный руководитель Левин Е. зав.кафедры фотограмметрия, PhD. К.т.н. Мичиганский технологический университет, г.Хаутон штат Чикаго, США
dinara_8509@mail.ru

ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ДИНАМИКУ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Аннотация. *Прикаспийский регион Республики Казахстан, содержащий ценные биологические, а так же минерально-сырьевые ресурсы, с учетом географического расположения имеет важное стратегическое значение в экономике и внешней политике нашей страны.*

В данной статье рассмотрены факторы влияющие на динамику береговой линии, а также возможности проведения мониторинга водного объекта. В прибрежной зоне Казахстанской части водного объекта много населенных пунктов, дорог и линий электропередач, сельскохозяйственных угодий, инженерных и промышленных сооружений. Значительный интерес к проблеме изменения уровня воды определяется огромным ущербом экономике прикаспийского региона. Мониторинг береговой линии позволит улучшить строительство, эксплуатацию гидротехнических сооружений в прибрежно-шельфовых зонах, рыболовство, информационное обеспечение экологической безопасности, а также хозяйственной деятельности на Каспийском море.

Ключевые слова: *береговая линия, уровень моря, акватория, прибрежные районы, мониторинг.*

Исследование колебания уровня Каспийского моря является актуальной проблемой, за последние 3 десятилетия уровень воды продолжает расти большими темпами, что может привести к затоплению пространства суши пяти прикаспийских государств. Казахстанская часть территории каспийского региона занимает особое место по экологическому бедствию, формирующемуся под влиянием природных и антропогенных факторов, важнейшими из которых является подъем уровня воды в море и бурное развитие нефтегазового комплекса.

Каспийское море имеет специфические физико-географические, гидрометеорологические и биологические особенности. Гидрологический режим моря характеризуется аномальными значениями понижений и повышений уровня моря и главной причиной ограничения хозяйственной деятельности в прибрежных районах [1].

Неустойчивость состояния береговой зоны Северного Каспия как объекта природной среды и нестабильность ее положения в качестве территории для строительства инженерных сооружений непосредственно связана с колебаниями уровня моря и существованием сгонно-нагонных явлений. Определение прибрежных районов моря и отраслей экономики, подверженных наибольшему риску от предстоящих изменений уровня воды, оценка экономических последствий влияния изменений являются предметом пристального внимания ученых и специалистов, занимающихся проблемами Каспийского моря [2].

Каспийское море делится на Северный, Средний и Южный Каспий. Казахстанская часть водоема охватывает акваторию Северо-восточного Каспия, общей протяженностью береговой линии около 2320 км, равной, приблизительно, третьей части всей протяженности береговой линии моря, которая составляет 7000 км. Береговая зона Северо-восточного Каспия проходит на территории Атырауской и Мангистауской областей.

Уровень воды в Каспийском море подвержен значительным колебаниям. По данным современной науки, за последние 3 тысячи лет амплитуда изменений уровня воды Каспийского моря составила 15 метров. Инструментальное измерение уровня Каспийского моря и систематические наблюдения за его колебанием ведутся с 1837 года, за это время самый высокий уровень воды зарегистрирован в 1882 году (-25,2 м.), самый низкий — в 1977 году (-29,0 м.), с 1978 года уровень воды повышался и в 1995 году достиг отметки -26,7 м, с 1996 года опять наметилась тенденция к понижению. Причины изменения уровня воды Каспийского моря учёные связывают с климатическими, геологическими и антропогенными факторами.

Поскольку Каспий отдален от Мирового океана, его уровень очень чувствителен к изменению климатических условий в бассейне. За несколько последних десятилетий проблема колебания уровня моря постоянно увеличивается. В прибрежной зоне Казахстанской части находится много населенных пунктов, дорог и линий электропередач, сельскохозяйственных угодий, инженерных и промышленных сооружений. В случае повышения уровня моря и изменения береговой линии все окажется в зоне затопления и нанесет непоправимый ущерб. Также значительный интерес к проблеме изменения уровня Каспийского моря определяется огромным уроном экономике всех стран каспийского региона, вызываемым этим явлением.

Каспийское море является одним из наиболее богатейших водных регионов нашей планеты. На рисунке 1 показано местоположение водного объекта.

Водный бассейн Каспия обладает своеобразной гидрологической системой. Специфика данной системы устанавливает ряд определенных факторов, которые влияют на динамику береговой линии водоема. Основным фактором, оказывающим влияние на режим уровня моря за последние несколько десятков лет – это смена климата в границах бассейна и его акватории, высота бассейна, сток речной воды, глубины бассейна и рельефа дна, рельефа местности, а также характер берегов. Речной сток воздействует на характер температурного распределения, солености осадков и плотности воды.

Рисунок 1 – местоположение Каспийского моря

В северный регион моря впадают крупные реки Волга, Эмба, Урал, суммарный сток которого накапливает около 83% всего годового стока речных вод в Каспий. На западном побережье впадают реки Сулак, Терек, Кура и ряд более мелких вод, дающих лишь 7%

годового стока. Остальные 5% стока приходится на реки Иранского побережья (Горган, Херад, Сефидруд).

На восточном побережье постоянных водостоков нет. Наиважнейшую роль подобного рода гидрологического режима моря играют глубины и рельеф дна. Глубоководные части моря способствуют образованию тепла в летнее время, расход которого оказывает большое влияние на распределение температурного фактора воды в зимний период.

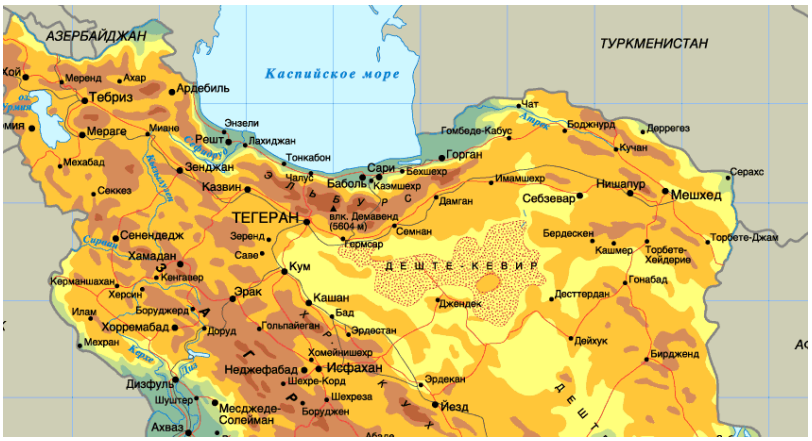


Рисунок 2 - реки Иранской части Каспийского моря.

Мелководность и низкая температура воздуха способствуют значительному увеличению количества льда Северо-каспийского региона в зимнее время. Вся территория Северного Каспия в конце декабрьского месяца полностью покрывается льдом, толщина которого достигает порядка 40-100 см. В морозные зимы ледяной покров города Актау может придерживаться около шести месяцев. Штормовые ветры, взламывая ледяной покров, образуют наслоение торосов высотой 12 метров.

Более сложной проблемой влияния на состояние уровня воды являются тектонические процессы, определенным образом влияли в начальный период образования впадины, которую занимает море.

Для проведения расчетов, а также предотвращения таких проблем следует проводить постоянный мониторинг динамики береговой линии. Систематические наблюдения водного объекта должны представлять собой организационно-технологическую схему, оценку и прогнозирование состояние водных ресурсов.

На сегодняшний день существуют различные методы для проведения исследований водных объектов, такие как аэрофотосъемка, наземный метод, космическая съемка, батиметрия, альтиметрия, как показано на рисунке 3.

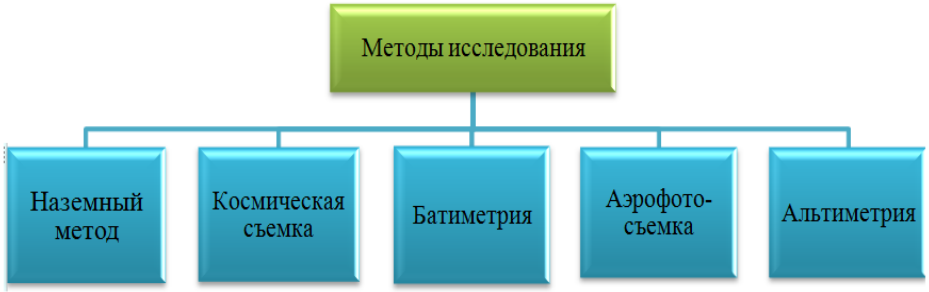


Рисунок 3 – местоположение Каспийского моря

Для комплексного анализа изменения береговой линии важно иметь возможность связать различные данные друг с другом. Для этих целей наиболее подходят современные

ГИС технологии, которые позволяют выполнить сбор, обработку и анализ геопространственных данных.

Огромные возможности для исследования динамики вод Каспийского моря открывают данные дистанционного зондирования. Последовательные спутниковые изображения с высоким пространственно-временным разрешением и одновременным охватом всей исследуемой акватории позволяют прослеживать эволюцию обнаруженного элемента динамики водной поверхности, при наличии контрастов в поле температуры поверхности моря (ТПМ), содержании взвеси, шероховатости поверхности, аномалии уровня, а также непосредственный мониторинг береговой линии.

Сопоставительный анализ карт и снимков Северо-восточной части Каспийского моря различных лет позволил выявить значительное изменение береговой линии Каспия, а также прилегающие к ней части суши. С помощью изучения динамики береговой линии методом спутникового зондирования можно получить очень полезную информацию, которую можно комбинировать с данными, полученными в ходе полевых наблюдений, а также использовать, как альтернативу устаревшим сведениям о динамике береговой черты. Если новые данные имеют большие расхождения с историческими показателями, то это влечет за собой обязательное обновление различных топографических карт (М - 1:10 000, 1:25 000), в том числе и цифровых. Исследуя динамику береговой линии, можно делать прогнозы по изменению прибрежной зоны. Состояния ледового и снежного покрова у берегов морей и океанов постоянно изменяется, все изменения можно отследить по снимкам со спутника. Такой анализ может дать общую картину по состоянию и износу гидротехнических прибрежных сооружений. Так же это способствует создание современных цифровых моделей нового измененного рельефа или даже построению новых временных жилищ или сооружений.

Аномальные многолетние колебания уровня воды представляет собой главный и возрастающий с каждым годом вызов странам Каспийского региона. Присущие Каспийскому региону в силу его географического положения колебания климата и водного баланса отличаются большим размахом. При этом переход водного баланса из одного состояния в другое может происходить довольно быстро, вызывая серьезные экологические и социально-экономические последствия [3]. Систематический мониторинг береговой линии позволит улучшить строительство, эксплуатацию гидротехнических сооружений в прибрежно-шельфовых зонах, рыболовство, информационное обеспечение экологической безопасности, а также хозяйственной деятельности на Каспийском море.

Литературы:

1.Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами: Учеб.пособие/ В.А. Малинников, А.Ф.Стеценко, А.Е. Алтынов, С.М. Попов – М.: Изд-во МИГАиК, 2009.

2. http://method.meteorf.ru/publ/books/kaspiy.pdf

3. http://www.iki.rssi.ru/asp/dep_proj/pr555_11.pdf

4.https://cyberleninka.ru/article/v/prognoz-dinamiki-urovnya-kaspiyskogo-morya-i-ee-posledstviya-dlya-pribrezhnyh-territoriy

5. http://caspi.ru/HTML/Conf/Trud-r-4/Kravtsova-Mich.pdf

Рахимбаева Д.

Көптеген көрсеткіштерге әсер ететін факторлар Каспий тенізінің желісі

Аңдатпа.. Қазақстан Республикасы географиялық таралуымен бағалы биологиялық, минералды немесе шикізат бар Қазақстан Республикасы экономика мен халықаралық саясат саласындағы стратегиялық маңызы бар.

Бұл мақалада жағалау сызығының динамикасына әсер ететін факторлар, сондай-ақ су объектісінің мониторингі мүмкіндігі қарастырылған. Қазақстанның жағалау аймағында су объектісінің бөлігінде көптеген елді мекендер, жолдар мен электр желілері, ауыл шаруашылық жерлері, инженерлік және өндірістік нысандар бар. Су деңгейі өзгеру проблемасына үлкен қызығушылық Каспий аймағының экономикасына үлкен зиян келтіреді. Жағалау сызығының мониторингі жағалаудағы қайраңдарда гидротехникалық құрылыстарды, балық

аулауды, экологиялық қауіпсіздікті ақпараттық қолдауды, сондай-ақ Каспий теңізіндегі экономикалық қызметті дамытуды жақсартады.

Түйін сөздер: жағалау сызығы, теңіз деңгейі, су ауданы, жағалау аудандары, мониторинг.

Rakhimbaeva D.

Factors affecting shore speakers line of Caspian sea

Abstract. The Caspian region of the Republic of Kazakhstan, which contains valuable biological, as well as mineral and raw material resources, taking into account its geographical location, is of great strategic importance in the economy and foreign policy of our country.

This article discusses the factors affecting the dynamics of the coastline, as well as the possibility of monitoring the water body. In the coastal zone of the Kazakhstan part of the water body there are many settlements, roads and power lines, agricultural land, engineering and industrial facilities. Considerable interest in the problem of changing the water level is determined by the enormous damage to the economy of the Caspian region. Monitoring of the coastline will improve the construction, operation of hydraulic structures in the coastal shelf areas, fisheries, information support for environmental safety, as well as economic activities in the Caspian Sea.

Keywords: coastline, sea level, water area, coastal areas, monitoring.

УДК 528

Ж. Н. Рахметулан, Г. М. Киргизбаева

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы.

zhanna.rahmetulan1997@mail.ru

КРУПНЕЙШИЕ КОСМИЧЕСКИЕ ПЛОЩАДКИ МИРА

Аннотация. *В статье рассмотрена значимая роль космодромов в нашей жизни. Приведены сведения о самых крупных и значимых космодромах мира. Сделан вывод о наиболее подходящих географических расположениях космодромов по выводу космических систем в орбиту.*

Ключевы слова: *космическое пространство, стартовая площадка, космодромы, Байконур, космические исследования.*

Основное содержание. Космос... Одно слово, а сколько завораживающих картин возникает перед глазами! Вселенная... Далекий и в то же время бесконечно близкий и родной Млечный путь, созвездия Большой и Малой Медведиц, мирно расположившихся на необъятном небосклоне. Человечество всегда присматривалось к небу и интересовалось различными небесными телами. Существуют легенды о том, что якобы первые люди побывали в космосе еще в древние времена, однако документально это ничем не подтверждено. Зато весь мир испытал удивление и радость, когда в 1961 году советский офицер Юрий Гагарин побывал в космосе и затем вернулся на Землю. Первый пуск советского космического корабля произошел с космодрома Байконур.

Космодром – это большая по площади территория, отдаленная от населенной местности, которая используется для размещения комплекса сооружений, предназначенных для запуска космических аппаратов в космос. Космодром «Байконур» — первый и крупнейший в мире, самый востребованный космодром, расположен на территории Казахстана, в Кызылординской области. В 1994 году космодром с городом Ленинск (ныне Байконур) передан Казахстаном в аренду России до 2050 года. Космодром занимает площадь 6717 км². Отсюда стартовали первая в мире межконтинентальная баллистическая ракета, первый в мире спутник, первый космонавт Земли Ю. А. Гагарин, первые автоматические межпланетные станции к планетам Марс и Венера. Рождение Байконура как космодрома состоялось и было признано всем миром 4 октября 1957 года, когда на орбиту был выведен первый искусственный спутник Земли ПС-1. 12 апреля 1961 года с космодрома Байконур

был произведен запуск космического корабля «Восток-1» (ракета-носитель 8К72К) с первым на Земле человеком на борту — космонавтом Ю. А. Гагариным. Запуск любого спутника с Байконура обходится дешевле, чем с других космодромов страны, благодаря его большей близости к экватору. Отсюда выгоднее запускать спутники на стационарную орбиту и безопаснее проводить запуски пилотируемых космических кораблей.

Космодром на мысе Канаверал. Космодром находится на побережье Флориды в США и объединяет в себе два комплекса, с которых осуществляют запуск космических кораблей и аппаратов (База ВВС США на мысе Канаверал и Космический центр имени Джона Фицджеральда Кеннеди). В 1958 году с территории базы ВВС был запущен первый в Америке спутник Земли «Эксплорер-1», отсюда в 1967 году улетел в космос первый экипаж из трех человек «Аполлон-7», а в период с 1962 по 1977 году были запущены автоматические межпланетные станции для исследования планет Солнечной Системы. Сегодня на территории базы находятся стартовые комплексы для запуска самых мощных американских беспилотных ракет. Космический Центр Кеннеди расположен на острове Меррита, находящемся в непосредственной близости от самого мыса Канаверал. В 1961 году президент Кеннеди сформулировал задачу запуска к концу десятилетия человека на Луну. В ноябре 1963 года, после убийства президента США Джона Кеннеди, весь комплекс был переименован в Космический центр Кеннеди.

Космодром Куру находится во Французской Гвиане на северо-восточном побережье Южной Америки. Официальное название космодрома — Гвианский космический центр. Он расположен на побережье Атлантического океана, на полосе длиной 60 км и шириной 20 км между городами Куру и Синнамари. Французское правительство в 1964 году выбрало Куру из 14 проектов расположения космодрома. А в следующем году Франция уже начала строительство. Первый запуск с космодрома в Куру состоялся 9 апреля 1968 года. В 1975 году было образовано Европейское космическое агентство (ESA), и правительство Франции предложило агентству использовать космодром Куру для европейских космических программ. Космодром Куру расположен на широте 5°3', всего чуть более чем в 500 километрах к северу от экватора, что позволяет космодрому быть наиболее подходящим местом для запуска спутников на геостационарную орбиту. Такая близость к экватору даёт возможность вносить лишь минимальные изменения в траекторию движения спутников.

Космодром Цзюцюань расположен на краю пустыни Бадын-Джаран в низовьях реки Хэйхэ в китайской провинции Ганьсу. Название свое получил от расположенного в 100 км города Цзюцюань. Космодром действует с 20 октября 1958 года. Он является самым крупным космодромом Китая и единственным, используемым в национальной пилотируемой программе. Днем рождения китайской космонавтики считается 24 апреля 1970 года, когда в космос был отправлен мирный спутник «Красный восток-1», полностью собранный в Китае. 26 ноября 1975 года успешно прошел повторный запуск спутника, который затем вернулся на Землю. 7 апреля 1990 года — знаковая для Китая дата. В этот день с космодрома Цзюцюань была запущена «Звезда Азии -1», первый коммерческий спутник, построенный внутри страны для иностранных партнеров. С поступлением дополнительных средств в бюджет страны удалось существенно ускорить темпы развития национальной космической программы, о чем свидетельствуют последующие открытия еще трех космодромов, запуск беспилотного космического корабля 20 ноября 1999 года, а также вывод на орбиту спутника навигационной системы «Большая медведица-1» и первого китайского астронавта в 2003 году.

Космодром Плесецк расположен в 180 километрах к югу от Архангельска неподалёку от железнодорожной станции Плесецкая Северной железной дороги. Общая площадь космодрома составляет 176 200 гектаров. 17 марта 1966 года состоялся первый запуск искусственного спутника Земли с полигона. В настоящее время космодром «Плесецк» является единственным космодромом на территории Российской Федерации, обеспечивающим гарантированный выход страны в космос.

Космический центр имени Сатиша Дхавана — пусковой центр Индийской организации космических исследований (ISRO). Космодром расположен на острове Шрихарикота в Бенгальском заливе на юге штата Андхра-Прадеш. Близость к экватору является одним из его несомненных преимуществ. Первый орбитальный запуск был осуществлен 10 августа 1979 года ракетой-носителем SLV (завершился аварией), второй запуск — 18 июля 1980 года.

Космический центр Танэгасима или TNSC (англ. Tanegashima Space Center) — второй и самый крупный космодром Японии. Был основан в 1969 году, управляется JAXA. Расположен на юго-восточном побережье острова Танэгасима, на юге префектуры Кагосима, в 115 км южнее острова Кюсю. С космодрома производятся запуски самых тяжёлых японских ракет-носителей H-IIA и H-IIB, которые сейчас являются основными ракетами, стартующими с этого космодрома, а также небольших ракет, предназначенных для суборбитальных научных запусков. Запуски космических аппаратов возможны с наклонением орбиты до 99° к плоскости экватора. По мнению JAXA этот космодром является самой красивой и живописной стартовой площадкой в мире.

Литературы:

1. Нурпеисова М.Б. Космическая геодезия
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Космродром
3. https://www.zakon.kz/4612220-7-krupnejjshikh-kosmodromov-mira.html

Ж.Н. Рахметулан, Г.М. Қырғызбаева

Әлемнің ең ірі ғарыш алаңдары

Аңдатпа. Мақалада біздің өміріміздегі маңызды рөлі қарастырылған. Ең ірі және маңызды ғарыш алаңдары туралы мәліметтер келтірілген. Ғарыш жүйелерін орбитаға шығару бойынша ғарыш айлақтарының ең қолайлы географиялық орналасуы туралы қорытынды жасалды.

Түйінді сөздер: ғарыш кеңістігі, старттық алаң, ғарыш айлағы, Байқоңыр, ғарыштық зерттеулер.

Z.N. Rahmetulan, G.M. Kirgizbaeva

The biggest space platforms of the world

Abstract. The article considers the significant role of cosmodromes in our life. The information about the largest and most important cosmodromes in the world is given. The conclusion is made about the most appropriate geographical locations of the launch sites for the launch of space systems in orbit.

Key words: outer space, launch pad, cosmodrome, Baikonur, space research.

УДК 528.5

С.М. Сабитова

Научный руководитель – Ж. Т. Кожаев, PhD доктор

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы.

symbatsm08@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЕЙШЕГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СФЕРЕ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ

Аннотация. *В данной статье проводится обзор применения новейших геодезических приборов в сфере кадастра. Рассмотрены последовательность геодезического обеспечения кадастровых работ. Преимущества современного геодезического оборудования, и их применение в кадастре.*

Ключевые слова: *кадастр, геодезические обеспечение, геодезические приборы, электронный тахеометр.*

Геодезическое обеспечение кадастровых работ основывается на общих геодезических принципах, классических и современных методах создания и развития геодезических сетей, съемок, измерений, использовании вычислительной техники, информационных и компьютерных систем. Основой, как для геодезических измерений, так и для кадастровых работ можно считать наличие государственных геодезических сетей и сетей специального назначения, таких как опорно межевые сети.

Геодезическое обеспечение в производстве кадастровых работ имеет свою выстроенную последовательность операций и процессов для формирования всей необходимой информации в виде системы координат, всевозможных планов, чертежей, схем, карт, каталогов координат и других сведений. [1]

Если все общие сведения для кадастровых работ получают из юридических документов, то всю географическую и картографическую информацию получают на основе геодезической.

Геодезическое обеспечение кадастра ведется с определенным алгоритмом, в который входят:

- подготовительный этап работ;
- полевая рекогносцировка (обследование) участка;
- составление технического проектирования;
- полевые кадастровые съемки;
- размежевание земельных участков и установление граничащих знаков;
- определение их площадей;
- создание чертежей и планов;
- топографо-геодезический контроль результатов кадастровых работ;
- ведение базы данных по кадастровым съемкам.

В подготовительный этап работ происходят сбор и анализ получаемых материалов в виде проектного решения по землеустройству, постановления о выделении административными органами земельного отвода, договоров по аренде или купли-продажи земли, выписки из госреестра, схемы и каталога пунктов ГГС или ОМС, картографических планов (топопланов). После предварительного этапа в полевых условиях производятся рекогносцировка на местности, проверка сохранности знаков и соответствие значений координат пунктов по результатам, назовем это, контрольных измерений и вычислений.

При составлении технического проекта выбирается оптимальная технология и схема построения сети, геодезических измерений, обсчитываются все экономические затраты в виде локальной сметы.[2]

В зависимости от поставленной в проекте задачи выполняются полевые работы то ли по кадастровой съемке или по размежеванию земельных участков. При установлении границ производится их согласование с владельцами смежных участков и определение площади, как правило, по координатам закрепленных межевых пунктов, если же их нет, то производят вынос границ земельного участка.

При выполнении кадастровой съемки составляется (обновляется) кадастровый план. Так же есть понятие технический план, но оно относиться к фундаментальным строениям. При межевании составляется межевой план земельного участка в масштабе величиной не более, чем у кадастрового плана.

Отдельно производится геодезический контроль при сдаче работ в кадастре и происходит регистрация кадастровых работ. Кроме этого геодезисты формируют базы данных, полученные в результате проведенных работ.

В сфере кадастровых работ применяются новейшие геодезические приборы.[2-4]

Современные геодезические приборы можно разделить на несколько особо значимых групп:

1.Геодезическое GPS-оборудование;

2.электронные тахеометры;

3.электронные (цифровые) теодолиты;

4.электронные (цифровые) нивелиры.

5.лазерные сканеры.

Каждый из перечисленных приборов имеет свою область применения свои достоинства и недостатки.

Геодезические GPS (Global Positioning System - глобальная система место определения.) системы позволяют в кротчайшие сроки, с меньшими усилиями и с высокой степенью надёжности получить координаты и высоты объектов.[3]

Космической составляющей любой спутниковой навигационной системы будь это «GPS» или «ГЛОНАСС» (Глобальная Навигационная Спутниковая Система) является орбитальная группировка спутников, которые постоянно излучают навигационные сигналы для наземного GPS и (ГЛОНАСС) оборудования. Наземный сегмент системы состоит из контролирующих станций и станции управления, которые в конечном итоге обеспечивают надежную работу GPS оборудования. Ведение геодезических работ с помощью GPS увеличивает производительность вашего труда..GPS позволяет вести геодезические работы круглосуточно, в любую погоду, а также, при отсутствии прямой видимости между точками.

Электронный тахеометр. Многофункциональный геодезический прибор, сочетающий в себе теодолит, лазерный дальномер и компьютер, предназначенный для решения множества строительных и геодезических задач. Наиболее популярны тахеометры Topcon, Sokkia, Leica(рис.1)

Теодолиты, содержащие преобразователь «угол-код» и позволяющие во время наблюдений получать результаты измерений на цифровом табло, называют **цифровыми или электронными.** Они позволяют автоматизировать процесс угловых измерений.

В цифровых теодолитах используют не традиционную систему деления угломерных кругов на грады или градусы, а такую систему обозначений, чтобы число знаков для передачи информации было наименьшим и чтобы получаемую информацию можно было ввести автоматически в вычислительное устройство. Наиболее популярны теодолиты Sokkia,Pentax,Vega

Рисунок 1 - Электронный тахеометр Leica TPS1200

Электронные (цифровые) нивелиры - это современные многофункциональные геодезические приборы, совмещающие функции высокоточного оптического нивелира, электронного запоминающего устройства и встроенного программного обеспечения для обработки полученных измерений. Основная отличительная особенность электронных нивелиров - это встроенное электронное устройство для снятия отсчета по специальной рейке с высокой точностью. Применение электронных нивелиров позволяет исключить личные ошибки исполнителя и ускорить процесс измерений. Достаточно навести прибор на рейку, сфокусировать изображение и нажать на кнопку. Цифровые технологии позволяют значительно расширить возможности нивелиров и области их применения. Опыт показывает,

что с помощью цифрового нивелира достигается 50%-я экономия времени по сравнению с обычным нивелиром. Основными причинами являются быстрый сбор данных сохранение измерений во внутреннюю память прибора. Наиболее популярны нивелиры Leica(рис.2), Sokkia, Pentax

Рисунок 2 - Электронный нивелир Leica.

Лазерные сканирующие системы

Что измеряют оптические приборы в геодезии:

1. тахеометр – комбинированный электронно-оптический прибор для измерения разницы высот, углов и расстояний;
2. нивелир (электронный, лазерный, оптический) – для определения уровня вертикальных поверхностей и превышения высот между точками и объектами;
3. теодолит – используют для измерения вертикальных и горизонтальных углов и направлений;
4. дальномер или лазерная рулетка – позволяет определять большие расстояния с высокой точностью.

Использование современного и высокоточного измерительного оборудования – это важнейшее условие качественного выполнения всех видов геодезических изысканий.

Литературы:

1. Неумывалкин Ю. К., Перский М. И. - Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ: Справ. Пособие. - М.: Картгеоцентр - Геоиздат, 1996 - 334 с.: ил
2. Варламов А.А. «Земельный кадастр» в 6 т. Т.1 Теоретические основы государственного земельного кадастра.- М.: КолосС, 2003 - 383 с
3.Голыгин Н.Х. Степочкин А.А. Травкин С.В. Бахарев Е.С. Исследование оптико-электронных геодезических приборов и устройств для аттестации //Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2005, №5. С. 123- 135.38
4. Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение: Учебник для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2011. – 583 с. – (Gaudeamus).

С.М.Сабитова

Кадастрлық жұмыстар саласында жаңа геодезиялық жабдықтарды қолдану.

Аңдатпа. Бұл мақалада шолу жүргізіледі қолдану жаңа геодезиялық аспаптарды саласындағы кадастры. Кадастрлық жұмыстарды геодезиялық қамтамасыз ету реті қарастырылды. Қазіргі заманғы геодезиялық жабдықтардың артықшылықтары және оларды кадастрда қолдану.

Түйін сөздер: кадастр, геодезиялық қамтамасыз ету, Геодезиялық аспаптар, электрондық тахеометр..

S.M. Sabitova

Application of the latest geodetic equipment in the field of cadastral works.

Abstract. this article provides an overview of the use of the latest surveying instruments in the field of cadastre. The sequence of geodetic support of cadastral works is considered. The advantages of modern surveying equipment, and their use in the cadastre.

Keywords: cadastre, geodetic support, geodetic instruments, electronic total station.

УДК 550.3

Б.Б. Садыков[1], Г.С. Шакиева[1], О.Ж. Таукебаев[1], М.Г. Мустафин[2]
[1]Satbayev University, Казахстан, г.Алматы
[2]Санкт-Петербургский горный университет, Россия, г. Санкт-Петербург
gulim-05@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ГОРНОГО МАССИВА ПО ГЛУБИНЕ

Аннотация. *В работе рассматривается зависимость величины геоэнергии, аккумулированная горным массивом от глубины. Энергия является универсальной количественной мерой движения и взаимодействия тел. Поэтому энергетические показатели состояния горного массива могут служить параметрами, характеризующие общие физические закономерности протекания геомеханических процессов, основа которых составляет механические движения. Основными составляющими геоэнергии являются потенциальная энергия упругой деформации напряженно-деформированного состояния и потенциальная энергия массива в поле земного тяготения. Величина геоэнергии и ее распределение между энергиями упругой деформацией и земного тяготения являются определяющими факторами развития геомеханических процессов и их интенсивности. С целью определения этих параметров получена зависимость геоэнергии и ее составляющих от глубины залегания горного массива.*

Ключевые слова: *геоэнергия, массив, потенциальная энергия, упругая деформация.*

Различные виды геомеханических процессов, интенсивность и направление их развития в горном массиве зависят от множества внешних и внутренних факторов. Несмотря на принципиальное различие влияния этих факторов на процессы перехода массива из одного состояния в другое, их объединяет общий фактор воздействия на процессы, определяемый энергетическими параметрами системы. В первую очередь, это перераспределение геоэнергии внутри объема массива.

Энергия является универсальной количественной мерой движения и взаимодействия тел. Поэтому энергетические показатели состояния горного массива могут служить параметрами, характиризующие общие физические закономерности протекания геомеханических процессов, основа которых составляет механическое движение. Разработка месторождений сопровождается активизацией этих процессов в горном массиве из-за нарушения его сплошности и стремлением системы вернутся в новое состояние устойчивого равновесия. С увеличением объема выработанного пространства растет интенсивность таких процессов, и тем больше энергии требуется для их поддержания. Для исследования предкризисных аномалий развития геомеханических процессов, предшествующих геодинамическим явлениям, в последнее время большое внимание уделяется энергетическим параметрам, характеризующим состояние породного массива как открытой, диссипативной, нелинейной, природно-технической системы [1, 2].

В процессе своего изменения эта система на некоторых участках массивах горных пород за счет внутренних и внешних источников энергии, при условии превышение скорости накопления энергии над ее диссипацией, достигает некоторого критического состояния, в котором становится неустойчивой.

Рассматривая массив горных пород, в который внедряется выработка любого назначения, как единую систему, имеющую определенный запас потенциальной энергии, состоящей из гравитационной составляющей и энергии упругого деформирования, изменяющейся под влиянием горных работ, можно значительно упростить исследование развития различных геомеханических процессов [3]. В основе различных вариантов энергетических схем, прогнозов лежит зависимость величины потенциальной энергии от глубины нахождения элемента горного массива и ее перераспределение при развитии горных работ и влияния различных геомеханических процессов [4]. Поэтому нахождение зависимости величины геоэнергии от глубины горного массива и ее перераспределения по составляющим является актуальной задачей.

Для расчета зависимости геоэнергии от глубины рассматривается элемент горного массива в виде столба, простирающегося от основания до поверхности месторождения (рисунок 1)

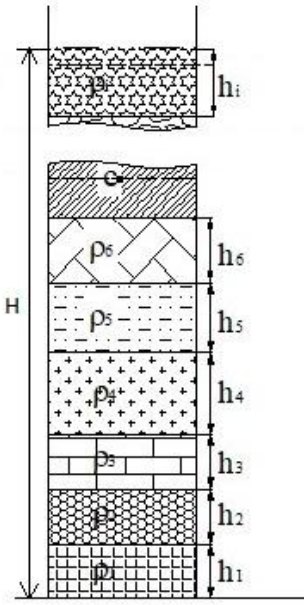


Рисунок 1 - Элемент горного массива
ρ_i - плотность в интервале h_i, столба с - центр масс.

Основную часть геоэнергии горного массива столба W составляют потенциальная энергия упругой деформации $W_д$ и потенциальная энергия тяготения $W_т$:

$$W = W_д + W_т \quad (1)$$

При нахождении полной энергии столба рассматривается вариант, при котором в пределах точности решения поставленной задачи, можно считать различие физико-механических свойств слоев незначительным, что позволяет при вычислениях использовать средние значения удельного веса γ и коэффициента упругости Е:

$$\gamma = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i}; \quad (2)$$

$$E = \frac{\sum E_i h_i}{\sum h_i}, \quad (3)$$

где γ_i – удельный вес *i*-го слоя.

Потенциальная энергия столба в поле земного тяготения определяется выражением:

$$W_т=pz_c \tag{4}$$

где p– вес, z_c- вертикальная координата центра тяжести столба. Соответственно:

$$z_c = \frac{\int_0^H z\gamma S dz}{\int_0^H \gamma S dz} = \frac{1}{2}H \quad , \tag{5}$$

$$p=\gamma HS, \tag{6}$$

где *H* – высота, *S* – площадь основания столба.

Используя формулы (5) и (6), принимая S=1 величина потенциальной энергии столба в поле тяготения Земли $W_т$ (4) будет иметь вид:

$$W_o = \gamma \frac{H^2}{2}, \tag{7}$$

Энергия упругой деформации массива столба $W_д$ равна:

$$W_д = \int_v \omega dv, \tag{8}$$

где ω- объемная плотность энергии упругой деформации массива,

v- объем столба.

Для изотропного массива можно принять:

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \sigma = \gamma z \tag{9}$$

где σ_x, σ_y, σ_z, - составляющие механического напряжения σ на глубине z. Объемная плотность энергии упругой деформации массива ω равна:

$$\omega = \frac{\sigma^2}{2E}, \tag{10}$$

Соответственно, энергия упругой деформации массива столба состоянии $W_д$ находится из (8) с учетом (9) и (10):

$$W_Д = \frac{\gamma^2}{2E}\int_0^H z^2 dz = \frac{\gamma^2 H^3}{6E} \tag{11}$$

Полная геоэнергия горного массива столба W из (1) с учетом (7), (11) равна:

$$W = \gamma \frac{H^2}{2} + \frac{\gamma^2 H^3}{6E} \quad . \tag{14}$$

Представляет интерес оценки в соотношениях между потенциальными энергиями упругой деформации и тяготения горного массива с глубиной. Для элемента горного массива в виде столба эти соотношения из (7), (11) имеют вид:

$$\frac{W_\partial}{W_T} = \frac{\gamma H}{3E}, \tag{15}$$

Соответственно, их доля от полной энергии:

$$\frac{W_\partial}{W} = \frac{\gamma H}{\gamma H + 3E}, \tag{22}$$

$$\frac{W_T}{W} = \frac{3E}{\gamma H + 3E}, \tag{23}$$

Из приведенных соотношений следует, что с ростом высоты столба или глубины слоя доля потенциальной энергии упругой деформации горного массива возрастает.

Подземная разработка месторождения полезных ископаемых сопровождается прогрессирующими нарушениями сплошности породного массива. Освобождающаяся при этом энергия, величина которой зависит от глубины разработки, идет на активизацию существующих и образованию новых геомеханических процессов, охватывающих весь породный массив. Полученное выражение зависимости геоэнергии от глубины (7) позволяет определять участки массива, подвергнутые потенциально опасными по степени развития геомеханических процессов.

Литературы:

1 Вовк О.А. Прогнозирование горных ударов на основе энергетического критерия. Журнал Уголь Украины. 2012 г. С. 25-27.

2 Фейт Г.Н., Малинникова О.Н., Зыков В.С., Рудаков В.А. Прогноз опасности внезапных выбросов и горных ударов по энергии массива. Журнал физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2002 г. №1. С.67-70.

3 Иофис М.А., Норель Б.К., Боровков Ю.А. Физические параметры аналитического описания изменения механического состояния горного массива вблизи горной выработки. Книга Проблема и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр. М. ИПКОН РАН – 2014 г. С.428.

4 Вовк О.А. Прогнозирование горных ударов на основе энергетического критерия. Журнал Уголь Украины. 2012 г. С. 25-27.

5 Садыков Б.Б., Байгурин Ж.Д., Имансакипова Б.Б., Кожаев Ж.Т. Разработка метода и методики зонного районирования земной поверхности месторождения по степени ослабленности на основе энергетических параметров. 2018. Монография. Украина.

Б.Б.Садықов, Г.С.Шәкиева, О.Ж.Таукебаев, М.Г.Мустафин

Тереңдікте тау массасын энергиясының өзгеруі

Түйіндеме. Бұл жұмыста массивтің тереңдігінде жинақталған геоэнергияның көлеміне тәуелділігін қарастырады. Геоэнергияның негізгі компоненттері кернеулі-деформацияланған күйінің серпімді деформациясының ықтимал энергиясы және жердің гравитациялық өрісінде алаптың ықтимал энергиясы болып табылады. Геомеханикалық үдерістердің және олардың қарқындылығын дамытудың шешуші факторы массивтің жай-күйін сипаттайтын геоэнергия шамасы болып табылады. Геоэнергия мен оның компоненттерінің тереңдігіне тәуелділігін анықталды.

Түйінді сөздер: геоэнергия, массив, әлеуетті энергия, серпімді деформация.

B.Sadykov, G.Shakiyeva, O.Taukebayev, M.Mustafin

The change in the energy of the massif in depth

Abstract. The paper considers the dependence of the magnitude of geoenergy accumulated by the massif on the depth. The main components of geoenergy are the potential energy of the elastic deformation of the stress-strain state

and the potential energy of the massif in the field of the earthly force. The magnitude of geoenergy characterizes the state of the array, is the determining factor in the development of geomechanical processes and their intensity. The dependence of geoenergy and its components on the depth is determined.
Keywords: geoenergy, massif, potential energy, elastic deformation.

УДК 528.85

Б.Б.Садыков, Б.Б.Имансакипова, Ж.Д.Байгурин, О.Таукебаев
Казахский Национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева

ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД ЦИФРОВИЗАЦИИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЛОЖНОСТРУКТУРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы цифровизации геомеханических процессов, комплексная методика получения исходной информации, структура цифровой модели местности и горно-геометрический способ построения цифровой модели.*
Ключевые слова: *геомеханические процессы, цифровизация, ЦММ, месторождение, мониторинг, аэрокосмические снимки, инструментальное наблюдение.*

Разработка месторождений полезных ископаемых на основе комплексной механизации и автоматизации процессов добычи, планирование добычи с наименьшими затратами средств и потерями полезного ископаемого требует от геолого-маркшейдерской службы горного предприятия нового подхода к решению производственных задач.

Это связано с многочисленными факторами которые возникают в процессе ведения горных работ и требует от геолого-маркшейдерской службы сбор исходных материалов по установлению геомеханических процессов массиве горных пород. Особенно сбор информативных данных при разработке месторождения подземным способом является весьма сложной задачей и требует горно-геометрического подхода связанные с цифровыми методами изучения всех возможных проявлений нарушенности сплошности и структурных изменений физико-механических свойств горного массива.

Как известно в горной и геолого-маркшейдерской практике, а также в геодезии существуют несколько методов получения цифровых моделей провалоопасных участков земной поверхности (оседания, провалы, оползни и другие виды обрушений) путем применения различных наблюдений (космическую, радарную, стереосъемку, наземную) с максимальной точностью исходных данных. Отсюда комплексная методика получения исходной информации и определения полного тензора напряжений в горном массиве проводится в несколько этапов:

- По результатам анализа геологических данных и сеисмичности места расположения месторождения;
- Визуальное обследование состояния горных выработок (квершлагов, штреков, ортов, камер и очистного пространства в блоке);
- Маркшейдерские съемки электронными тахеометрами, GPS приемниками, теодолитами для определения объемного положения горных выработок.

Проблемами исследования напряженно-деформированного состояния массива горных пород, оценка устойчивости конструктивных элементов систем разработки, способы управления деформационными процессами в горных выработках большой научный вклад внесли ученые СНГ и Казахстана: М.И. Агошков, К.Н Трубецкой, И.В. Милитенко, В.Н. Попов, А.Б. Макаров, Ж.С. Ержанов, Ж.М. Канлыбаева, Ю.И.Чабдарова, Т.М. Ермеков, М.П. Долгих, Н.П. Ерофеев, М.Б. Нурпеисова, Л.С. Шамганова, К.М. Касымханова и др. В изучении вопросов геомеханических процессов массива горных пород также внесли вклад

научно-исследовательские институты: ИПКОН РАН, ИГД им. Д.А. Конаева РК, КазНИТУ им К.И. Сатпаева, КарГТУ, ВКГТУ и многие другие.

Объектом исследования является меднорудные месторождения рудного поля Жезказгана, которая в свое время под руководством академика К.И. Сатпаева коллектив геологов добился блестящих результатов по изучению Жезказганского месторождения. По проведенным исследованиям были выявлены огромные запасы руды, которое прочно заняло первое место среди медных месторождений СНГ и стран дальнего зарубежья. По результатам исследования академика К.И. Сатпаева и его коллектива геологов было принято решение о разработке Жезказганского меднорудного месторождения.[1]

Длительная разработка месторождения в течении нескольких десятилетий, глубина добычи руды, образование подземных пустот привели к росту различных видов сдвижения горных пород и смещению земной поверхности (оседания, провалы и мульдообразования).

Ранее существующие методы маркшейдерских наблюдений за сдвижением горных пород и земной поверхности заключалась в создании опорных пунктов и исходных реперов наблюдательных станций, привязанных к рудничной маркшейдерской опорной сети. Инструментальные съемки с исходных реперов на провалоопасных участках не всегда безопасны из-за недоступности к местам оседаний и мульдообразований, что приводит к нарушениям правил техники безопасности при выполнении маркшейдерских измерений.

В последние годы инструментарий горных предприятии для проведения маркшейдерских наблюдений за сдвижением горных пород пополнились новыми высокоточными приборами (Leica TS15, MS60, Leica GS14, DNA 110). Они позволяют проводить наблюдения недоступных мест на правалоопосных зонах земной поверхности месторождения и выполнять съемки высокого разрешения тестового месторождения. Далее применение современных маркшейдерско-геодезических приборов и способов наблюдений (высокоточное нивелирование, автоматизированные системы total station, GPS позиционирование, ГИС технологии) позволили на основе использования методов цифрового моделирования построить цифровые карты (модели) деформационных процессов, происходящих на земной поверхности.

Цифровая модель местности (ЦММ) представляет собой совокупность исходных данных (плановые координат и высот) о множестве точек оседания земной поверхности и представляют собой цифровую горно-геометрическую модель изменений земной поверхности на провоопасных участка месторождения (рис. 1).[2]

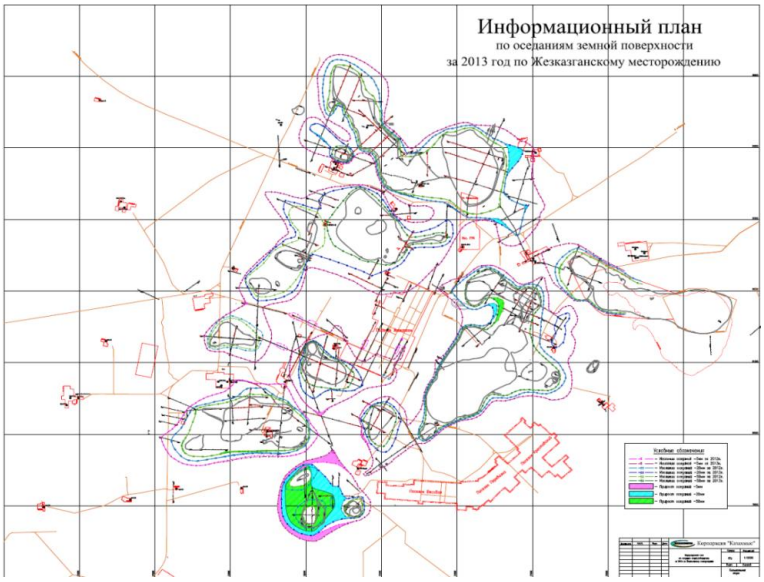


Рисунок 1 - Информационный план оседаний земной поверхности Жезказганского месторождения

Цифровая модель рельефа обязательно задаётся одновременно плановыми координатами и высотами *H*. Цифровая информация о местности очень удобна для представления и хранения в электронном виде.

На рис. 2 в результате обработки геопространственных данных и маркшейдерских наблюдений предложен ситуационный план ослабленных участков оседаний земной поверхности меднорудного месторождения рудного поля Жезказгана. [3]

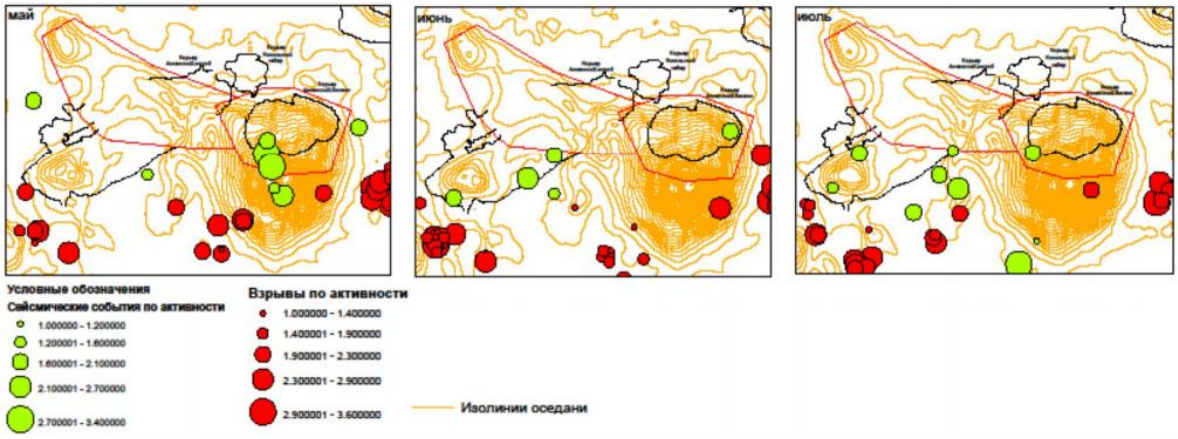


Рисунок 2 - Ситуационный план оседаний Анненского района

ЦММ эффективно используется при решении вопросов напряженно-деформированного состояния массива горных пород с изображением их на горно-геометрических графиках для определения направления силовых напряжений. Очевидно, что при построении дискретной картины местности (количество точек ограничено) криволинейные контуры желательно аппроксимировать в геометрические правильные формы для аналитического решения задач. При этом отклонение криволинейного контура от сглаживающей ломаной линии не должно быть больше 0,3 мм. Характерные точки криволинейного контура определяют их координатами, измеренными непосредственно по карте, либо используют их значения, полученные в процессе топографической съёмки (рис. 3).[4,5,6]

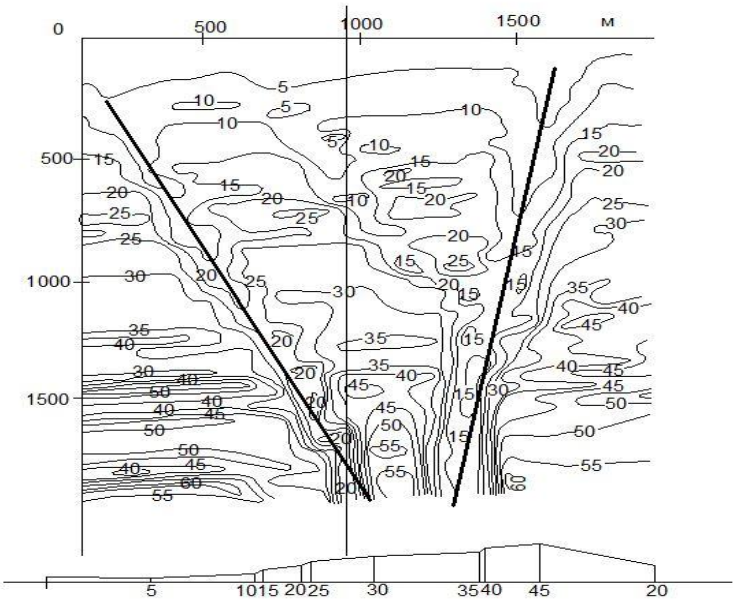


Рисунок 3 - Криволинейные участки горизонтальных смещений в массиве сложного строения: 1 – тектонические нарушения; 2 – изолинии и величины напряжений, МПа

Горно-геометрический способ построения цифровой модели при геомеханическом мониторинге объективно может дать информацию:

- наиболее простых видов деформации (растяжение, сжатие, разрыв, тектонические нарушения);
- изменение структурных форм, построенных с помощью изолиний.

Это позволяет по цифровым моделям и их криволинейным участкам горизонтальных смещений в определеных точках в разные периоды наблюдений дать оценку геомеханическим процессам, объективно принимать управленческие решения по выбору направления ведения горных работ и другие горнотехнические задачи, обеспечивающие рациональное извлечение запасов полезных ископаемых из недр.

В процессе ведения геологиразведочных и горных работ не всегда обнаруживаются нарушения земной поверхности. Нарушения на земной поверхности и в подземных горных выработках затрудняют ведения подготовительных и очистных работ, осложняют использование высокопроизводительную технику и отрицательно влияют на показатели извлечения руды при добыче. Горно-геометрический способ построения цифровой модели на нарушенных участках при ведении геомеханического мониторинга объективно может дать информацию об изменениях направлений напряженно-деформированного состояния горного массива. По горно-геометрическим планам достаточно достоверно можно оценить геомеханические процессы и принять меры по обеспечению ритмичности горных работ и характер изменения сдивижения горных пород.

Таким образом, горно-геометрический подход построения цифровой карты (модели) геомеханических процессов выполненных по пространственно-координируемым точкам на криволинейных провалоопасных участках (оседания, мульда) позволяют определить геометрические параметры и элементы залегания нарушений с учетом особенностей рельефа земной поверхности. Координируемые точки определяются по результатам наземной маркшейдерско-геодезической съемки и по аэро-космическим снимкам.

Литературы:

1. Каныш Имантаевич Сатпаев: (1899—1964). М. Наука, 1982. 152 с.
2. Altayeva A.A., Baygurin Zh.D., Imansakipova B.B., Kozhaev Zh.T., Spitsyn A.A. Possibilities of digital modeling for increasing the efficiency of the situational forecast in conducting mining works. Varna, Bulgaria. 2018.
3. Байгурин Ж.Д., Кожаев Ж.Т., Спицын А.А. Зонное районирование поверхности месторождения по степени опасности к обрушениям. Международная научно-техническая интернет конференция. Кривой Рог. 2016
4. Алтаева А.А., Имансакипова Б.Б., Кожаев Ж.Т., Садыков Б.Б., Спицын А.А. Совершенствование энергетического критерия при зонировании земной поверхности по степени ослабленности. Вестник КазНИТУ. 2018 г. №4. С.32-38.
5. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке Жезказганского месторождения. -Жезказган, 1997.

Садықов Б.Б., Имансакипова Б.Б., Байгурин Ж.Д., Таукебаев О.
Күрделі құрамды кенорынындағы геомеханикалық процесстерді цифровизациялаудың тау-кен-геометриялық тәсілі

Аңдатпа. Мақалада геомеханикалық процесстерді цифровизациялау мәселелері, бастапқы мәліметтерді алудың кешенді әдістемесі, жергілікті жердің цифрлық моделінің құрылымы және цифрлық модель құрудың тау-кен-геометриялық әдісі қарастырылған.

Түйін сөздер: геомеханикалық процесстер, цифровизациялау, ЖЖЦМ, кенорын, мониторинг, аэрофотосуреттер, аспаптық бақылаулар

Sadykov B.B., Imansakipova B.B., Baygurin Zh.D., Taukebaev O.
Mining-geometric approach of digitization of geomechanical processes of a complex-structured field

Abstract. The article discusses the issues of digitization of geomechanical processes, a complex method of obtaining initial information, the structure of a digital terrain model and the mining and geometric method of constructing a digital model.

Keywords: geomechanical processes, digitalization, CMM, field, monitoring, aerospace images, instrumental observation

ӘОЖ 528.

Г.Сайлауова, Ж.Т.Қожаев
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы.
Saylauova_g@mail.ru

«ArcGIS» БАҒДАРЛАМАСЫНДА АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ 3D ӨЛШЕМІНДЕГІ ҮЛГІЛЕРІН ҚҰРАСТЫРУ

Андатпа. *Виртуальдық 3D – өлшеміндегі үлгі қазіргі заманауи ақпараттық технологиялар мен геоақпараттық жүйе технологияларын (ГАЖ) біріктіре отырып құрылған өте күрделі жұмыс болып табылады.Мақалада «ArcGIS» бағдарламасында Алматы қаласының үшөлшеміндегі карта үлгілерін құрастыру қарастырылады.*

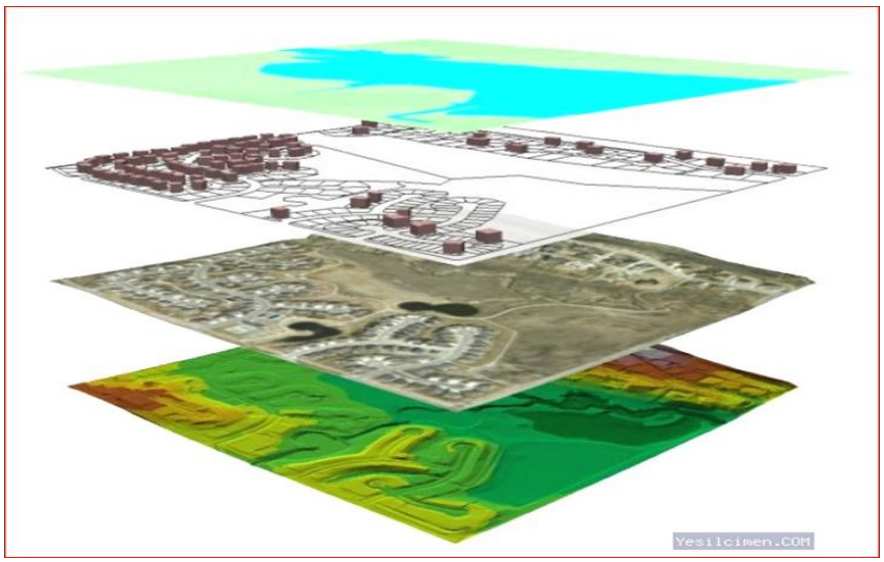
Түйін сөздер: *3D өлшем, ArcGIS бағдарламасы, виртуальды үлгі, жүйе, геоақпарат, ғимарат.*

Негізгі мазмұны: Алматы облысы — Қазақстан Республикасының оңтүстік-шығысындағы әкімшілік бөлік. Жерінің аумағы 224,0 мың км2. Облыс аумағында 17 аудан және 3 облыстық бағыныстағы қала (Қапшағай, Талдықорған, Текелі) бар. Тұрғыны 2 017 638 адам . Әкімшілік орталығы — Талдықорған қаласы. Алматы облысы батысында Жамбыл, солтүстігінде Балқаш көлі арқылы Қарағанды, солтүстік-шығысында Шығыс Қазақстан облыстарымен, шығысында Қытай Халық Республикасымен, оңтүстігінде Қырғызстан Республикасымен шектеседі. Сондай-ақ виртуальдық 3D – өлшеміндегі үлгі қазіргі заманауи ақпараттық технологиялар мен геоақпараттық жүйе технологияларын (ГАЖ) біріктіре отырып құрылған өте күрделі жұмыс болады. Шынайлыққа жақын үш өлшемді үлгілер университет қалашығының ғимараттарын өзгертуге, қосымша ғимараттарды тұрғызғанда, көкалдандырғанда, архетектурасын өзгерткен уақытта қажеттігін туғызады.

Үш өлшемді үлгіні құру және ендіру ортасы ретінде ArcGIS өнімін таңдап алдық. Оған:

- ArcMap – Алматы қаласының екі өлшемді векторлық картасын құру үшін арналған базалық қосымша;
- ArcGlobe – нысандарды кеңістікте байлау мен үш өлшемді глобус жобасын құруға арналған стандартты қосымша;
- ArcScene – екі өлшемді нысандарды үшінші өлшемге өткізу қосымшасы;
- CityEngine – қала құрлысын құрастыру және қаланың үш өлшемді бірліктерін кіргізу бағдарламасы;
- Google SketchUp – үш өлшемді үлгілерді редактірлеу және оны шынайы фото суреттермен қаптау бағдарламасы.

ГАЖ ресурстарына геомәліметтер базасы, үш өлшемді үлгілердің банктік және үш өлшемді үлгілердің мәліметтер жиынтығы кіреді. ГАЖ ресурсындағы мәліметтер ГАЖ серверанда сақталып отырады. Ал егерде интернетке қол жетімді болса, онда оны WEB GIS те, сайтқа енгізу негізінде көрсетуге болады (1 –сурет).



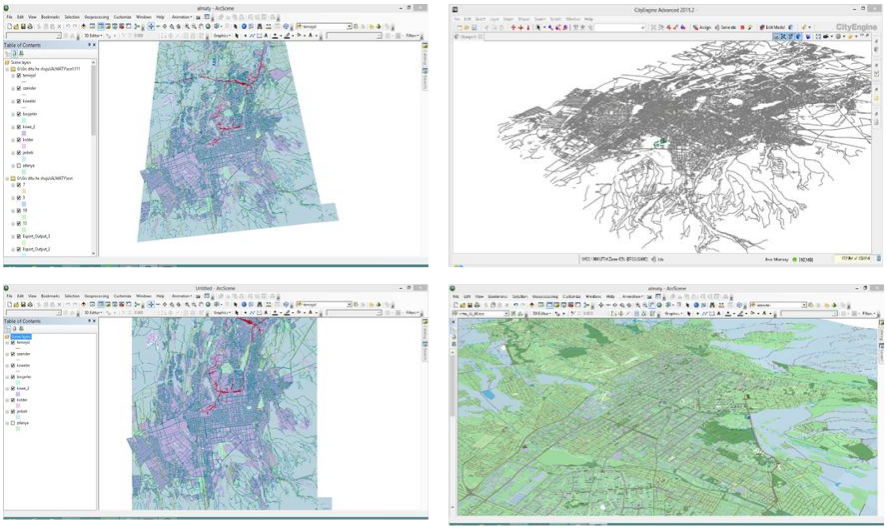
Сурет 1 - ГАЖ жүйесіндегі геомәліметтер базасы

Қарастырылып жатқан жұмыс негізгі 3 кезеңнен тұрады: геомәліметтер базасын құру, үш өлшемді үлгілерді құру және үш өлшемді үлгіні көруге арналған платформа құру болып табылады.

Бірінші кезеңде ArcGIS-те векторлық картасы бар нысандар мен олардың атрибуттық ақпараттарын геомәліметтер базасында құрдық. Қаланың жоспары мен ғарыштық суреттер негізінде векторлық картаға нысандарды енгіздік. Бұл жұмыстың нәтижесі MultiPatch түріндегі кесте, атрибуттық кесте және мәліметтер жиынтығынан тұратын геомәліметтер базасы болып табылады (2-сурет).

Келесі кезең ArcGIS геомәліметтер базасының форматын қолдайтын ArcScene, CityEngine, Google SketchUp үш өлшемді редакторында университет қалашығының компьютерлік үш өлшемді үлгісін құрастыру жатады.

Ғимараттардың каркасын құру үшін – векторлық форматтағы құрылыс сызбалары негіз бола алады. Ғимараттарды үлгілеу үшін ArcScene, CityEngine форматтарындағы сызбаларды қолдану негіз бола алады. 3D үлгісіндегі нысандардан басқа, жобаға геомәліметтер базасындағы атрибуттық ақпараттар нысандардың аты, суреттерге сілтеме және т.б. кіреді.



Сурет 2 - ArcGIS бағдарламасында құрылған Алматы қаласының векторлық картасы

Қорытынды. Қорыта келгенде, жоғарыда көрсетілген фактыларға сүйене отыра үш өлшемді негізде ғимараттарды ішіне ену негізін қалыптастыруға болады. Google SketchUp негізінде ғимараттардың 3D үлгісін қаптау және ішін әрлендіру жұмыстарын жүргізе аламыз. Сонымен қатар болашақта осы жасалған негіздерді ArcScene мен ArcGIS қосымшаларына шақыру арқылы жобалау жұмыстарын жүргізу мүмкіндігін арттыруға болады.

Әдебиеттер:

1. https://kk.wikipedia.org/wiki/Алматы
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/ArcGIS
3. e-lib.kazntu.kz/publication_view/print/1485/5156

Г.Сайлауова, Ж.Т.Қожаев

Создание 3d моделей города Алматы на программе «ArcGIS»

Резюме. Виртуальная трехмерная модель представляет собой очень сложную работу в сочетании с интеграцией современных информационных технологий и технологий геоинформационных систем (ГИС). В статье ArcGIS предполагает разработку шаблонов карт в трех измерениях Алматы.

Ключевые слова: 3D-измерение, программа ArcGIS, виртуальная модель, система, геоинформация, здание.

G.Saylauova, Zh.T.Kozhaev

Creation of 3d models of the city of Almaty on the program "ArcGIS"

Summary. The virtual three-dimensional model is a very difficult job in combination with the integration of modern information technologies and technologies of geographic information systems (GIS). The article ArcGIS involves the development of map templates in the three dimensions of Almaty.

Key words: 3D measurement, ArcGIS program, virtual model, system, geoinformation, construction.

УДК 528.8

М.А.Сайлыгараева, Ж.Т. Кожаев
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева Казахстан, г. Алматы
mariya_23365@mail.ru

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ МАСШТАБА 1:25 000

Аннотация. *В статье рассмотрены основные преимущества и недостатки использования данных ДЗЗ в целях обновления топографических карт масштаба 1:25 000 на территорию Республики Казахстан, освещены основные проблемы, которые препятствуют внедрению данных ДЗЗ в картографическое производство.*

Ключевые слова: *обновление топографической карты, данные ДЗЗ, цифровая топографическая карта, ортофотоплан.*

Со временем топографические карты теряют свою актуальность вследствие изменений местности, которые возникают под действием природных факторов, но, главным образом, изменения происходят вследствие деятельности человека. Поэтому большое значение имеет своевременное обновление топографических карт.

В 1988 г. завершено создание государственной топографической карты масштаба 1:25 000 на всю территорию бывшего СССР, в том числе и на территорию Республики Казахстан. Карты данного масштабного ряда несут уникальную информацию, имеют большое социально-экономическое, научно-техническое и культурно-историческое значение. Создание и обновление топографических карт — обязательная предпосылка развития производительных сил страны, укрепление ее обороноспособности. Возникает необходимость в актуальной информации, обеспечивающей решение проблем управления

территорией, проведения земельной реформы, проблем экологической безопасности и многих других. Удовлетворение потребностей в современной топографической карте решается в условиях современной компьютеризации картографии созданием цифровых и электронных карт. Таким образом, приобретает первостепенное значение проблема оперативного обновления топографических карт на базе современной техники и космических съемок. [1]

Обновление топографической карты масштаба 1:25000 проводится по ортофотоплану, созданному по материалам аэросъемки или космической съемки. На рисунке 1 изображен фрагмент ортофотоплана.

Ортофотоплан — это фотографический план местности на точной геодезической основе, полученный путем аэрофотосъемки или космической съемки с последующим преобразованием снимков из центральной проекции в ортогональную с помощью метода ортотрансформирования.

Рисунок 1 - Ортофотоплан местности

Далее следует этап обновления карты на основе полученного ортофотоплана. Так как карта, которую мы будем использовать в качестве исходной (подложки), является аналоговой (бумажной), то для начала необходимо ее оцифровать, т.е. создать цифровую топографическую карту (ЦТК), на основе которой и будет производиться сам процесс обновления. На рисунке 2 изображен фрагмент аналоговой карты, а на рисунке 3 фрагмент цифровой топографической карты.

Таким образом, необходимыми материалами для обновления карты являются:

– растровое изображение исходной карты, по которой точно наносятся математическая основа и рельеф с помощью программы Easy Trace;

– ортофотоплан данной местности, составленный по аэрофотоснимкам или космическим снимкам;

– полевые материалы дешифрирования, по которым и обновляются остальные элементы ситуации.

В результате мы получим цифровую топографическую карту, оформленную таким образом, что в результате ее печати на плоттере получается качественная топографическая карта в аналоговом виде и электронная цифровая карта, оцифрованная согласно принятой топологии с атрибутивной базой данных.

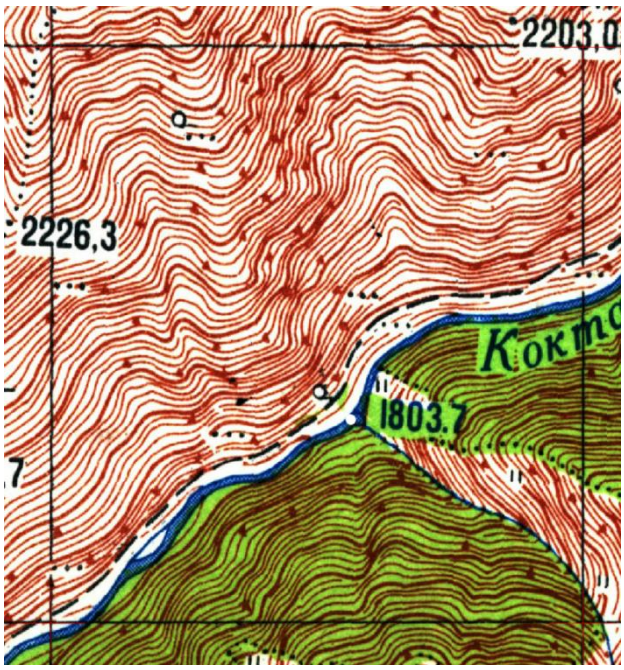


Рисунок 2 - Растровое изображение фрагмента карты

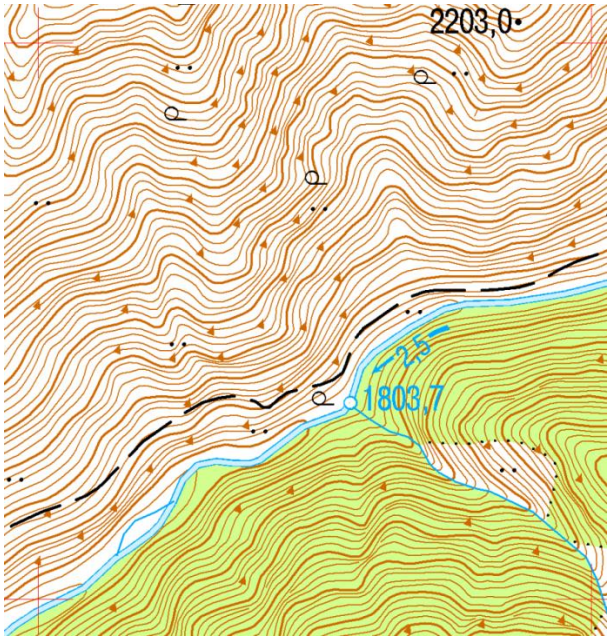


Рисунок 3 - Обновленный фрагмент цифровой топографической карты

Итак, основным источником информации для обновления карты является ортофотоплан местности, созданный по материалам аэрофотосъемки или космической съемки. И в том, и в другом случае при соблюдении «Инструкций по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов» (ГКИНП (ОНТА)-05-005-07, Астана 2008) мы получим один и тот же результат – ортофотоплан. Однако использование аэрофототопографических методов влечет за собой существенные материальные и временные затраты, в то время как использование материалов космической съемки высокого пространственного разрешения может стать оптимальным решением для задач создания и обновления топографической основы 1:25000 [2].

Быстроразвивающиеся технологии космического наблюдения имеют ряд преимуществ по сравнению с аэрофотосъемкой [4]:

- более низкая стоимость (до трех раз) комплекса работ по проведению съемки (особенно в малообжитых и труднодоступных районах) и обработке ее результатов для конечного потребителя;
- больший территориальный охват однократной съемки;
- упрощение процедур формирования фотопланов и исправления геометрических искажений в пределах одного кадра, что повышает геометрическую точность мозаики изображений;
- пространственное разрешение спутниковых данных стремительно приближается к разрешению аэрофотосъемки (до 0,41 метра).

С экономической точки зрения выполнение 1кв. км топографической съѐмки обходится на порядок дороже, чем космическая съѐмка с последующей векторизацией, и несравнимо с ней по временным и трудозатратам.

Материалы космической съемки — основной источник для создания топографических карт малоизученных и труднодоступных территорий: высокогорий, заболоченных местностей, пустынных районов [3].

Таким образом, применение космических снимков для обновления карт снижает продолжительность и трудоемкость составительских и редакционных процессов. Сокращается время на подбор источников, ознакомление со спецификой территории, упрощается процесс генерализации. Одновременно повышаются детальность и точность карт.

Однако, при использовании данных дистанционного зондирования Земли необходимо учитывать тот факт, что для их обработки и анализа требуются очень высокая квалификация специалистов – фотограмметристов и большой практический опыт. Кроме того, использование таких данных становится экономически неэффективным при единичных исследованиях небольших территорий. Космические снимки нельзя использовать для создания планов в инженерных целях. Программное обеспечение, которое применяется для обработки цифровых снимков, также имеет высокую стоимость. Кроме того, если результаты дешифрирования материалов дистанционного зондирования не подтверждены полевыми исследованиями, к ним надо относиться с большой осторожностью.

Таким образом, исходя из всего вышеперечисленного, использование данных ДЗЗ в целях обновления топографических карт масштаба 1:25 000 на территорию Республики Казахстан является оптимальным решением для решения данной задачи.

Литературы:

1 Агапов С.В., Булушев М.Н., Дмитриев Н.С. и др. Технологическое обоснование обновления топографических карт масштаба 1:25000 по космическим снимкам. // Геодезия и картография, 1994, №4, С. 35-39

2 Нурпеисова М. Б., Нурпеисова Т. Б., Ормамбекова А. Е. Создание цифровых карт динамики природной среды на основе данных космической съемки. – Алматы: КазНИТУ, 2007. - № 5(44). - С. 52-54.

3 Агафонов И.Д., Белов В.М., Бурман П.Ю. Обновление и подготовка к изданию цифровых топографических карт масштаба 1:25 ООО на ЦФС. // Геодезия и картография, 2002, №5, С. 22-31

4 Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии. -М.: «Картгеоцентр» «Геоиздат», 1999. – 272

М.А.Сайлыгараева, Ж.Т. Кожаев

1:25 000 масштабтағы топографиялық картаны жаңарту үшін ЖҚЗ деректерін пайдаланудың артықшылықтары мен кемшіліктері

Түйіндеме. Мақалада ҚР аумағында 1:25 000 масштабтағы топографиялық карталарды жаңарту үшін ЖҚЗ деректерін пайдаланудың негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері және картографиялық өндіріске ЖҚЗ еңгізуге кедергі жасайтын негізгі мәселелер қарастырылған;

Түйінді сөздер: топокарталарды жаңарту, ЖҚЗ деректері, цифрлы топокарта, ортофотоплан.

M. Sailygarayeva, J. Kozhayev

Advantages and disadvantages of using Earth remote sensing data to update a topographic map of 1:25 000 scale.

Summary. The main advantages and disadvantages of using remote sensing data in order to update topographic maps of 1:25 000 scale on the territory of the Republic of Kazakhstan, highlights the main problems that hinder the implementation of remote sensing data in cartographic production.

Key words: update of the topographic map, remote sensing data, digital topographic map, orthophotomap.

ӘОЖ 528.7

Н.М.Сайын, Г.С.Мадимарова

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

РЕСПУБЛИКАМЫЗДАҒЫ СУ ОБЬЕКТІЛЕРІНІҢ ЖАҒДАЙЫ ТУРАЛЫ ГЕОАҚПАРАТТЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІ ӨҢДЕУ

Аннотация .*Бұл мақалада жалпы су обьектілерінің жағдайы туралы геоақпараттық мәліметтерді өңдеуді жетілдіру туралы. Су шаруашылығын өз кезегінде техникалық құрал ретінде пайдалануда және су қорларын басқару туралы, Су объектілерінің мониторинг жүйесін жетілдіру үшін орындалатын іс-шаралар қарастырылды. Су ресурстарының жағдайын қадағалау және экологиялық мониторинг жүргізуді анықтау. Жер үсті су обьектілеріне жасалған бақылаудың мәліметтерін (өзендер, каналдар, көлдер және су қоймалары) өңдеу жолдарын зерттеу. Су сапасын бақылауды ұйымдастырудың маңыздылығы көрсетілген.*

Түйін сөздер: *геоақпараттық жүйе, мониторинг, нормативтік құқықтық акт, су ресурстары.*

Геоақпараттық жүйе (ГАЖ)– аймақта таралған ақпаратты жинап, өңдеп, сақтап, талдауға арналған. Белгілі бір аумақта пайда болған жағдайда жедел ықпал ету және сол жағдайдың картографиялық және тақырыптық ақпаратын алдын алу. ГАЖ – аналитикалық және картометриялық зерттеу мен талдау. Негізінде кез – келген картаның жоспар жолы ГАЖ арқылы жасалады. Геоақпараттық жүйе кез – келген урдістер мен құрылымдардың өзгеруін зерттеу және олардың уақытында үлгілеу. [1]

Су нысандарының мониторингі – су шаруашылығы баланстарын құру және есебі қызметтері, нормативтік-анықтамалық ақпаратты ұсыну қызметтері, сондай-ақ геоақпараттық технологиялар негізінде су шаруашылығы жағдайын талдау қызметтері бойынша ақпаратты енгізу, жинақтау, сақтау және ұсынуды іске асырады. Су нысандарының және су шаруашылық құрылымының санитарлық-гигиеналық және экологиялық талаптарға сай болуы үшін, ластануын тоқтату, су құрымының жұтаңдануы мен қоқыстануын болдырмау үшін су қорғау аумақтары мен алабында пайдаланудың ерекше жағдайлары жатады. Су мониторингі жүйесінің шегінде жер үсті су көздерінің сапасын бақылаудың келесі түрлерін келтіруге болады:

- физикалық, химиялық, гидрологиялық және гидробиологиялық көрсеткіштері бойынша ластану деңгейін бақылау;
- арнайы міндеттерді шешу үшін арналған бақылау.

Осы бақылаулардың әрқайсысы келесі қызметтердің нәтижесінде жүзеге асады:

- су нысандарында немесе олардың бөліктерінде алдын ала бақылау және зерттеу жүргізу;

- алдын ала таңдалып алынған тіректердегі су нысандарын жүйелі түрде бақылау жүргізу;

- шаруашылық ұйымдарды, сонымен қатар, қызығушылығы бар мекемелерді жүйелі ақпараттармен және режимнің өзгеріс болжамымен таныстырып, су ластануының тех өзгерісі туралы төтенше ақпараттармен қамтамасыз ету. [2]

Су сапасын бақылаудың мақсатын – алғашқы мәліметтердің аса жоғары стандартын қамтамасыз ету. Бақылаудың жақсы сапасын қамтамасыз ету үшін суды жинау немесе су үлгісін алу бойынша жұмыстарды дұрыс ұйымдастыру қажет.

Қазақстанның жер үсті су объектілерінің су ресурстарын жоғары деңгейдегі рұқсатпен қашықтықтан зондылау деректерін пайдалана отырып, мониторингтеу және бағалау әдістемесін әзірлеуді және су шаруашылығын басқаруды талап етеді. [3-4]

Табиғат байлықтарының ішінде судың орны ерекше. Сусыз жер бетінде тіршіліктің болуы мүмкін емес.

Орта Азия мен Қазақстан жерлері суға кедей деп есептеледі. Ал көне замандарда бұл жерлердің көп бөлігін су басып жатқандығы белгілі. Оңтүстік теңіз ғайып болғаннан кейін оның орнында қазақ жерінде үш су айдыны қалды. Олар: Каспий, Арал, Балқаш

Каспий мұхиттармен жалғасып жатпағанмен оның Волга, Терек, Жайық, Сулақ, Самура сияқты жан-жақтан толықтырып тұратын өзендері көп.

Каспийге құятын өзендер электр қуатын алуға бөгеліп, төңірегіндегі алқаптарды қолдан суғарып игеруге кіріскеннен кейін сырттай келетін су көлемі кеміп кетті. 1961 жылдың өзінде Каспий деңгейі 230 см төмен түскен.

Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы құрғақ шөл даланың ортасында ірі көлдердің бірі – Балқаш көлі орналасқан. Су бетінің көлемі 19 мың шаршы километр. Бұл көлдің халық шаруашылық мәні өте күшті. Осы көл арқылы республикамызда тау-кен металлургия өндірістері дамыды. Көл жағалауларында балық және кәсіптік аң аулау шаруашылықтары жетілді. 1950 жылдан бастап үздіксіз жүргізілген бақылау көл суының минералдануының аса өзгермегенін көрсетті.

Сырдария мен Амудария алқабында барлығы 5,5 миллион гектар суармалы егістік бар, бұл мөлшерді 8-9 миллионға жеткізу жоспарланып отыр. Кейбір зерттеулер бойынша суармалы егістікке жарайтын жер көлемі 16 миллион гектарға жетеді. Су тек суармалы жерге жұмсалып қана қоймай, басқа жолдармен де көп ысырап болады. Күріш және мақта плантацияларында пайдаланылған сулар ойпаттарға ағады да, көп бөлігі топыраққа сіңіп, қалғаны буланып жоқ болады. Мысалы аса ірі Арнасай және Сарықамыс ойпаттарына жылына 7-8 текше киллометр су құйылып қайтпастан жоғалады. Осының барлығы Арал теңізінің таяздауына әкеліп соқты. 1960 жылдан бері жылма-жыл таяздаудан теңіз деңгейі 7 метр төмен түсті, теңіздің көлемі 14 мың шаршы киллометрге кеміді. Теңіздің кеуіп қалған бөлігі су басып жатқан бөлігінің көлемімен теңесті. Теңіз суының тұздылығы да көп артты. Теңіз бен өзендерде болып жатқан мұндай құбылыстар балықтардың көбеюіне де кесірін тигізеді. Ауланатын балық көлемі де күрт төмендеді. Мысалы, 1960 жылы 480 мың центнер балық ауланған болса, 1978-1979 жылдары бар болғаны 40-50 мың центнер ауланды. Ондатр аулау мүлде тоқталды.

Су қорлары күйіне антропогендік ықпалдардың әсері халық шаруашылығындағы су қорлармен байланысы ең маңызды орын алады. Қазіргі ғылыми техникалық прогресскоршаған ортаның адамға әсері өзінің масштабтық әсерімен, жеке суға арналғандығы көптеген өндірістік жағдайда ауқымды өзгерістермен тең келеді.

Су шаруашылығын өз кезегінде техникалық құрал ретінде пайдалануда және су қорларын басқаруда төмендегідей жағдайларды қарастыру қажет:

- табиғаттағы су, ауаның, энергияның және сумен қоспасындағы айналымдары;

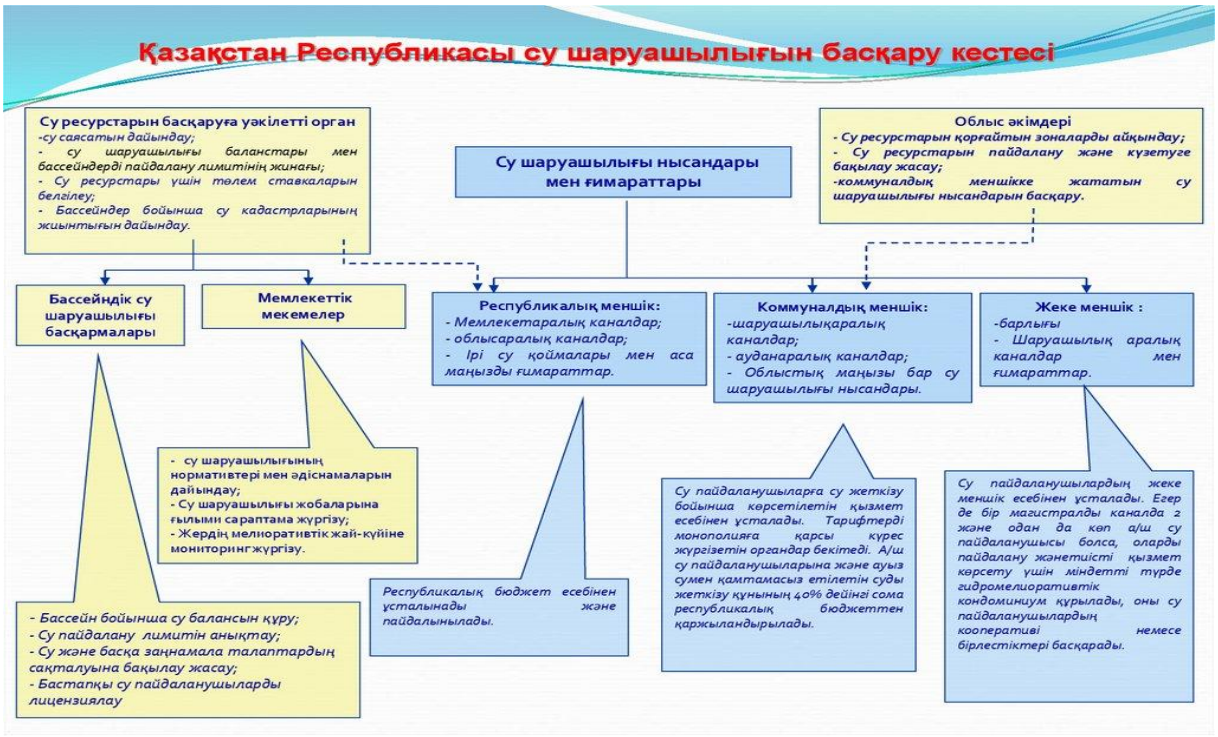
- су ортасындағы биологиялық қорлардың қалыптасуы;

- сулы, биологиялық, сауықтыру және қорлар түрін шаруашылықта пайдалану;
- сулы және басқа қорлар түрінің антропогендік ықпалдарының әсері;

Тек қана экономикасы үрдісті жетілдірген – экологиялық жүйе дайындалуда. Мұнда, су тұтынушылар мен пайдаланушылардың жекелеген жеріндегі тәсілдері, келесі экономикалық көрсеткіштер мен тетектері, судың бағасы және оның тасымалдануы, су қорларының жалпы сапасының төмендеуі мен ластанудағы төлемі, су пайдалану мөлшердің артуы, жерді суғару 1 текше метр судың құны, сондай-ақ, әр түрлі су шаруашылықтарының шаралары су қорларын пайдаланудан келетін кіріс жолдары жатады.

Сонымен, су шарушалығының даму бағдарламасын құрастыру және су шаруашылығының негізгі қағидаларын төмендегідей деңгейде қалыптастыруға болады:

- алқаптар шекарасы, су қорларын көбейту және қорғау, көпсалалы бағдарламаны болашаққа пайдалану үшін құрастырылады;
- су шаруашылығының даму жоспары үзіліссіз жүргізілуі керек;
- барлық табиғат қорлары, өлі табиғат, сонымен қатар, онда мекен еткен ағзалар мен өсімдіктер, барлық қоршаған орта элементтерінің экологиялық тұжырымы жергілікті ландшафта жоспарлануы органикалық бірлікте негізделуі қажет.



Сурет 1 - Су шаруашылығын басқару кестесі [4]

Жоғарыда аталған шаралар су қорлары көлемінің кеңеюінде, су қорларын пайдалану үшін жарамды элементтердің артуына мүмкіндік береді.

Ауыл шаруашылығында, оның ішінде су шаруашылығы саласында қоршаған ортаны басқару мәселелері, әсіресе, экономикалық және экологиялық тұрғыдан қарастырғанда өз шешімдері бар. Мәселен судың, ауаның, топырақтың әр түрлі ластанудың түріне шалдығуы, олардан қорғау, экологиялық жүйедегі тепе-теңдікпен қамтамасыз ету мәселелерін туғызады, тіптен, табиғатты қорғау мәселелеріне дейін жеткізеді [3]

Әдебиеттер:

1. Иконников В.Ф., Седун А.М., Токаревская Н.Г. Геоинформационные системы. – Мн.:БГЭУ;
2. Асқарова Ұ.Б. Экология және қоршаған ортаны қорғау, Алматы – 2004;

3. Ә.Бейсенова, А.Самақова, Т.Есполов, Ж.Шілдебаев. Экология және табиғатты тиімді пайдалану;
4. https://www.uniface.kz/index.php?post=article&section=1&id=642.

Н.М.Сайын, Г.С.Мадимарова
Обработка Геоинформационных данных о состоянии водных объектов Республики.
Аннотация. Данная статья посвящена улучшению геоинформационных данных о состоянии общих водных объектов. В свою очередь, управление водными ресурсами использовалось в качестве технического инструмента и управления водными ресурсами, а также мер по улучшению системы мониторинга воды. Мониторинг водных ресурсов и идентификация мониторинга окружающей среды. Изучение контрольных данных для поверхностных водоемов (рек, каналов, озер и водохранилищ). Показана важность организации контроля качества воды.
Ключевые слова: геоинформационная система, Мониторинг, нормативный правовой акт, водные ресурсы

N.M.Saiyn, G.S.Madimarova
Processing of geospatial data about the state of water objects of the republic.
Abstract. This article is devoted to the enhancement of geoinformational data on the general water objects. In its own right, the management of water resources has been used in the technical equipment of the water resource management system, as well as the monitoring system. Monitoring of water resources and identification of the surrounding environment. Exploration of control data for surface water sources (ducts, canals, pumps and watercourses). It is important to organize the control of water quality.
Key words: geoinformation system, monitoring, regulatory legal act, water resources

УДК 528.3

Ш.Н.Сактаганов
Научный руководитель – Г.К.Джангулова, к.т.н., доцент.
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы.
shynggys011@gmail.com

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ПЛАНОВОГО ОБОСНОВАНИЯ СПУТНИКОВЫМИ МЕТОДАМИ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

Аннотация. *В данной статье проводится технологические схемы построения сети планового обоснования спутниковыми методами измерений GPS.* ***Использование*** *спутниковых технологий системы GPS, открываются широкие возможности для совершенствования и существенного повышения точности построения исходной и разбивочной геодезической основы, обеспечивающих строительство тоннелей метрополитена. Применение GPS технологии и ее измерительной аппаратуры для проведения основных геодезических работ позволяет уменьшить трудоемкость и стоимость геодезических работ, обеспечить повышение их производительности и качества.*
Ключевые слова: *спутниковые методы, GPS, метрополитен, тоннель, сети, технологическая схема*

Спутниковые методы измерений GPS, обеспечивают высокоточные результаты определения взаимного положения (длины и направления) смежных пунктов, отдаленных друг от друга расстояниями порядка 10 - 14 км, что дает возможность создавать опорную геодезическую сеть метрополитена из сравнительно небольшого количества пунктов. Плотность и места расположения пунктов сети и среднее расстояние между смежными пунктами определяется в зависимости от размера города, схемы линий метрополитена, особенности городской планировки и застройки, формы и протяженности тоннеля и проекта

организации строительства последнего. Для устранения препятствий на трассе «Созвездие ИСЗ - антенна приемного устройства» и таким образом обеспечения благоприятных условий для наблюдений необходимо, чтобы пункты сети располагались на вершинах зданий и на открытой местности.[1]

На рисунке 1 приведена схема построения опорной сети метрополитена GPS- методом для обеспечения строительства Лагоского тоннеля метрополитена.

Сеть состоит из 13 пунктов. Положение 11 пунктов из них совмещены с пунктами ранее запроектированной сети триангуляции. Длины сторон в сети между смежными пунктами колеблются от 5,05 км до 16,8 км и в среднем равны 9,4 км. Исходной базисной линией сети является линия между пунктами с номерами 4 и 5. Данная сеть уравнивается как свободная для исключения ошибок исходных пунктов.[2]

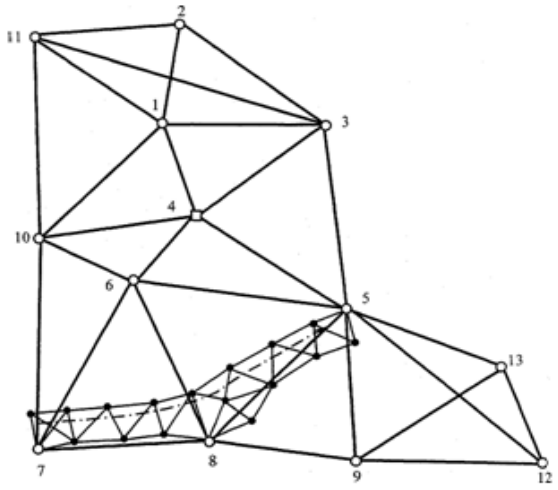


Рисунок 1- Проектируемая схема построения опорной сети тоннельной триангуляции спутниковыми способами измерений [2]

Условные обозначения: □ - *исходный пункт (базовый)*

○ - *проектируемые пункты GPS измерений*

● - *проектируемые пункты сети сгущения*

□━○ – *базисная линия*

Руководящей и направляющей целью сети сгущения является обеспечение задачи ориентирования надземной основы с точно определенными исходными координатами и направлениями вблизи трассы тоннеля. Достаточно определить местные координаты двух смежных станций GPS, места закрепления которых по возможности должны быть расположены в непосредственной близости к стройплощадке у порталов. Найденные координаты этих пунктов GPS и дирекционных углов между ними будут служить исходными для ориентирования этого участка надземной основы. Ввиду того, что не всегда возможно расположить станции GPS непосредственно у ствола на поверхности, в этом случае необходимо прокладывать ходы подходной полигонометрии для связи станций GPS со стволом или порталом. Возможные виды предлагаемых схем наземной сети сгущения для обеспечения ориентирования подземной основы приведены на рисунке-2.

Определение взаимного положения наземных приствольных пунктов GPS может быть осуществлено любыми дифференциальными методами измерений GPS, включая кинематические и псевдокинематические методы. При выполнении съемки в качестве опорного базового пункта, в отношении которого определяется взаимное положение приствольных станций GPS, служат ранее определенные пункты тоннельной триангуляции или пункты GPS главной сети.[3]

Система городской опорной геодезической сети, обеспечивающей строительство тоннелей метрополитена большого города, может быть эффективно и экономично построена с использованием спутниковых технологий, применение которых основано на сети объединенных постоянно действующих базовых станций GPS. Концепция применения такого метода заключается в установлении постоянно действующих станций наблюдений за спутниками, снабженные двухчастотными спутниковыми приемниками и объединенные компьютерной коммуникационной сетью. Так как эти приемники постоянно ведут наблюдения за спутниками, все время обработки результатов наблюдений за длительный период позволяет определить координаты приемников и разности координат между ними с высокой точностью. Для определения относительного положения другого удаленного приемника, имеющего компьютерную коммуникационную связь с сетью локальных спутниковых приемников, необходимо, чтобы результаты наблюдения этого одиночного приемника совместно обработаны с результатами наблюдений сети основных спутниковых приемников. В результате обработки получают данные по местоположению удаленного приемника в государственной или местной городской системе координат.[4]

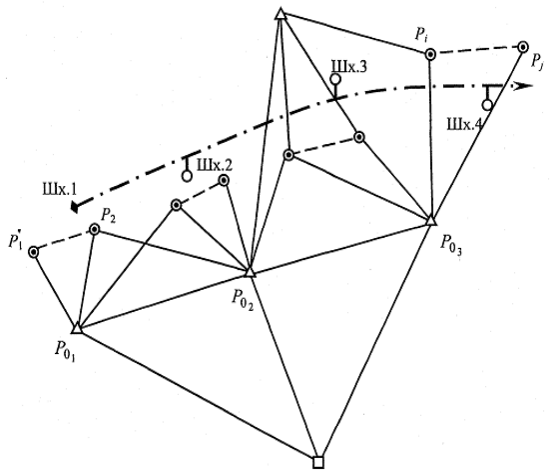


Рисунок 2- Схема наземной сети сгущения для обеспечения ориентирования подземной основы [2]

Условные обозначения: □ - *исходный пункт GPS;*

Δ - *проектируемые пункты GPS*

⊙ - *приствольные пункты GPS (для ориентирования)*

- *трасса линии метрополитена с шахтами*

Подобным образом можно определить местоположение ряда GPS станций, координаты пунктов которых назначаются для осуществления процесса ориентирования надземной основы.

Конечно, точность определения координат приствольных пунктов должна удовлетворять требованиям их использования в качестве исходных для ориентирования. Влияние ошибок определения дирекционного угла направления между двумя смежными приствольными пунктами GPS на поперечную ошибку в сбойке должно быть в пределах заданных допусков.

Для расчета величин выше названных ошибок сделаем следующие предположения:

1. Использование спутниковых GPS-технологий и их методов измерений в дифференциальном режиме позволяет определить взаимное положение (разности координат) смежных пунктов с миллиметровой точностью порядка $(3\div5)\cdot10^{-6}$.

2. В качестве независимых измеряемых параметров принимают разности координат пунктов (ΔX_{0i} ,ΔY_{0i}) или полярные координаты в виде горизонтального расстояния и дирекционного угла (S_{0i}, α_{0i}) между опорными и определяемыми GPS-пунктами.[5]

На рисунке 3 приведена схема GPS-измерения при определении координат двух околоствольных пунктов P_1 и P_2 относительно опорного P_0 с точными известными координатами. Если векторы измеряемых и определяемых величин обозначить через F и P соответственно, тогда эти векторы и их соответствующие элементы можно представить в следующем виде:

$$F = \begin{bmatrix} S_1 \\ \alpha_1 \\ S_2 \\ \alpha_2 \end{bmatrix}; \qquad P = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \end{bmatrix}.$$

Кроме вектора P, есть еще вектор U, элементы которого представляют собой длину линии и дирекционный угол направления между определяемыми пунктами P_1 и P_2. Элементы вектора U являются функциями элементов вектора P:

$$U = \begin{bmatrix} S_{12} \\ \alpha_{12} \end{bmatrix}.$$

Таким образом, существуют реальные и широкие возможности применения спутниковых технологий GPS для наземного геодезического обеспечения строительства тоннеля метрополитена. Эти возможности гарантируют построение наземной исходной и разбивочной основы с существенно повышенной точностью. Использование спутниковых методов и средств геодезических измерений упрощает сложную задачу разработки и выполнения проекта геодезических работ. Прежде всего, сложная система наземного обоснования в ее традиционном классическом варианте вполне может быть заменена.

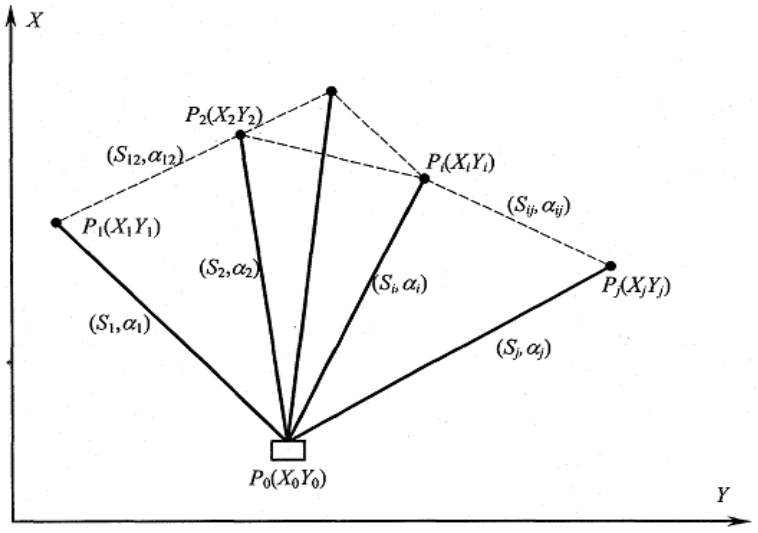


Рисунок 3- Схематическое представление GPS-измерений [2]

Литературы:

1. Фролов, Ю.С. Проектирование станций метрополитена. Учебное пособие. – СПб.: ПГУПС. – 2011. – 59 с.

2. Хуцкий, В.П. Методика прогноза оседаний и деформаций земной поверхности при сооружении тоннелей метрополитена [Текст] / Сб. науч. тр. ОАО "ВНИИ Галургии" : т.1. – СПб. – 2001. – С. 65–79.

3. Шеховцов Г.А, Шеховцова Р.П. Современные геодезические методы определения дефрмаций инженерных сооружений. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2009.– 156 с.

4. Алехин В.Н, Плетнев М.В. и др. Мониторинг деформаций в реальном времени с помощью автоматизированных программно-аппаратных систем //Геопрофи – 2013. – 6. – С. 20 -23.

5. Калыбеков Т.К., Тарасова Е.И., Айтенова А.Д. Создания спутниковых геодезических сетей для мониторинга городских земель// Журнал научних публикаций аспирантов и доктарантов. -2009. -№11. 82-83 б.

Ш.Н.Сақтағанов

Метрополитенде спутниктік өлшеу әдісімен пландық негіздің желісін құрудың технологиялық схемалары

Аңдатпа. Бұл мақалада спутниктік GPS өлшеу әдістері арқылы пландық негіздің желісін құрудың технологиялық схемалары қарастырылған. GPS жүйесіндегі спутниктік технологияларды пайдалану метро туннельдерін салуды көздейтін бастапқы және орталық геодезиялық негізді құрудың дәлдігін жақсартуға кең мүмкіндіктерді ашады. Негізгі геодезиялық жұмыстарды жүргізу үшін GPS технологиясын және оның өлшеу құралдарын пайдалану геодезиялық жұмыстардың еңбек өнімділігін және шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді, олардың өнімділігі мен сапасын арттырады.

Түйін сөздер: спутниктік әдістер, GPS, метро, туннель, желілер, технологиялық схема

Sh.N.Saktaganov

Technological schemes for constructing a network of planned justification by satellite measurement methods for the metro

Abstract. This article provides technological schemes for constructing a network of planned justification using satellite GPS measurement methods. The use of satellite technologies of the GPS system opens up wide opportunities for improving and significantly improving the accuracy of building the initial and center geodetic framework, providing for the construction of metro tunnels. The use of GPS technology and its measuring equipment for carrying out the main geodetic works makes it possible to reduce the labor intensity and cost of geodetic works, to increase their productivity and quality.

Key words: satellite methods, GPS, metro, tunnel, networks, technological scheme

ӘОЖ 528(091)

З.К.Сарсембекова, Т.П.Пентаев

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қаласы

Sarsembekovazeynep@gmail.com

АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫН ҚАЙТА ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН САНДЫҚ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ БҮГІНІ МЕН ЕРТЕҢІ

Аңдатпа. *Мақалада автомобиль жолдарын қайта қалпына келтіру барысында геодезиялық ізденістерде қолданылатын сандық аспаптар мен технологиялардың күн санап жетілдірілуі мен өндірістегі жұмыстардың өнімділігі мен экономикалық жағынан тиімділігі айтылған.*

Түйін сөздер: *геодезиялық аспаптар, автомобиль жолдары, лазерлік сканер, ұшқышсыз ұшу аппараты, GPS/ГЛОНАСС.*

Қазіргі таңда Республика бойынша көліктік инфрақұрлымын дамытуда 2015-2019 жылдарға арналған «Нұрлы жол» Мемлекеттік бағдарлама аясында көлік инфрақұрылымын модернизациялау жүргізілуде.

Автожолдар саласындағы инфрақұрылымдық жобалар туралы айтар болсақ, 2020 жылға дейін 11 жоба бойынша жұмыс жүргізу жоспарланған, яғни 7 мың шақырымнан астам жол реконструкцияланады және салынады деп жоспарлануда [1].

Автомобиль жолдары сияқты күрделі техникалық құрылыстарды жобалау жан-жақты талдауды талап ететін күрделі процесс екенін жақсы білеміз. Сол үшінде салынатын автомобиль жолдары қозғалыстың жоғарғы қауіпсіздігін қамтасасыз етіп қана қоймай пайдаланылатын материалдардың да сапасы мен шығындарында қарастыру қажет.

Жобаларды орындау мерзімі қысқа әрі сапаға қойылатын талаптар жоғарыболуы тиіс, яғни автомобиль жолдарын жобалауда пайдаланылатын технологиялар мен құралдарды таңдау шешуші рөл атқарады.

Геодезия саласында жаңа технологиялардың қарқынды дамуы 2000 жылдардан бастау алады. Бастапқы кездері электронды аспаптар қолданысқа енгенімен өңдеу жұмыстары сол баяғы дәстүрлі әдістермен қағазға қарындаш арқылы түсіріліп, орындалып жүрді. Ол кездері геодезистерде жеке меншік компьютерлеріде болмады. Жыл өте өндірістердегі сандық технологиялар күн өткен сайын жетіліп өңдеу жұмыстарын орындауға түрлі технологиялар еніп, өз жемісін бере бастады. Дегенменде негізгі өлшеу бүгінгі күні өзгерген жоқ, тек сол өлшемдерді жасайтын аспаптар мен өңдеуші бағдарламалар жетіліп жұмыстың өнімділігін арттырып, уақытты үнемдеп, экономикалық жағынан да тиімді болды.

Жаңа технологиялардың дамуы ол жұмысшы геодезистің үлкен жылдамдықпен және жоғары дәлдікпен өлшеу жұмыстарын орындай алады деген сөз.

Бүгінгі күні геодезиялық аспаптарға сұраныстың өсуі электроника, заманауи компьютерлік технологиялар мен лазерлік техникалардың дамуына ғана емес сондай-ақ жаңа құралдар мен технологияларды әзірлеуге ұмтылыс беретіні рас. Мысалы, аспап шығаратын өндірістер электронды тахеометрді жетілдіру арқылы топографиялық түсірілімде, кадастрлық түсірілім жұмыстарында, құрылыс жұмыстарын геодезиялық сүйемелдеуде қолданатын мықты, қуатты құрал жасап шыққанын біз білеміз.

21-ғасырда технологиялардың қарыштап дамып жатқаны бәрімізге мәлім. Жаңа өлшеу технологиялар қолданысқа келіп, дәстүрлі аспаптар мен әдістерді геодезиялық ізденіс жұмыстарында оларды ығыстыруда. Атап айтсақ теодолит, нивелир, дальномер сияқты дәстүрлі аспаптардың орнын GPS/ГЛОНАСС жүйесінің жерсеріктік қабылдағыштары, электронды тахеометрлер, электронды теодолиттер, электронды нивелирлер, лазерлік қашықтық өлшеуіштер және лазерлік сканерлеуші жүйелер алмастыруда.

Бүгінгі күні геодезия көбінесе GPS (АҚШ) және ГЛОНАСС (Ресей) жерсеріктік геодезиялық жүйеге сүйенеді. Олар алдын ала өлшеусіз бірден жер бетіндегі кез келген нүктелердің координаттарын анықтауға және олардың арасындағы қашықтықты жоғары дәлдікпен табуға мүмкіндік береді.

Ендігі кезекте автомобиль жолдарын салу мен реконструкциялау жұмыстарында қолданылатын аспаптардың мүмкіншіліктері мен ерекшеліктеріне тоқталып өтсек.

GPS әскери және азаматтық пайдаланушылармен қолданылып басқарылатын кез келген нүкте орнын анықтайтын жерсеріктік навигациялық жүйе. GPS (Global Position System) – геодезиялық негіздерді құрудағы ең тиімді аспап болып табылады. GPS көмегімен орындалған геодезиялық өлшеулер дәлдігі, әмбебаптығы, жылдамдығы және үнемділігі, тиімділігімен кеңінен тарады. Мұндай аспаптар жол нүктелерінің жоспарлы және биіктік координаттарын анықтау бойынша GPS-технологиясының дербес жоғары дәлдіктегі құралдары, сондай-ақ жолдарды іздестіру кезінде және бар жол желісін түсіруді (түгендеуді) орындау кезінде трасса бойындағы тірек геодезиялық пункттер ретінде пайдаланылады [2].

Демек, автомобиль жолының жоспардағы және биіктігі бойынша осы координаталық ортада дәлдігі мен ұтқырлық бойынша жерсеріктік геодезиялық бақылау әдістері озық технологияларға жауап береді және жол құрылысын геодезиялық қамтамасыз етудің қазіргі заманғы практикасының инновациялық негізі ретінде кең ауқымды үйлесім алады. Жоғары дәлдікті бұл аспап автомобиль жолдарын геодезиялық ізденістерде немесе жолдарды реконструкциялауда трассаның пландық және биіктіктік нүктелерін анықтауда қолданады. Яғни, жерсеріктік геодезиялық бақылау әдістері бойынша автомобиль жолының пландық және биіктік жағдайын анықтауда дәлдігі мен ұтқырлығы жағынан озық технологиялардың

бірі болып саналады. GPS технологиясын автомобиль жолдарында қолданып әртүрлі тәжірбиелер жүргізген ғалымдардың ғылыми мақалаларынан көруге болады [3].

Лазерлі сканер қажетті объектілер моделінің кеңістіктегі координаталарын тез арада анықтап, түсіруге арналған аспап. Лазерлі сканердің жұмыс істеу принципі электронды тахеометрге ұқсас және түсірілетін объектіге дейінгі аралықтарды өлшеп, нәтижесінде әрбір нүктенің координаталарын анықтауға мүмкіндігі бар. Өлшеу жылдамдығы секундына 2000-5000 нүктеге дейін қамтиды. Негізгі принципі, сәуле таратушыдан лазер шоғыры объект бетінен шағылып, қабылдағышқа қайта түседі. Алдын ала берілген реті бойынша призма айналып, лазер шоғырын горизонталь және вертикаль жазықтықта таратады [4].

Лазерлік сканирлеумен шешілетін тапсырмалар: жобалау, деформациялық мониторинг, көлемді есептеу, қайта жасау (реставрация), тау-кен саласы, автомобиль жолдарын реконструкциялау және т.б.. Лазерлік сканерлеудің үш әдісі бар олар: жер беті лазерлік сканерлеу әдісі, мобильді сканерлеу әдісі, әуелік сканерлеу әдісі [5].

Жаңадан салынатын және реконструкцияланатын құрылыстарда геодезиялық тапсырмаларды шешуде ұшқышсыз ұшу аппаратын қолдану еңбек өнімділігін азайтып, атқарылатын жұмыстың мерзімін айтарлықтай қысқартып қана қоймай экономикалық жағынан да тиімді.

Ұшқышсыз ұшу аппаратын (ҰҰА) пайдаланып қандай да бір нысан немесе жергілікті жер туралы кеңістіктік деректерді жерсеріктік навигациялық жүйе (GPS немесе ГЛОНАСС) қолдану арқылы алады. ҰҰА тапсырылған бағыт бойынша ұшып туралы дәл және шынайы деректер алуға мүмкіндік береді. Ол деректер инженерлік-геодезиялық зерттеулер жүргізу, түрлі нысандарды жобалау және салу, топографиялық пландар жасау, елді мекендердің бас жоспарларын, аумақтық жерге жайластыру жобаларын дайындауға негіз болады [6].

Тік сызықтық құрылыстарда яғни автомобиль жолдарында ұшқышсыз ұшу аппараты арқылы мониторинг жүргізу жолдың нақты уақыттағы жағдайын анықтауға (көлік кептелістері немесе көлік апаттарын бақылауға), бақылаудың жоғары дәлдігіне байланысты жол жамылғысының нақты жағдайының сызықтық және нүктелік бұзылуларын, бұзылған жердің ауданын, ойық және жарық жерлердің тереңдігін және т.б. геодезиялық дәлдікпен анықтауға болады [7]. Жолдың белгілі бір аймағын зерттеу арқылы жол жабындыларының жағдайын анықтауға және бұзылу динамикасын бағалауаға болады.

ҰҰА артықшылығы дәстүрлі аспаптық түсірістермен салыстырғанда ҰҰА қол жетімсіз жерлерді түсіруге мүмкіндігі мол сондай-ақ оған су кедергілері мен жер бедерінің ерекшеліктері қиындық тудырмайды.

Осы аталған аспаптарды қарастыра отырып соңғы жылдары геодезия саласындағы аспаптар мен технологиялардың сандық жағдайға ауысуы кең етек жайып отырғанын көріп отырмыз. Осыдан он бес, жиырма жыл бұрынғы геодезиялық жұмыстар мен қазіргі кездегі жұмыстардың орындалу барысын салыстырсақ «жер мен көктей» айырмашылық бар екенін байқаймыз. Бұл дегеніміз жоғарыда айтылған заманауи аспаптар мен технологиялардың автомобиль жолдарын геодезиялық қамтамасыз етуде тиімді екенін көрсетеді. Заманауи аспаптар мен технологиялар автомобиль жолдарының жағдайын зерттеуде заманға сай дәлдігі жағынан, еңбек өнімділігі жағынан, экономикалық жағынан тиімді екенін көріп отырмыз.

Қорытынды. Қазіргі таңда елімізде 2017–2020 жылдары аралығына жүргізіліп жатқан «Сандық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы аясында, «Қазақстан Республикасының мемлекеттік спутниктік геодезиялық желісін құру және мемлекеттік геодезиялық желісін жаңғырту» жобасы бойынша көптеген іс шаралар жүргізіліп жатқанын біліпте, көріпте жатырмыз. Жобаның нақты мақсаты Жаһандық ғарыштық навигациялық жүйені енгізу арқылы республиканың мемлекеттік геодезиялық қамтамасыз ету жүйесін жаңғырту болып табылады.

Демек жол құрылысының барлық құрылымдарына инновациялық жабдықтарды енгізетін болсақ, автомобиль жолдары желісін дамытуда жақсы қарқын беретіні сөзсіз. Бұл

жерде экономикалық тұрғыдан да инженерлік-геодезиялық іздестірулерге де қаражатты үнемдеуге болады.

Олай болса Республикамызда геодезия деген қызықты бір саланы болашақта әлі талай жетілдірулер күтіп тұрғаны сөзсіз.

Әдебиеттер:

1. Қазақстан Республикасының Президенті Н.Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. 2014жылғы 11 қараша. Электрондық ресурс:http://www.akorda.kz/kz/addresses/kazakstan-respublikasynyn-prezidenti-nnazarbaevtyn-kazakstan-halkyna-zholdauy-2014-zhylgy-11-karasha.
2. Нүрпейісова М.Б., Рысбеков К.Б. Геодезиялық аспаптар: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ,2010. – 244б
3. Войцехович Ю.В., Цываненко А.М., Трубчанинов А.Д.Опыт использования GPS для топографических съемок автомобильных дорог в режиме "Кинематика"Маркшейдерский вестник. 2002. № 2. С. 43-50.
4. Yang, B., 2012. Automated Extraction of Road Markings from Mobile Lidar Point Clouds. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Volume: 78. Issue: 4. 331–338.
5. Герасюк Е.А., Комиссаров А.В. Применение наземного лазерного сканирования для инженерно-геодезических изысканий при реконструкции автомобильных дорог//Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. Т. 9. № 1. С. 37-42.
6. Балабкина Е.Н., Большакова Д.А Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга линейных сооружений.Актуальная наука. 2018. № 9 (14). С. 6-8.
7. Филиппов Д.В., Великжанина К.Ю., Грядунов Д.А. Состояние автомобильных дорог изучает БПЛА // Дороги. Инновации в строительстве. №20. Июль. 2012. С.74-78.
8. Ақылбек Шпикпаев: Өзгеріс уақыты келді Интернет ресурс:https://egemen.kz/article/172885-oezgeris-uaqyty-keldi?sait=kk

З.К.Сарсембекова, Т.П.Пентаев

Настоящее и будущее цифровых геодезических приборов и технологий, используемых при реконструкции автомобильных дорог

Аннотация. В статье говорится о ежедневном совершенствовании цифровых приборов и технологий, используемых в геодезических изысканиях при реконструкции автомобильных дорог, их производительности и экономической эффективности в производстве.

Ключевые слова: геодезические приборы, автомобильные дороги, лазерный сканер, беспилотный летательный аппарат, GPS/ГЛОНАСС.

Z. K.Sarsembekova, T.P.Pantev

Present and future of digital surveying instruments and techniques used in the reconstruction of roads

Abstract. The article reveals the efficiency and productivity of work in the production, as well as the effectiveness of digital devices and technologies used in geodetic surveys in the reconstruction of roads.

Keywords: surveying instruments, roads, laser scanner, unmanned aerial vehicles, GPS / GLONASS.

УДК 528.482

Г.С. Сейтказина
Научный руководитель - С.Т. Солтабаева, кандидат технических наук, ассоц.профессор
Satbayev University, г. Алматы, Казахстан
s_gulnura_s@mail.ru

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОМОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. *Мониторинг деформационных процессов инженерных сооружений, в том числе и спортивных, являются одной из актуальных и распространённых задач, так как результаты мониторинга имеют непосредственное отношение к безопасности жизни человека. Спортивные сооруженияпредставляют собойсложное инженерное решение с большими габаритами и неповторимой геометрией объекта, предназначенные для проведения крупнейших международных спортивных соревнований, учебно-тренировочного процесса, физкультурно-оздоровительных и спортивно развлекательных работ по различным видам спорта. Соответственно, обязательным условиемпри строительстве и эксплуатации является стабильность и надежность, поэтому необходимы регулярные проверки и мониторинг конструкции. Для мониторинга деформаций спортивных сооружений используются различные геодезические методы и измерительные приборы в соответствии с требуемыми параметрами деформации и точностью результатов. В данной статье рассмотрены вопросы мониторинга деформационных процессов спортивных сооружений на примере международного комплекса лыжных трамплинов (МКЛТ «Сункар») и методы геодезического мониторинга.*

Ключевые слова: *деформационные процессы, геодезический мониторинг, спортивные сооружения, высотное сооружение, трамплин.*

Спортивные сооружения, как и другие виды сооружений, на протяжении всей своей жизни подвергаются различного рода деформационным изменениям (вертикальные, горизонтальные перемещения, крен) из-за влияния природных и техногенных факторов, как на основание, так и на само сооружение. В связи с этим, безопасность при строительстве и эксплуатации спортивных сооружений, в первую очередь, обеспечивается правильно организованной системой геомониторинга деформационных процессов, выполняемые с целью определения количественных параметров общих деформаций сооружений на всех стадиях строительства и в процессе эксплуатации.

Одним из главных спортивных объектов для зимнего вида спорта в нашей стране является - международный комплекс лыжных трамплинов «Сункар». Объект был построен в 2010 году на территории спортивной базы ЦСКА в Ремизовском ущелье. Это уникальный комплекс общей площадью более 2000 квадратных метров, с трибунами на 5 500 зрительских мест и террасой по западному склону комплекса на 4000 стоячих мест. Включает в себя пять трамплинов: два международного класса - К-125, К-95 и три детско-тренировочные - К-60, К-40, К-20.

В МКЛТ «Сункар» проводятся различные виды соревнования международного и республиканского уровня, а также учебно-тренировочные процессы, физкультурно-оздоровительные и спортивно-развлекательные работы. Соответственно, актуальной задачей при эксплуатации является изучение деформационных процессов спортивного сооружения и обеспечения безопасности на спортивном объекте.

Геомониторинг деформационных процессов международного комплекса лыжных трамплинов «Сункар» на основе высокоточных геодезических методов позволит:

1) оперативно контролировать деформации и смещения, возникающие в результате влияния внешних природно-климатических воздействий, а также интенсивной нагрузки во время проведения спортивных мероприятий;

2) оценить тенденции к возможным предельно-допустимым изменениям конструкций сооружения;

3) своевременно получить количественных параметров деформаций сооружения и принять решение о необходимости изменения режима его эксплуатации.

При геомониторинге деформаций высотного сооружения, к которым относится трамплин, наблюдаемой деформационной характеристикой является отклонение его верха от вертикали (крен). Изменению величины крена оказывают влияние неравномерные осадки фундаментов. Поэтому, к основным параметрам оценки деформаций для основания и фундаментов относится: абсолютная осадка S_i; средняя осадка S_{cp}; неравномерная осадка ΔS; относительная неравномерная осадка $\Delta S/l$; крен фундамента I ; горизонтальные смещения (сдвиг), а для надземной части здания: отклонение от вертикали здания и отдельных строительных конструкций; сжатие или усадка колонн и бетонных конструкций; раскрытие трещин (при их появлении), динамика их развития [1].

Известно, основным нормативным документом определяющим вопросы определения и организации работ при измерении деформаций зданий и сооружений является ГОСТ 24846-2012 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений» [2]. Согласно нормативному документу, в качестве основного традиционного метода измерения осадка и крена сооружения приняты методы геометрического, тригонометрического, гидростатического нивелирования, а крена и изгиба высотного сооружения - методы оптического проектирования и геодезических засечек. Наряду с традиционными методами, с появлением современных геодезических приборов, для определения деформаций начали применяться методы, основанные на выполнении измерений с глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС), системами наземного лазерного сканирования, электронными тахеометрами, цифровыми нивелирами и т.д. Выбор методов измерений зависит от вида деформаций, требуемой точности измерений, конструктивных особенностей и инженерно-геологических, гидрогеологических характеристик грунтов основания спортивныхсооружений и, конечно же, от экономической целесообразности.

Наиболее распространенный метод при мониторинге сооружений, и в решении других инженерных задач, безусловно, применение электронного или роботизированного тахеометра. При мониторинге электронный или роботизированный тахеометр устанавливается в месте, не подверженном деформациям и с которого обеспечен хороший обзор наблюдаемого сооружения. А в характерных точках сооружения устанавливаются высокоточные отражатели (рисунок 1). В свою очередь, смещение характерной точки приводит к смещению отражателя, что дает возможность определения величины деформаций. Согласно работе [3] среди возможных недостатков электронных тахеометров, можно отметить, необходимость создания опорной геодезической сети для мониторинга и относительно невысокую скорость измерений.

Еще одним современным и популярным методом является – ГНСС. ГНСС дает возможность определения деформаций с необходимой точностью в непрерывном характере, что возможно и в реальном масштабе времени, и с постобработкой. При мониторинге навигационный приемник устанавливается на месте, где обеспечивается приемлемая видимость небосвода. Особенностью использования ГНСС является обязательное наличие опорной базовой станции, которая обеспечивает необходимые поправки и позволяет достичь высокой точности спутниковых измерений (рисунок 2). Из работы [3] следует, что необходимость установки антенн ГНСС непосредственно над точкой измерений ограничивает их применение и таким образом использование ГНСС является наиболее эффективным в качестве источника опорных данных и контрольных измерений.

Стоит также отметить, к традиционным методам геомониторинга, даже в случае использования современных геодезических приборов с автоматической регистрацией и обработкой результатов измерений, присущи такие недостатки как, трудоемкость выполнения измерений, неоперативность при обеспечении безопасности объектов, так как имеется временной интервал между измерениями деформаций и получением результатов. Поэтому, существует вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций в тот момент, когда данные о деформациях и их анализ относительно допустимых величин отсутствуют. По этой причине, для геодезического мониторинга высотных сооружений рекомендуют применять автоматизированные системы геодезического мониторинга, которые обеспечивают комплексное использование различных средств измерений (спутниковое оборудование ГЛОНАСС/GPS, электронные тахеометры, программное обеспечение для сбора и обработки результатов измерений, различные виды датчиков, средства связи и визуализации результатов измерений в реальном времени), осуществление непрерывного измерения деформаций и постоянное сравнение с допустимыми величинами в реальном времени, что позволяет отследить быстроразвивающиеся деформационные процессы, обеспечить высокую точность и полную автоматизацию измерений.

Рисунок 1 – Схема мониторинга высотного здания с применением роботизированного тахеометра [4]

Рисунок 2 - Схема мониторинга высотного здания с применением ГНСС [4]

Из выше изложенного следует, геомониторинг деформаций спортивных сооружений, анализ и прогнозирования становится все более актуальной задачей, решение которого обеспечивает своевременное предупреждение чрезвычайных ситуаций на объекте и безопасность. Для эффективного мониторинга деформационных процессов спортивных сооружений могут быть применены различные геодезические методы и технологий, ряд из которых были рассмотрены в данной статье.

Литературы:

1. Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений. МДС 13-22.2009/ ООО «Тектоплан» - М.: ОАО «ЦПП», 2010. – 76 с.

2. Государственный стандарт. «ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений».

3. Р.В. Шульц, А.А. Анненков, Н.В. Куличенко Опыт использования современных технологий в задачах геодезического мониторинга высотных зданий/ Вестник МГСУ - №1, 2016. – С. 80-93

4. https://geosystems.ru/solutions/monitoring-deformatsiy/

Г.С. Сейтказина

Спорттық үймереттердің деформациялық үрдістерін геобақылаудың өзекті мәселелері

Аңдатпа. Инженерлік үймереттердің, соның ішінде спорттық үймереттердің деформациялық үрдістерін бақылау өзекті және кең тараған міндеттердің бірі, себебі бақылаулардың нәтижесі адам өмірінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге тікелей әсер етеді. Спорттық үймереттер үлкен өлшемді және қайталанбас геометрияға ие күрделі инженерлік шешім, олар ірі халықаралық жарыстарды, оқу-жаттығу үрдістерін, дене шынықтыру-сауықтыру және спорттық ойын-сауық шараларды өткізуге арналған. Сәйкесінше, олардың құрылысы және пайдаланылуы кезінде негізгі орындалуы тиіс шарт - тұрақтылық және сенімділік, сондықтан үймерет құрылымына тұрақты тексеріс және бақылау жүргізілуі тиіс. Спорттық үймереттердің деформациясын бақылау үшін, талап етілетін дәлдік пен деформация параметрлеріне сәйкес, әр түрлі геодезиялық әдістер және өлшеу құралдары қолданылады. Берілген мақалада спорттық үймереттердің дефорациялық үрдістерін бақылау сұрақтары «Сұңқар» халықаралық трамплиндер кешені мысалында және геодезиялық бақылау әдістері қарастырылған.

Түйін сөздер: деформациялық үрдістер, геодезиялық бақылау, спорттық үймереттер, биік үймереттер, трамплин.

G.S. Seitkazina

Current issues of geomonitoring deformation processes of sports facilities

Abstract. Monitoring the deformation processes of engineering structures, including sports ones, is one of the urgent and widespread tasks, since the results of monitoring are directly related to the safety of human life. Sports facilities are a complex engineering solution with large dimensions and unique geometry of the object, designed for major international sporting events, educational and training process, sports and recreational and sports and recreational activities in various sports. Accordingly, a prerequisite for construction and operation is stability and reliability, so regular inspections and monitoring of the structure are necessary. To monitor the deformations of sports facilities, various geodetic methods and measuring instruments are used in accordance with the required deformation parameters and accuracy of the results. This article discusses the monitoring of deformation processes of sports facilities on the example of the international complex of ski jumps (MKLT "Sunkar") and the applied geodetic methods.

Key words: deformation processes, geodetic monitoring, sports facilities, high-rise building, ski jumping hill.

УДК 528.3

Р.А.Сейткасымов, К.К.Аугамбаев

Научный руководитель – Г.К.Джангулова, к.т.н., доцент.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы.

Seitkasymovv@mail.ru

ИНЖЕНЕРНО ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Аннотация. *Данная статья посвящена проблеме возведения зданий в крупных городах Казахстана. На данное время более часто застраиваются центральные части городов с уже развитой инфраструктурой. Однако при строительстве зданий и сооружений в центральной части, большинство проектировщиков сталкивается с рядом проблем, от решения которых зависит как возможность будущего строительства, так и отсутствие катастрофических разрушающих воздействий на сложившуюся историческую застройку.*

Ключевые слова: *плотная городская застройка, геотехнические проблемы, проектирование, устройство фундаментов, организация строительства.*

В современном мире центр любого крупного города на территории Республики Казахстан является сложной совокупностью застройки, значительная доля которых располагается в техногенном состоянии. Переход с типичных строений на свободной территории к перестройке и новейшему возведению в сложных ситуациях плотной городской застройки – одна из основных вопросов этапа постройки.

Отличительной характерной чертой современного градостроительства считается потребность исследования подземного пространства, которое сопряжено привлекательностью для инвесторов, где размещения объектов с ранее сформированной инфраструктурой и огромным количеством жителей, а с иной стороны, с исторически сформировавшейся престижностью объектов недвижимости в основных регионах населенных пунктов.

При проектировании зданий и инженерных сооружений на первоначальной стадии строительства, приходится решать сложные геотехнические задачи, сопряженные стесненными условиями городской стройки.

Плотная городская застройка представляет присутствие пространственных препятствий для стройплощадки и находящейся вблизи с ней местности, протяженности, ограничение по ширине, возвышенности и глубине объемов рабочей зоны и находящийся под землей пространство, мест размещения транспортных средств, повышенный уровень строительного, экологического, материального риска [1].

Главным вопросом, с которым приходится сталкиваться строителям при исследовании геотехнического пространства в условиях плотной застройки, является организация территории строительства, соответствующей важным требованиям. На местности стройплощадки обязаны присутствовать здания бытового назначения. Площадка обязана быть обеспечена подъездными маршрутами, электричеством, водой. В ряде случаев, эту проблему возможно устранить посредством аренды помещений в зданиях, находящихся в непосредственной близости от объекта сооружения. Иной существенной задачей считается выбор вида и конструкции фундамента предстоящей постройки. Присутствие подбора фундаментов в стесненных условиях постройки следует принимать во внимание напряженно-деформируемое состояние грунтового массива, который в способен повлечь за собою перенапряжение ранее загруженного грунтового состояния. В большинстве случаев результатом этого считается формирование дополнительных деформаций имеющихся строений, которое приводит их сначала к аварийному состоянию, и к окончательному разрушению [2].

Третья немаловажная проблема – первоначальная стоимость устройства фундаментов. Цена исполнения геотехнических работ является от 10 вплоть до 40% единой стоимости строительно-монтажных работ согласно возведению строений, в связи с трудностями геологических условий и степени ответственности сооружения. Можно утверждать, что производство работ первоначального цикла в обстоятельствах крепкой городской стройки потребует с застройщика крупных инвестиций, чем при возведении подобных объектов на свободных территориях. Для привлечения инвестора подобного проекта с точки зрения быстрой окупаемости важных инвестиций, следует организовывать фундаменты, обеспечивающие значительную эффективность применяемого земельного участка. К примеру, подобные способы строительства, как «стена в грунте», устройство CFA-свай (рисунок 1), дают возможность эффективно применять подземное пространство под зданиями, и кроме того предоставляют вероятность передать значительные нагрузки от тяжело загруженных построек на грунтовое основание [3].

Немаловажной проблемой считается реализация монтажных работ согласно устройству фундаментов предстоящей постройки. Строительство домов в достаточной мере тесном расстоянии от имеющихся построек представляет собою наиболее непростую задачу, чем постройка отдельно стоящего здания. В особенности трудными работами является создание котлованов возле имеющихся строений.

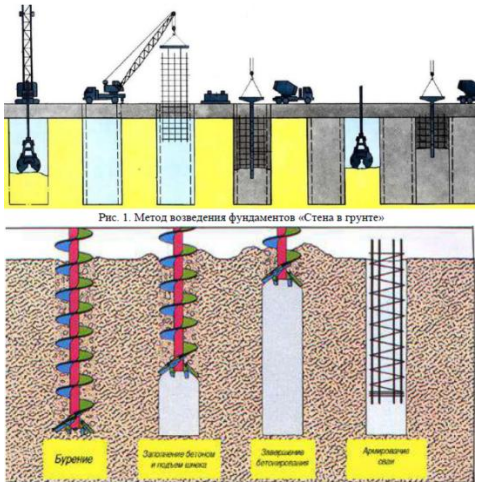


Рисунок 1 - Метод устройства CFA- свай

Никак не уступает согласно важности и вопрос размещения непосредственно площадки крупногабаритных строительных автомобилей и кранов. Краны и бетононасосы обязаны пребывать на строительной площадке либо на незначительной дистанции. Но ситуации около стройплощадки находятся ранее построенные сооружения и постройки расположенные вблизи с ними больших башенных кранов, установка подкрановых путей невозможны.

При сооружении и эксплуатации нынешних домов, построек и сооружений в стесненных обстоятельствах городской стройки обязаны устанавливаться задачи согласно улучшению городской инфраструктуры, решаемые при исполнении последующих стадий:

1. Оценка геотехнической ситуации строительства.
2. Размещение на строительной площадке комплекса строительной инфраструктуры.
3. Перемещение существующих коммуникаций с учетом нового строительства.
4. Разработка мероприятий по предотвращению возможных разрушений зданий, расположенных в непосредственной близи от строящихся объектов.
5. Соблюдение определенных технологических норм.
6. Разработка технических и технологических мероприятий, направленных на защиту экологической среды объекта и существующей застройки и т.д.

Исходя из вышесказанного**,** процесс реализации поставленных задач и устранения важных градостроительных проблем при возведении сооружений в условиях сформировавшейся плотной городской застройки, обеспечивается качество, долговечность не только непосредственно возводимых объектов, но и существующей прилегающей застройки [4].

Литературы:

1. Х.М. Касымканова, Л.С. Шамганова, Г.К. Джангулова. Практикум по теории математической обработки геодезических измерении: - Алматы: Қазақ университеті, 2017.- 184 с

2. В.В Авакян, Х.М. Касымканова, Г.К Джангулова. Қолданбалы геодезия. I бөлім: оқу құралы – Қазақ университеті, 2017. – 248 б.

3. Симагин В.Г. Проектирование и устройство фундаментов вблизи существующих сооружений в условиях плотной застройки

4. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция НиП 2.02.01- 83.

Р.А.Сейткасымов, К.К.Аугамбаев

Тығыз қалалық құрылыс кезіндегі инженерлік геодезиялық ізденістер

Аңдатпа. Мақала Қазақстанның ірі қалаларында ғимараттар салу мәселесіне арналған. Қазіргі уақытта инфрақұрылымы дамыған қалалардың орталық бөліктері жиі салынып жатыр. Алайда, орталық бөлікте ғимараттар мен құрылыстарды салу кезінде жобалаушылардың көпшілігі болашақта құрылыс салу мүмкіндігіне қалыптасқан құрылыс салуға апатты әсерлерді болдырмауға байланысты бірқатар шаралар жасалуы қажет.

Түйін сөздер: қалалық құрылыс, геотехникалық мәселелер, жобалау, іргетас құрылысы, құрылысты ұйымдастыру

R.A.Seitkasymov, K.K.Augambaev

Engineering surveying with dense urban development

Abstract. This article is devoted to the problem of the construction of buildings in major cities of Kazakhstan. At this time, the central parts of cities with already developed infrastructure are more often built up. However, in the construction of buildings and structures in the central part, the majority of designers face a number of problems, the solution of which affects both the possibility of future construction and the absence of catastrophic damaging effects on the existing historical buildings.

Keywords: dense urban development, geotechnical problems, design, foundation construction, construction organization.

ӘОЖ 528.94

М.М.Сейтқазы, О. Ж. Таукебаев

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қаласы

moldirseytqazy@gmail.com

ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫН КЕШЕНДІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КАРТОГРАФИЯЛАУ

Аңдатпа. *Мақалада арақашықтықтан зерделеу, статистикалық мәліметтер негізінде Шығыс Қазақстан облысын кешенді экологиялық зерттеу жүргізілді. Кешенді экологиялық картографиялау туралы теориялық негіздер, Шығыс Қазақстан облысының жалпы сипаттамасы және картографиялау әдістері көрсетіліп, Шығыс Қазақстан облысының арнайы экологиялық картлары құрастырылды. Жұмыс барысында кешенді экологиялық карталардың сандық карта негізінде құрылуы, жалпы шолу карталардың өңдеулуі, құрылуы және экологиялық тақырыптағы карталар, қоршаған ортаға әсер ететін антропогендік көздер, ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуы, негізігі жер беті суларының ауыр металдармен ластануы, жалпы экологиялық жағдайы туралы карталары құрастырылды. Зеттеу материалдары мен тұжырымдарын академиялық қызметте, арнайы зерттеу орталықтарында, тәжірибелік жұмыстарда, болашақта облыстың экологиялық жағдайының өзгеруін зерттеуде қарастыруға болады. Осы карталарды ары қарай зерттелуін қарастыруда қолдануға болады.*

Түйін сөздер*. картографиялау, кешенді экологиялық картографиялау, экологиялық картографиялау, зерттеу әдісі, экология.*

Қазіргі кезде Шығыс Қазақстанның экологиялық жағдайы еліміздегі өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Әртүрлі экологиялық ақпараттарды интергациялаудың қажеттілігі кешенді экологиялық картографиялаудың маңызын арттыра түседі. Кешенді карталар аумақтың экологиялық жағдайын толық әрі дәлірек көрсетеді, табиғаттағы өзгерістер мен оған адамның әсерін жан-жақты ескеруге, табиғи, әлеуметтік-экономикалық, демографиялық көрсеткіштердің кең ауқымына сүйене отырып, кешенді нысандардың өзара қарым-қатынасын және әрқайсысының көрсеткіштерін бейнелеуге мүмкіндік береді [1].

Қазақстан Республикасында жиі көтерілетін өзекті мәселердің бірі болып экологиялық жағдайды картографиялау болып табылады. Жер бетіндегі адам санының жедел қарқынмен өсуі, мемлекеттердің индустриалды дамуы, табиғат ресурстарын пайдалануды арттырып,

қоршаған ортаға әсерін тигізуде. Әртүрлі экологиялық ақпараттарды интеграциялаудың айқын қажеттілігі кешенді экологиялық картографиялауды өзекті етеді[2].

Бүгінгі таңда кешенді экологиялық зерттеу мәселесіне байланысты көптеген шетелдік және отандық отандық ғалымдардың еңбектері мен мақалалары, тұжырымдамалары, көзқарастары және ой-пікірлері бар [3]. Зерттеу кезінде шетелдік және отандық ғалымдардың еңбектері қарастырылды, соның ішінде: Л.Е.Смирнов, С.Е.Сальников экологиялық картографиялаудың бағыттарын оның құрылымын ескере отырып классификациялаған, В.И.Струман экологиялық картографиядау негізінен мемлекеттік, аудандық және аймақтық қоршаған ортаны қорғауға бағытталған жобаларға негізделеді деп есептеген, А.М. Трофимов кешенді экологиялық картографиялаудың маңыздылығына тоқталып өткен, А.М. Берлянтдың экологиялық карталарды бөліп топтастырған [4]. Сонымен қатар ресейлік ғалымдардың қоршаған ортаның экологиялық жағдайын бағалау әдістері қарастырылған. Р.Т.Бексеитова экологиялық картографиялау, А.Қ.Таныбаева экологиялық мониторинг, төңірегінде зерттеу жүргізген [5].

Қазақстанның Ұлттық экономика министрлігі статистика комитетінің статистикалық мәліметтеріне салыстырмалы талдау жасалынып, кешенді талдау әдістері, қашықтықтан зерделеу мәліметтерін бақылау әдістері қолданылды.ҚР-ның статистика бойынша Ұлттық Агенттігінің статистикалық мәліметтері, ҚР Энергетика министрлігі «Казгидромет» РМК Экологиялық мониторинг департаментінің 2017 жылғы ҚР қоршаған орта жай-күйі жөніндегі ақпараттық бюллетені қолданылды [6].

Шығыс Қазақстан облысы 1932 жылы құрылды. Облыс аумағы бүгінгі таңда 283,22 мың шаршы километрді (Қазақстан аумағының 10,2%) құрайды. Шығыс Қазақстан облысы республиканың солтүстік-шығысында орналасқан. Облыс Қазақстан Республикасының Павлодар, Қарағанды, Алматы облыстарымен, Ресей Федерациясының Алтай өлкесі және Алтай Республикасымен, Қытай Халық Республикасымен шектеседі.[7].

Қашықтықтан зерделеу мәліметтерінің басты артықшылығы олардың шолулығы. Қашықтықтан алынғын бейнелердің карталарын құрастырудағы басты ерекшелік олардың жоғары айқындылығы, үлкен аумақты қамтуы, қолжетімді емес аудандарды зерттеу мүмкінгі болып табылады[8].

Облыста 1997 жылы тұрақты ластаушы көздерден атмосфераға 190,4 мың тонна ластаушы заттар шығарылса, 2006 жылы тұрақты ластаушы көздерден атмосфераға 157,8 мың тонна ластаушы заттар шығарылса, 2016 жылы атмосфералық ауаға тұрақты көздерден ластайтын заттардың шығындылары 128,6 мың тоннаны құрады (1-кесте) және олардың деңгейі өткен 2015 жылмен салыстырғанда 1,1 %-ға көтерілген. Ластайтын заттардың негізгі көлемі Өскемен қаласында (51,2 мың тонна), Семей қаласында (25,0 мың тонна), Зырян ауданында (13,5 мың тонна) және Риддер қаласында (7,8 мың тонна) қалыптасқан (1-кесте).

Кесте 1 - Ластағыш заттардың шығарындылары бар кәсіпорындар аудандар бойынша (2016 жыл)

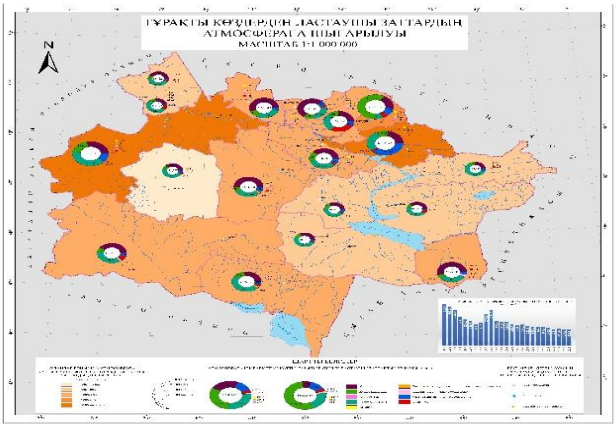
	Ластаушы заттарды шығарушы тұрақты көздер саны	Атмосфераға шығарылған латағыш заттар (тонна)
ШҚО	19725	128 619,851
Өскемен қ.	6023	51 202,468
Курчатов қ.	209	836,833
Риддер қ.	973	7 791,746
Семей қ.	4429	24 957,400
Абай ауд.	70	411,757
Аягөз ауд.	867	3 902,813
Бесқарағай ауд.	246	667,029
Бородулиза ауд.	573	3 586,898

Глубокое ауд.	707	3 333,565
Жарма ауд.	1017	4 583,168
Зайсан ауд.	596	2 593,895
Зырян ауд.	1505	13 465,935
Көкпекті ауд.	223	790,012
Күршім ауд.	200	989,455
Катонқарағай ауд.	115	595,182
Тарбағатай ауд.	115	798,728
Ұлан ауд.	378	1 601,398
Үржар ауд.	377	2 002,894
Шемонаиха ауд.	1102	4 508,675

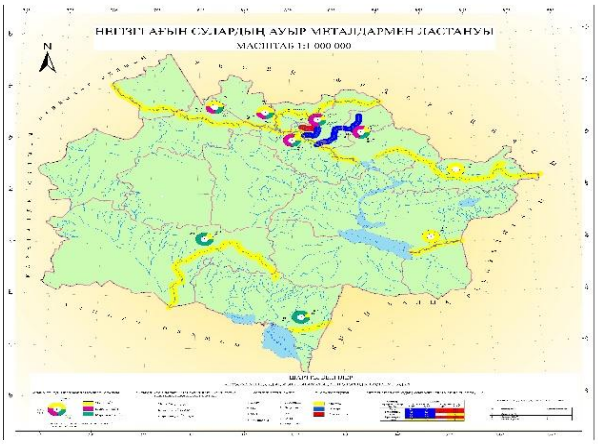
Атмосфераға шығарылған ластайтын заттардың жалпы көлемінің 78,1% газ тәрізді және сұйық, 21,9%-ын қатты заттар құраған. 2016 облыстың кәсіпорындары барлық тұрақты ластаушы көздерден шыққан ластайтын заттардың жалпы көлемінен 93,5% зиянды заттар ұсталып, залалсыздандырылған. Осы атмосфералық ауаның сапасын бақылайтындар Өскемен, Семей, Риддер қалалары мен Глубокое кентіндегі Шығыс Қазақстанның гидрометерологиялық орталықтары [6].

Облыстағы тмосфераға шығарылған ластаушы заттардың мөлшері мен құрамы 1-суретте көрсетілген.

Облысының қоршаған ортасының мәселелерінің ішінде өзектілерінің бірі жер беті суларының ластануы болып отыр. «Қазгидромет» жүргізген бақылау нәтижелері бойынша Шығыс Қазақстан облысының өзендері республикадағы ең ластанған болып отыр. 2-суретте облыстағы негізгі ағын суларының 2007 және 2017 жылғы ауыр металдармен ластану мәлңметтері көрсетілген. Ертіс бассейніндегі ең қолайсыз жағдай мырыш пен мыстың төтенше жоғары деңгейде ластануы тіркелген – Глубочанка, Красноярка, Үлбі, Бұқтырма өзендерінде [9].Облыстағы трансшегаралық су нысаны, негізі су артериясы Ертіс өзені. Ластастанған қалдық сулар көбінесе «Казцинк», «Өскемен металлургиялық комбинаты», «Өскемен титанмагний комбинаты» өнеркәсіп орындарынан шығады [10].



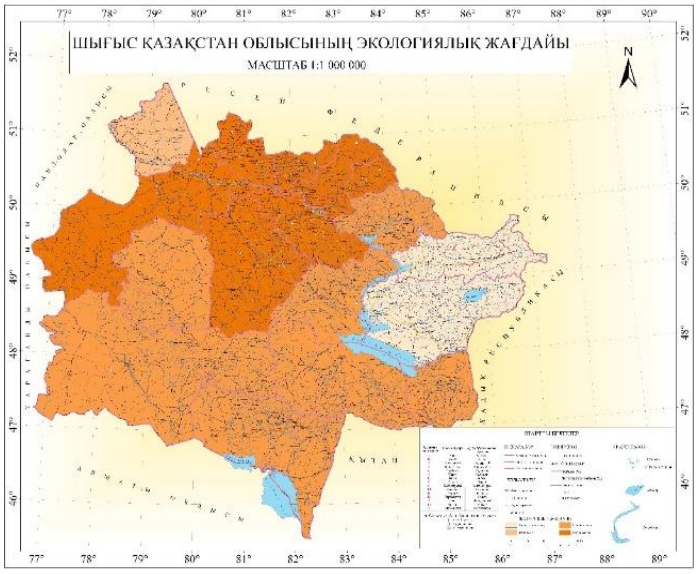
Сурет 1 - Тұрақты көзерден ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуы



Сурет 2 - Негізгі ағын сулардың ауыр металдармен ластануы

Кешенді экологиялық картографиялау-дың барлық тұжырымдамалық аспектілері зерттелді. Қарастырылған тұжырымдамалар-дан кешенді экологиялық картографиялау бір уақытта табиғи және әлеуметтік-экономикалық жүйелер арасындағы өзара және экологиялық қарым-қатынастарды, техногендік және антропогендік әсерлермен оған қоршаған ортаның

реакциясын, табиғи орта элементтерінің экологиялық өзара әрекеттесу нәтижелерін бағалауды көсететіні байқалынды (3-сурет).



Сурет 3 - Шығыс Қазақстан облысының экологиялық жағдайы

Экологиялық карталардың құрамына кіретін карталардың түрлері қарастырылып, оның ішінде атмосфераның, жер беті суларының ластану көрсеткіштері картографияланды. ҚР-ның статистика бойынша Ұлттық Агенттігінің статистикалық мәліметтері, ҚР Энергетика министрлігі «Казгидромет» РМК Экологиялық мониторинг департаментінің 2017 жылғы ҚР қоршаған орта жай-күйі жөніндегі ақпараттық бюллетені қолданылды. Осы аталған мәліметтерге талдау жасалынды, ArcGIS ГАЖ бағдарламасында картографиялау жұмысы орындалды. Жұмысты қорытындылай отырып, Шығыс Қазақстан облысының экологиялық жағдайы картографияланды.

Әдебиеттер:

1. Струман В.И. Экологическое картографирование: Учебное пособие. – Ижевск.: Издательский дом «Удмуртский университет», 2000. – 152 с.

2. Озенда П. Экологическое картографирование // Картография. Вып.2. Использование карт в практических целях в зарубежной картографии. Москва.: Прогресс, 1983. – 216 с.

3. Комплексное экологическое картографирование. [Электронный ресурс]. Электр.дан. Режим доступа: http://estnauki.ru/geo/103/7854-kompleksnoe-jekologicheskoe-kartografirovanie.

4. Трофимов А.М., Рубцов В.А., Ермолаев О.П. Региональный геоэкологический анализ. – Учебное пособие, Казань, 2009. – 428 с.

5. Бексеитова Р.Т., Кожахметова У.К. Экологиялық картографиялау: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 190 б.

6. Қазақстан Республикасының қоршаған орта жай-күйі жөніндегі ақпараттық бюллетені – 2017.

7. Шығыс Қазақстан облысының 2017 жылғы әлеуметтік-экономикалық паспорты. [Электрондық ресурс]. – Электр.дер. – Қол жеткізу режимі: http://www.akimvko.gov.kz.

8. Көшім Ә.Ғ. Картаны жобалау және құрастыру: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2014. – 139 б.

9. Адрышев А. К. Источники загрязнения тяжелыми металлами рек Иртыш и Ульба [Текст] // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2008. - № 3. – 110-114 с.

10. Егорина А. В. Экология : учебное пособие. – Повтор. изд. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2010. – 88 с.

М.М.Сейтказы, О. Ж. Таукебаев

Комплексное экологическое картографирование Восточно-Казахстанской области

Аннотация. В статье проведено исследование данных дистанционного зондирование, проведено комплексное экологическое исследование Восточно-Казахстанской области на основе статистических данных. Были продемонстрированы теоретические основы комплексного экологического картографирования, общая характеристика Восточно-Казахстанской области и методы картографии, составлены специальные экологические карты Восточно-Казахстанской области. В ходе исследования были составлены карты экологических экосистем на основе цифровых карт и картографирования экологических карт, антропогенных источников воздействия на окружающую среду, выбросов загрязняющих веществ, загрязнения подземных вод тяжелыми металлами, общей экологической ситуации. Материалы и выводы исследования могут быть учтены в научной работе, специальных исследовательских центрах, экспериментальных исследованиях. Эти карты могут быть использованы для изучения дальнейших исследований.

Ключевые слова: картография, комплексное экологическое картографирование, экологическое картографирование, методология исследования, экология.

M.M. Seitkazy, O. Zh.Taukebaev

Integrated environmental mapping of the East Kazakhstan region

Abstract. The article conducted a study of remote sensing data, conducted a comprehensive environmental study of the East Kazakhstan region based on statistical data. The theoretical foundations of integrated environmental mapping, a general description of the East Kazakhstan region and methods of cartography were shown, and special environmental maps of the East Kazakhstan region were compiled. In the course of the study, maps of ecological ecosystems were compiled on the basis of digital maps and cartography of ecological maps, anthropogenic sources of environmental impact, pollutant emissions, pollution of groundwater with heavy metals, and the overall environmental situation. The materials and conclusions of the study can be taken into account in scientific work, special research centers, experimental studies and in future studies of environmental changes in the region. These maps can be used to study further research.

Keywords: cartography, integrated environmental cartography, environmental cartography, research methodology, ecology.

УДК 622.013.362

Т.Т. Темирболатова, Ж.М.Нукарбекова, С.Т. Солтабаева
Казахский национальный исследовательский технический университет
Казахстан, г. Алматы. temirbolatovat@gmail.com

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕННОСТИ СТЕПЕНИ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация. *В статье рассматривается вопросы обоснования нормативов по степени подготовленности запасов руды к добыче для месторождений сложного строения. Предложена функциональная зависимость между вскрытыми подготовленными и готовыми запасами руды.*

Ключевые слова: *Запасы, добыча, подготовленность запасов, руда, норматив*

При эксплуатации рудных месторождения недропользователь, обладающий правом недропользования на добычу, вправе начать добычу только после проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых. Далее все горные предприятия обязаны выполнять все требования законодательных и нормативно-правовых документов, независимо от их организационных-правовых форм и форм собственности, а также для индивидуальных предпринимателей, осуществляющих пользования недрами Республики Казахстан.

В целях выполнения и обеспечения промышленной безопасности, охраны недр и рационального использования запасов месторождений полезных ископаемых

разработаны специальные Инструкции по планированию горных работ на каждом предприятии, добывающих из недр полезные ископаемые. Основным требованиям Инструкции является составление годовых планов развития горных работ, где недропользователь определяет основные направления ведения горных работ и задачи для выполнения производственной программы.

Согласно требованиям «ЕПОН РК» недропользователь при выполнении операций производственной программы должен обеспечить [1]:

- максимальное и экономически целесообразное извлечение из недр всех полезных ископаемых, подлежащих к разработке в пределах контрактной территории;

возможность отработки изолированных рудных тел, пластов и залежей, имеющих промышленное значение;

- охрана запасов месторождения от проявлений опасных техногенных процессов, приводящих к осложнению их отработки, снижению промышленной ценности, полноты и качества извлечения полезных ископаемых;
- достоверный учет извлекаемых и оставляемых в недрах запасов основных и совместно залегающих полезных ископаемых, продуктов переработки минерального сырья и отходов производства при разработке месторождения;
- рациональное и комплексное использование минеральных ресурсов недр на всех этапах добычи полезных ископаемых и переработке руды;
- обеспечение полноты извлечения из недр полезных ископаемых, не допуская выборочную отработку богатых участков;
- соблюдение нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых.

На многих горных предприятиях вопросам обеспечение нормативами вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых уделяется недостаточное внимание или полностью отсутствует. Основной причиной является отсутствие на некоторых горных предприятиях «Инструкции по обоснованию нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых» и отсутствия научных исследований. Геолого-маркшейдерские службы используют в основном способами рекомендованные техническим проектом по определению нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых и не учитывают сложные горно-геологические условия конкретного месторождения.

Выбор оптимального решения по обоснованию нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых, управления запасами по степени их подготовленности к добыче и решение других горнотехничесих задач независимо от способа разработки месторождения большой вклад внесли ученые СНГ и Республики Казахстан: П.А. Рыжов, В.М. Гудков, В.Н. Попов, В.Р. Рахимов, А.Ж. Машанов, Б.Р. Ракишев, Б.М. Жаркимбаев, М.Б.Нурпеисова, Ж.Д. Байгурин, Калыбеков Т. и др., а также ряд коллективов научно-исследовательских, проектных институтов и вузов [2-3].

Обеспечение горного предприятия и правильного ведения горных работ является одним из ключевых этапов геолого-маркшейдерских работ по обоснования нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов позволяет эффективность извлечения запасов из недр. При составление годовых планов развития горных работ в обязательном порядке учитываются расчеты по степени подготовленности запасов к добыче.

Установление уровня обеспеченности предприятия запасами определенной степени готовности решает следующие основные задачи:

- улучшения качества добываемой руды;
- снижение показателей извлечения запасов руды по каждой конкретной системе разработки месторождения;
- повышает коэффициент извлечения запасов из недр;
- обеспечивает безопасность ведения горных работ.

В годовом плане горных работ предусматривается степень подготовленности запасов к выемке и классифицируются на три категории: вскрытые, подготовленные и готовые к выемке (рис.1).

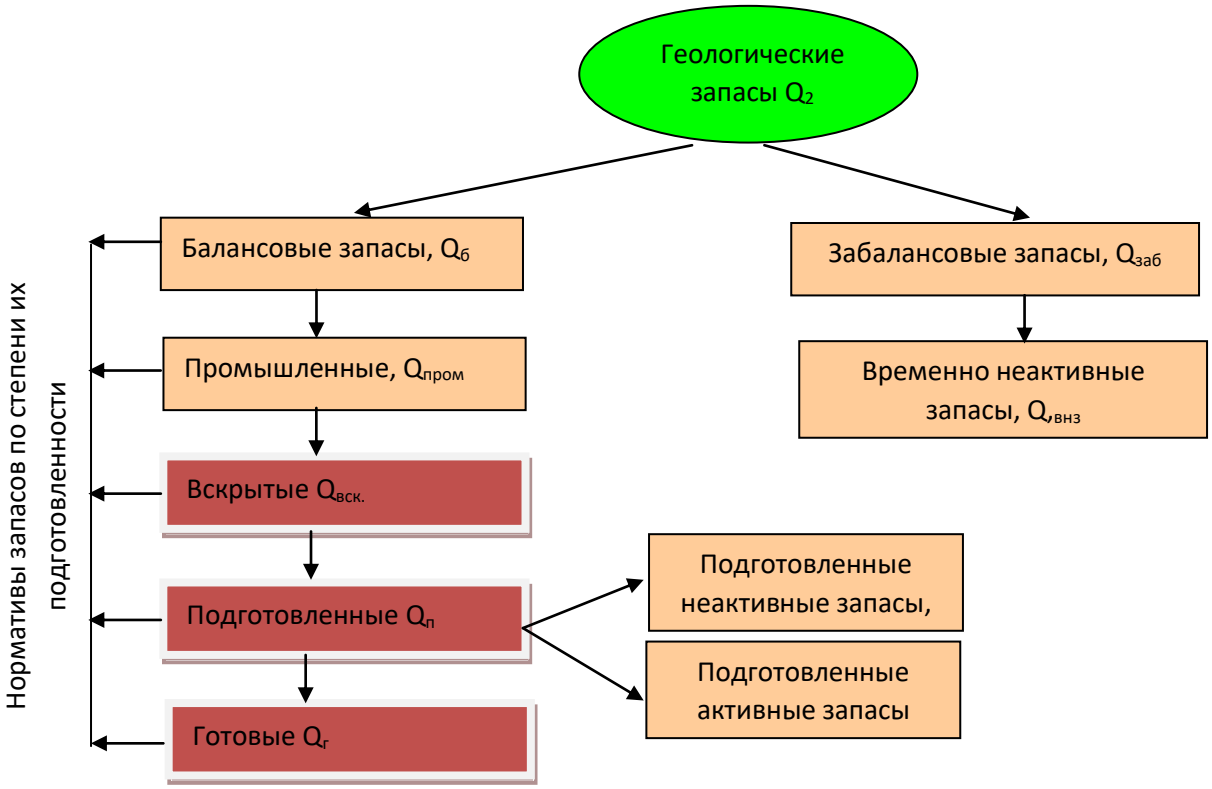


Рисунок 1 - Структура запасов полезного ископаемого по степени подготовленности к выемке

В общем виде при оценке состояния запасов, их качества, особенностей залегания и расположения в недрах в горной практике применяется расчетная цена, которая рассчитывается по формуле 1.1

$$\frac{P_t - Ц_{pt,\tau} - C_t - H_t}{P_t(1+i)^{t-\tau}} - \sum_{t-\tau}^{t} \frac{K_t}{(1+i)^{t-\tau} \sum_{t}^{T} P_t} = 0, \qquad (1.1)$$

где T – срок освоения месторождения, годы; t – год освоения; τ – год оценки доступности запасов ($\tau \le t$); P_t – объем оцениваемого запаса металла, извлекаемого в t-м году освоения, т; $Ц_{pt,\tau}$ – расчетная цена запаса металла, извлекаемого в t-м году освоения, на момент оценки (определяется при решении уравнения); C_t – текущие затраты, необходимые для получения товарной продукции; H_t – сумма налогов, уплачиваемых в t-м году; i – ставка дисконтирования для приведения разновременных затрат к одному моменту оценки τ (принимаемой равной 5 %); K_t – капитальные вложения в t-м году.

Данная методика расчета через минимальную цену товарного продукта компенсирует все предстоящие затраты, связанные с получением и реализацией продукции. Считается, что такой подход расчета через минимальную цену товарного продукта позволяет оценивать степень готовности запасов к добыче. Однако, в формуле (1.1) не учитываются такие важные факторы, как геолого-морфологические особенности рудных тел, структурные их положения в пространстве недр.

На основании построенных цифровых моделей по геолого-маркшейдерским данным

рассчитываются для каждого предприятия в отдельности степень подготовленности запасов руды. При необходимости корректируют по мере изменения условий разработки, исходных данных условия отработки (расположение, число и глубина залегания рудных залежей, качественный состав руды) и горно-технологические параметры (схема вскрытия и подготовки, система разработки, оборудование, интенсивность проведения горных выработок, степень совмещения горных работ во времени).

Нормативы вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов представляет собой их минимальное количество, обеспечивающие гарантированное выполнение годовых планов добычи руды.

Опыт обоснования нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов на горных предприятиях определялся путем оптимального поддержания соотношения между готовыми, подготовленными и вскрытыми запасами руды придерживаются следующей закономерностью, и определяется функциональной зависимостью:

$$Q_{пром} = f(Q_г + Q_{подг} + Q_{вск}) \quad (1.2)$$

где $Q_{пром}$ – промышленные запасы, т; $Q_г$ – готовые выемке запасы, т; $Q_{подг}$ – подготовленные запасы, т; $Q_{вскр}$ – вскрытые запасы, т.

Приведенная функциональная закономерность между объемами вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов примерно составляет *1 : 3 : 7.* Для выполнения производственных планов добыче руды готовые запасы должны быть обеспечены на 2-3 месяца вперед по обеспечению ритмичности производственного процесса.

Вывод из этой закономерности состоит в том, что подготовленных запасов должно быть вдвое больше готовых, а вскрытых - вдвое, чем подготовленных. Из этого следует, что задача оптимизации готовых к выемке запасов становится определяющей в установлении развития горных работ. На объем готовых к выемке запасов влияет производительность, количество горнотранспортного оборудования, надежность работы всей системы горного предприятия. В стратегическом плане развития первоочередной задачей является обеспечение предприятия необходимым объемом вскрытых запасов. В период эксплуатации месторождения их величина должна отвечать условию необходимой достаточности и обеспечивать перспективу устойчивого развития открытых горных работ.

Литературы:

1. Единые правила охраны недр (ЕПОН) при разработке месторождений полезных ископаемых в Республике Казахстан - от 03.04.2015 года № 190 «О недрах и недропользовании».

2. Солтабаева С.Т. Совершенствование методики маркшейдерского обеспечения подготовки запасов руды при планировании горных работ // Диссертационная работа по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр, 2010 г. – 125 стр.

3. Калыбеков Т., Солтабаева С.Т., Джумабаев Е.И. Обоснование закономерности изменения вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов на горных работах // Горный журнал Казахстана, 2018. - №10. - С.49-53.

Т.Т.Темирболатова, Ж.М.Нукарбекова, С.Т. Солтабаева

Тау-кен кәсіпорындарында минералды қорларға дайындық деңгейін білу

Аңдатпа. Мақалада күрделі құрылыс кен орындары үшін кен қорларының өндіруге дайындық дәрежесі бойынша нормативтерді негіздеу мәселелері қарастырылады. Ашылған дайындалған және дайын кен қорлары арасындағы функционалдық тәуелділік ұсынылды.

Түйін сөздер: Қор, өндіру, қорлардың дайындығы, кен, норматив

T.T. Temirbolatova, G.M. Nukarbekova, S.T. Soltabayeva
To the question of the knowledge of the degree of preparedness of mineral reserves at mining enterprises
Summary. The article deals with the issues of substantiation of standards for the degree of preparedness of ore reserves for production for deposits of complex structure. Functional dependence between the opened prepared and ready stocks of ore is offered.
Keywords: Reserves, production, preparedness of reserves, ore, standard

УДК 528.88, 631.9

С. Е.Тиржанова, Ж. Т.Кожаев
Satbayev University, г.Алматы, Республика Казахстан
angel_s96@mail.ru

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация. *В статье рассмотрены задачи и области применения дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), в частности, для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения в Республике Казахстан.*

Ключевые слова: *космические снимки, космический мониторинг, дистанционное зондирование, сельское хозяйство.*

Сельское хозяйство – одна из самых перспективных сфер для использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в целях повышения интенсификации животноводческого и особенно растениеводческого производства. Сельскохозяйственные культуры отлично проявляются на космических снимках, они ничем не скрыты, одноярусны, хорошо дешифрируются как по текстуре, так и по спектральным характеристикам.

Методы ДЗЗ широко используются в агропромышленном комплексе многих стран мира (США, Канада, страны Евросоюза, Индия, Япония и др.). К наиболее известным примерам действующих систем сельскохозяйственного мониторинга можно отнести проект MARS (The Monitoring of Agriculture with Remote Sensing; разработка Объединенного исследовательского центра Еврокомиссии по мониторингу сельскохозяйственных земель), который позволяет определять площади посевов и урожайность сельскохозяйственных культур, начиная с уровня государств и регионов и вплоть до отдельных ферм.

Спутниковый мониторинг позволяет решить следующие задачи в сельском хозяйстве:

1. Инвентаризация, учёт и контроль земель. Спутниковая съемка позволяет не только создать наглядную карту земельных угодий, определить их фактическое использование, но и выявить неиспользуемые участки или участки нецелевого использования сельскохозяйственных угодий. С помощью космических снимков могут быть обнаружены очаги эрозии, переувлажнения, заболачивания и иных проявлений деградации земель.

2. Мониторинг посевов. Сельскохозяйственные угодья сталкиваются с проблемами: многочисленные сорняки, неожиданный ранний урожай, напасть тли, и все это нужно решать в срочном порядке. Благодаря регулярной космической съемке можно удаленно контролировать все процессы, а также прогнозировать урожайность (рис.1.).

3. Контроль неблагоприятных процессов. Главный риск в сельскохозяйственной сфере – это природные катаклизмы, такие как засухи, наводнения, нашествие вредителей. Отследить все процессы помогают специальные сенсоры, установленные на спутнике. Они делают снимки в определенном спектральном канале, благодаря чему фиксируют движение воздушных масс, тепловые аномалии, прирост биомассы. По результатам анализа геоинформационная система предупреждает о вероятности тех или иных катаклизмов.

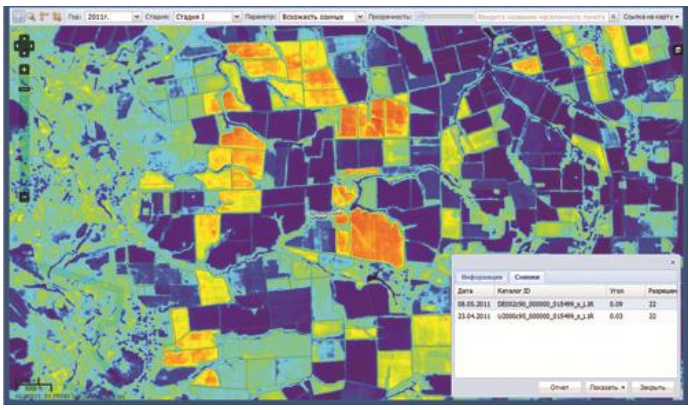


Рисунок 1 - Оценка состояния посевов сельскохозяйственных культур на основании расчета вегетационного индекса NDVI

4. Контроль и изучение животного мира. Спутниковые технологии с успехом могут применяться не только в растениеводстве, но и в животноводстве. Например, все большую популярность приобретают роботизированные фермы, где ГЛОНАСС/GPS-датчики используются для контроля передвижений скота. По анализу высокодетальных спектрозональных космических снимков можно судить о продуктивности пастбищ.

Методики мониторинга сельхозугодий, очевидно, представляют интерес как для самих производителей и арендаторов земель сельскохозяйственного назначения, так и для региональных администраций и контролирующих органов федерального уровня.

Важная задача при организации системы мониторинга – обеспечить оперативное получение исходных данных. Сделать это позволяет формирование автоматизированных информационных систем (АИС), базирующихся на технологиях прямого приема спутниковых данных и на использовании геопорталов как системы распределенного доступа к получаемой информации. Упоминавшиеся технологии прямого приема спутниковых данных позволяют получать информацию с высокой оперативностью, исключая зависимость от зарубежных производителей данных с добавленной стоимостью, а комбинация данных со сходными техническими характеристиками, получаемых с различных космических аппаратов, дает возможность существенно повысить периодичность мониторинга [1].

В течение последних 15 лет АО «Национальный центр космических исследований и технологий» РК создает Национальную систему космического мониторинга Республики Казахстан. В ее составе разработан комплекс ГИС-технологий для решения задач космического мониторинга сельскохозяйственного производства в Казахстане. Перечень задач включает картирование посевных площадей яровых посевов, контроль темпов и масштабов основных агротехнических работ, оценку состояния посевов и прогноз урожайности зерновых культур (рис. 2.).

Одна из проблем прогноза урожайности из космоса состоит в определении объемов сорной растительности в зеленой биомассе посевов зерновых культур. Для оценки этого фактора разработана специальная технология оценки степени засоренности и учета ее влияния на будущий урожай. Основной задачей оценки продуктивности растительного покрова с помощью космической съемки является нахождение взаимосвязи между спутниковыми данными и параметрами, характеризующими, например, биометрические величины или другие свойства зерновых культур [2].

На полях хозяйствующих субъектов в течение вегетационного сезона ведутся согласно разработанным программам и инструкциям агрометеорологические и спектрометрические измерения, оценка состояния почвенного и растительного покровов, дается характеристика элементов продуктивности и качества урожая.

Рисунок 2 - Карта типов сельскохозяйственных культур

Использование данных дистанционного зондирования различного пространственного разрешения позволят значительно сократить временные затраты на эколого-экономическую оценку ущерба. Так же применение ДДЗ позволяет проводить оперативную оценку и своевременно решать деятельность по управлению и регулированию земель. Суть данного метода заключается в наложении контура, определенного по космическим снимкам с помощью визуального дешифрирования, либо автоматической классификации, на цифровую карту земель.

В Казахстане с 2002 года осуществлялся закуп услуг по космическому мониторингу сельскохозяйственного производства (спутниковая оценка весеннего запаса влаги, посевных площадей, дат ярового сева, площадей паровых полей, засоренности и состояния посевов, прогноз урожайности и объема валового сбора зерна, оценка уборочной площади зерновых культур).

Закуп услуг позволил принимать меры оперативного реагирования по проведению агротехнических мероприятий с учетом погодных условий, прогноза урожайности и валового сбора зерна.

В настоящее время в республике успешно функционирует КС ДЗЗ в составе двух оптико-электронных космических аппаратов «KazEOSat-1», «KazEOSat-2», которые введены в эксплуатацию в июне 2015 года и апреле 2016 года. АО «Национальный центр космических исследований и технологий» (далее – АО «НЦКИТ») и АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» (далее – АО «НК «ҚҒС») на протяжении нескольких лет проводят масштабные работы в области использования данных КС ДЗЗ для решения задач сельского хозяйства республики.

С учетом использования данных ДЗЗ, а также технологии геоинформационной системы (далее – ГИС), которые играют важную роль в обеспечении сельского хозяйства оперативной информацией, проводится также следующая работа:

– ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства» и АО «НЦКИТ» совместно с Хоккайдским информационным агентством (Япония) разрабатываются технологии по управлению, контролю, учету и мониторингу водных ресурсов;

– в рамках программно-целевого финансирования на 2015-2017 годы реализуется проект «Разработка технологий улучшения и рационального использования пастбищ для развития отгонного животноводства», который предусматривает решение вопросов по

устойчивому управлению пастбищными ресурсами и научному обоснованию системы обводнения пастбищ на базе ГИС технологий для интенсификации отгонного животноводства [3].

Изучение возможностей мониторинга сельского хозяйства со спутников дистанционного зондирования является одной из самых перспективных направлений в нашей стране. Развитие приборов дистанционного зондирования (ДЗ), а также программных обеспечений, позволяющих обрабатывать и анализировать информацию, полученную со спутников, привело к расширению возможностей по оперативному наблюдению сельскохозяйственной среды. Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) используются для контроля состояния сельскохозяйственных культур, оценки их всхожести, прогнозирование урожайности, зарастание их сорняками и кустарниками, степенью увлажненности почв, заболачиванием или засухой и т.д. Имеется возможность проследить за динамикой количественных изменений сельскохозяйственных культур в вегетационный период. Определить при необходимости земли, неиспользуемые или поврежденные. Использование дистанционных методов исследований, и в частности повторные космические съемки, в настоящее время являются наиболее перспективными для проведения мониторинга.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что применение данных дистанционного зондирования Земли в Республике Казахстан для мониторинга всхожести и урожайности сельскохозяйственной растительности и оперативного обнаружения очагов заболеваний растительности других неблагоприятных факторов необходимо и возможно.

Литературы:

1. Области применения ГИС-технологий// Применение ГИС [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://gistechnik.ru/primgis.html

2. Сейфуллин Ж.Т. Земельный кадастр Казахстана. Алматы: КазНИИЭОАПК. 2000. – 225с.

3. Ответ Премьер-министра РК Сагинтаева Б. А. депутатам Мажилиса Парламента РК. – Астана, № 11-21/3405, 2016.

С. Е.Тиржанова, Ж. Т.Кожаев

Қазақстан Республикасындағы ауыл шаруашылығы алқаптарының ғарыштық мониторингі

Аңдатпа. Мақалада Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) міндеттері және қолдану салалары, оның ішінде, Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығы мақсатындағы ғарыштық мониторинг жүргізу барысы қарастырылған.

Түйін сөздер. ғарыштық суреттер, ғарыштық мониторинг, қашықтықтан зондтау, ауыл шаруашылығы.

S.Tirzhanova, J.Kozhayev

Space monitoring of agricultural areas in the Republic of Kazakhstan

Abstract. The article describes the tasks and areas of application of remote sensing of the Earth (RSD), in particular, for the monitoring of agricultural land in the Republic of Kazakhstan.

Key words. space images, space monitoring, remote sensing, agriculture.

УДК 528

А.К.Токсейтов, Ш.А.Жантуева

Казахский национальный исследовательский технический университет,
Казахстан, г.Алматы
almaz.tokseytov@mail.ru

ДРЕВНЕВЕКОВЫЕ АТЛАСЫ

Аннотация. *В статье приведены сведения о древних картографических произведениях и о начальном этапе атласной картографии.*

Ключевые слова: *карты, история картографии, древние века, Геродот, Эратосфен, Птоломей, атлас, Меркатор*

Понятие «географический атлас» складывалось на протяжении столетий. Оно прошло сложный и многогранный путь от собрания разрозненных рукописных карт до создания произведения системного типа, отличающегося научной глубиной и практической ценностью. В известном смысле атласы отражают уровень развития экономики и культуры тех стран, где они были созданы, а также мира в целом. Они являются своеобразными историческими документами своего времени.

Невозможно механическое сравнение атласов разных эпох. Но хронологически последовательное рассмотрение развития атласной картографии позволяет проследить тенденции ее развития. Кроме того, атласы — наиболее завершенные картографические произведения, аккумулирующие в себе достижения географии и картографии. Именно атласы четко отражают этапы изучения пространства, глубину познания природных и социально-экономических явлений.

Родоначальником в создании географических атласов принято считать древнегреческого ученого Клавдия Птолемея (II в.н.э.). «География, — говорит Птолемей в «Руководстве по географии», — есть линейное изображение всех нам известных частей Земли со всем тем, что к ней вообще относится. Она изображает положения и очертания с помощью одних только линий и условных знаков. Все это с помощью математики дает нам возможность обозреть всю Землю в одной карте, подобно тому как мы можем обозреть небесный свод, в его вращении над нашей головой».

Для своего времени «География» Птолемея была выдающимся произведением с собранием из 27 карт — карты мира и 26 карт известных в то время частей Европы, Африки, Ближнего Востока и Южной Азии. На них достаточно достоверно показана береговая линия с характерной извилистостью и речная сеть, перспективным рисунком отмечены основные хребты, символическими рисунками — основные поселения. Карты имеют математическое построение. В тексте описаны более чем 8000 географических объектов и на ней изображены три части света: Европа, Азия, и Африка (рис.2).

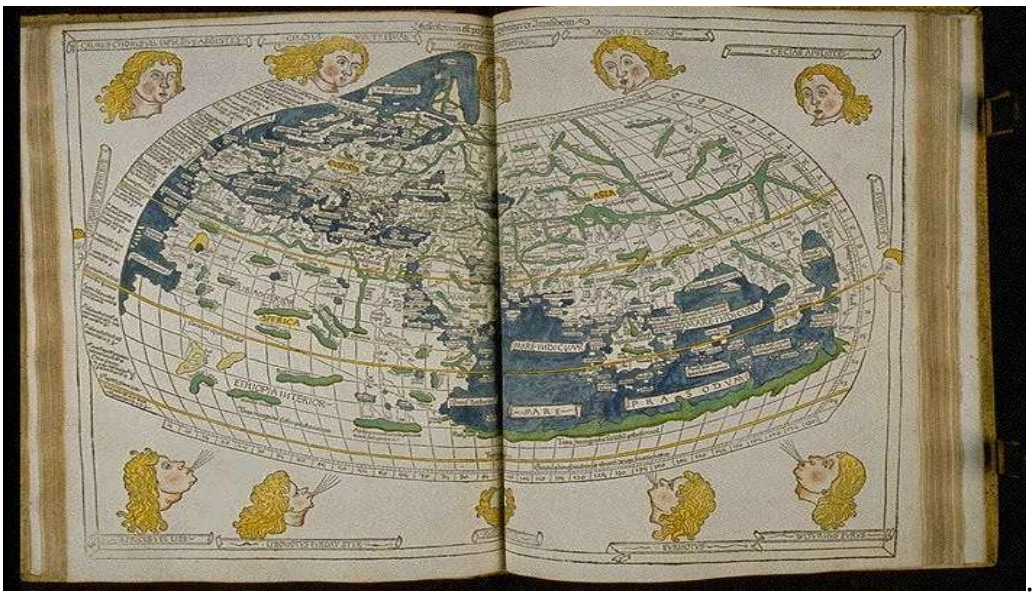


Рисунок 1 - Атлас К. Птоломея. Общий вид

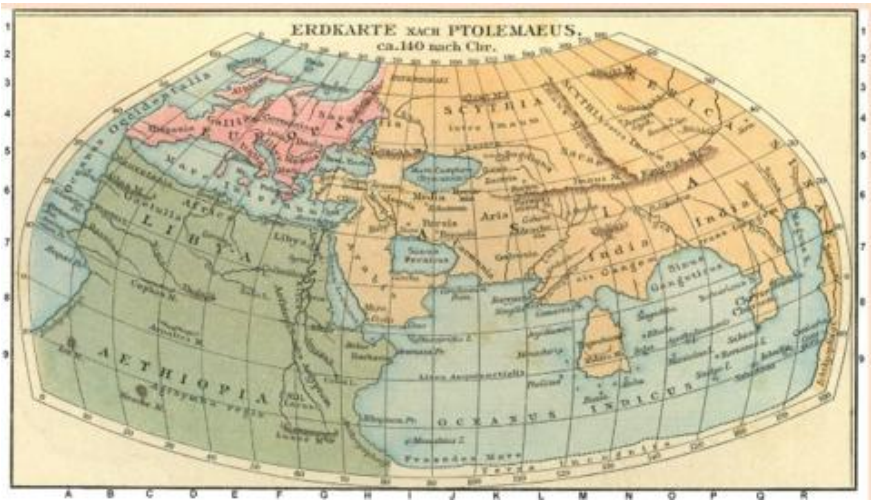


Рисунок 2 - Карта из атласа Птоломея

Но до К.Птоломея были созданы различные карты, которые сохранились до них времен. Геродо́т Галикарна́сский (около 484 г до н. э.) — древнегреческий историк, по крылатому выражению Цицерона «отец истории» — автор первого сохранившегося значительного трактата «История», описывающего греко-персидские войны и обычаи многих современных ему народов. Труды Геродота имели огромное значение для античной культуры.

Рисунок 3 - Карта мира по Геродоту

Эратосфен (276 год до н. э.-194 год до н. э.) в Греции, Александрии. Как было сказано ранее Эратосфен не только доказал то что земля круглая, но и ввел понятия «параллели» и «меридианы». Эратосфен был первым, кто сделал карту с учетом ее шарообразности. И ею пользовались до конца 1 века. В географическом обществе она получила огромный успех, (если так можно выразиться), и все же в ней была одна очень крупная ошибка. На ней написан несуществующий пролив между Каспийским морем и Северным океаном. Его картой пользовались все, путешественники и географы пока очередной переворот в картографии не совершил Птолемей.

Гекатей Милетский считается одним из родоначальников античной географии, именно он создал подробное описание так называемой Ойкумены – всех стран, известных грекам той эпохи. Его основной труд, дошедший до нас в виде более 300 разрозненных фрагментов, изначально представлял собой две книги, названные «Азия» и «Европа

Открытия Колумба, Васко да Гамы, Магеллана не изменили бы представления человечества об окружающем мире, если бы не были осмыслены и оформлены в виде новой географии. Эту задачу выполнил Герард Меркатор, знаменитый географ, автор новой картографии и пальма первенства среди средневековых картографов принадлежит Г. Меркатору. Именно он выбрал для своего капитального труда название *«Атлас»* в честь **Атласа**— мифического короля Ливии, по легенде впервые изготовившего глобус.

Эти карты атласов расширяют раннее греческое видение мира, включая завоевания Александра Македонского.

Литературы:

1. https://studwood.ru/758010/kulturologiya/eratosfen_karta
2. https://geographyofrussia.com/razvitie-kartograficheskix-predstavlenij-i-ponyatij/
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Геродот
4. https://flytothesky.ru/18-drevnix-kart-mira-glazami-nashix-predkov/
5. http://fb.ru/article/351595/gekatey-miletskiy---drevnegrecheskiy-istorik-i-geografgeografiya-mira-po-gekateyu
6. http://www.historica.ru/?showtopic=11469&st=30

А.К.Тоқсейітов, Ш.А.Жантуева

Ерте ғасыр атластары

Аңдатпа. Мақалада көне дәуірдегі каартографиялық өнімдер жайлы мәлімет және де атластық картография дамуының алғашқы сатысы туралы мәлсімет келтірілген.

Түйін сөздер: карталар, картографияның тарихы, ерте ғасыр, Геродот, Эратосфен, Птоломей, атлас, Меркатор

A.K.Tokseitov, Sh.A.Zhantueva

Ancient atlases

Abstract. The article provides information about the ancient cartographic works and the initial stage of satin cartography.

Keywords: maps, history of cartography, ancient ages, Herodotus, Eratosthenes, Ptolemy, atlas, Mercator

ӘОЖ 528.7

Е.Е.Төлеген, Г.С.Мадимарова
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Казақстан, Алматы қаласы.
Erkinbol97@gmail.com

ЖЕРСЕРІКТІК НАВИГАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІН КЕН ОРЫН ИГЕРУДЕ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Андатпа. *Бұл мақаладада жерсеріктердің көмегі арқылы навигациялық жүйелерді кен орын игеру кезінде пайдалану және ерекшеліктерін қолдану туралы қамтылған. Одан бөлек арнайы құрылғылар мен датчиктерді қолдана отырып бақылау жүргізіп, мониторинг жұмыстарымен айналысу жұмысын анықтау камтылған. Сондай-ақ, жоғары дәлдікті навигацияны және ашық тау-кен жұмыстарын автоматтандыру және роботтандыру мақсатында тау-кен машиналарында оны қолдану мүмкіндігін талап ететін ағымдағы енгізілген және әзірленетін автоматты жүйелерді талдауы орындалған. Автоматтандыру жүйелерінде негізгі болып табылатын RTK (нақты уақыттағы кинематика) әдісінің артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған және авторлар балама ретінде ұсынатын әдіс қысқаша сипатталған. Ашық карьерлерде навигациялық жүйелерді пайдаланудың негізгі проблемалары және оларды шешу жолдары сипатталған. . Ашық тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде карьерлерде жайғастыру және автоматтандырылған*

басқару міндеттеріне қатысты ұсынылған жаңа әдістің кемшіліктері және аталған әдісті қолдану шеңберінде оларды шешу жолдары айтылған.

Түйінді сөздер: *спутниктік навигация, инерциялық навигациялық жүйе, МЭМС, интеграцияланған навигация, фазалық өлшеу, Ашық тау-кен жұмыстары, Simulink.*

Қазіргі уақытта өнеркәсіпте және ауыл шаруашылығында әртүрлі жылжымалы құралдардың дербестігін арттыру бойынша үрдістер өсуде. Жылжымалы құралдарды басқарудың Зияткерлік жүйелерін құру үшін шешілуі қажет маңызды міндет навигацияның тиімді жоғары дәлдіктегі жүйесін құру болып табылады.

Қазіргі уақытта тау-кен машиналарын басқаруды автоматтандыру міндеттері көлік кешенін диспетчерлендіру мен мониторингке негізделеді. Осы кластың көптеген тапсырмаларын шешу үшін объектінің позициялануы туралы жоғары дәлдікті деректер талап етілмейді, талап етілетін дәлдік орналасқан жері үшін 5-15 м шегінде түрленеді, бұрыштық бағдарлау бойынша талаптар қойылмайды.

Сонымен бірге, қазіргі уақытта жылжымалы объектілерді позициялаудың жоғары дәлдігін талап ететін міндеттер бар, атап айтқанда - экскаватор жұмысының горизонтының жоспарын құру және оның жұмысын түзету міндеті.

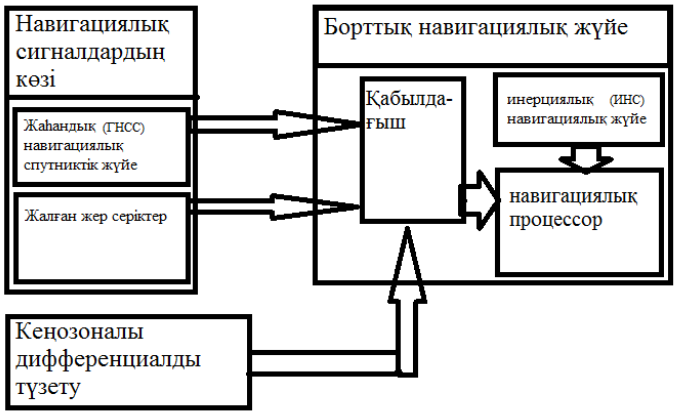
Сонымен қатар, қазіргі уақытта бірнеше миллиметрге жуық дәлдік класының навигация жүйесі талап етілетін карьерлік көліктің автоматты қозғалысы жүйесін енгізу әзірленуде және әзірленуде. Ауыл шаруашылығындағы далалық жұмыстарға арналған жылжымалы объектілерді басқарудың автономды жүйелерін әзірлеу мен қолданудың бай тәжірибесін бөлек атап өткен жөн. Бұл салада қозғалысты басқаруды ғана емес, сондай-ақ түрлі технологиялық міндеттерді орындауды автоматты режимде қамтамасыз ететін жүйелер табысты қолданылады және дамиды; топырақ өңдеу, дақылдарды отырғызу, егін жинау және т.б. сияқты. Сондай-ақ, өнеркәсіптік кәсіпорындардың аумағында автономды қозғалыстың әртүрлі жүйелері әзірленуде.

Навигация жүйелерінің абсолюттік көпшілігі автономды жылжымалы кешендер үшін кинематика әдісін нақты уақытта (RTK, real time kinematic) пайдаланады. Бұл әдіс фазалық интерферометрия принципіне негізделген, яғни тіректік станция мен жылжымалы объект арасындағы фазалардың әртүрлілігін өлшеу. RTK нақты уақытта позициялаудың ең қолайлы әдісі болып табылады, өйткені бір жағынан, жоғары дәлдіктегі навигациялық деректерді ұсынады, ал екінші жағынан - инициализация үшін уақытты талап етпейді.

Алдыңғы жұмыстардағы [1, 2] фазалық жерсеріктік өлшеулердің және инерциалды жүйенің деректерін бірлескен өңдеудің жаңа принципі берілген, ол навигациялық кешеннен өлшеулердің қажетті дәлдігін сақтай отырып, түзетуші станцияны алып тастауға мүмкіндік береді. Бұл жұмыста осы әдісті одан әрі зерттеу нәтижелері ұсынылған және ашық тау-кен жұмыстарында қолдану тәсілдері мен ерекшеліктері қарастырылған.

Алдыңғы жұмыстардағы [1-2] базалық станцияны пайдаланбай фазалық навигациялық өлшеулерді өңдеуге мүмкіндік беретін навигациялық өлшеулер әдісі берілген. Бұл әдіс классикалық әдістен айырмашылығы, ол инерциялық навигациялық жүйе өлшеулерін пайдалана отырып, тарату антеннасында фазаны бағалайды. Бүтін бір мәнді екі жиілікті өлшеу әдісімен шешіледі. Қабылдағыштың бастапқы фазасы бес навигациялық жерсерікті пайдаланған кезде Калман сүзгісінде бағаланады.

Ашық карьерлер жағдайында жаһандық навигациялық жүйелерді (ГНС) пайдалану бірқатар ерекше ерекшеліктерге ие.Тік беткейлердің болуы көрінетін жерсеріктер санының азаюына ғана емес, сонымен қатар визалау бұрыштарының ұлғаюына, демек, DOP коэффициентінің артуына (дәлдіктің геометриялық төмендеуі) әкеп соғады.



Сурет 1 - Карьерлік навигациялық кешеннің құрылымдық схемасы

Бұл проблеманы шешудің ықтимал тәсілдерінің бірі-жердегі құрылғылар, жаһандық спутниктік навигациялық жүйе сигналдарына ұқсас сигналдарды шығаратын жалғанпутниктерді пайдалану болып табылады [6, 7]. Проблеманы шешудің басқа нұсқасы-навигациялық спутниктердің жеткілікті саны болмаған кезде жұмыс істеуге қабілетті интеграцияланған күшті байланысты навигациялық жүйелерді пайдалану. Сонымен бірге, бұл тәсіл басқару есептерінде нашар қолданылады, өйткені жерсеріктердің аз санын пайдалану кезінде өлшеу дәлдігі төмендейді.

Ұсынылған навигациялық өлшеу әдісі кем дегенде бес навигациялық сигнал көзін пайдалануды талап етеді. Осылайша, псевдоспутниктерді пайдалану бұл мәселені ашық тау-кен жұмыстары жағдайында шешуге мүмкіндік береді. Карьерлік навигациялық кешеннің ұсынылған құрылымдық схемасы суретте көрсетілген.

Trimble Navigation компаниясының механизмдерді басқару жүйелерінің технологиясы саласындағы көпжылдық жұмыс тәжірибесі GPS интеграциясының кез келген проблемасын шешуге қажетті негізгі принциптер мен әдістемелерді жақсы анықтауға мүмкіндік берді. Арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету Карьер бетін үш өлшемді моделдеу және кешенді CAD-жүйесін қамтиды, бұл жоспарланған жобаларды камералдық шарттардан далалық жағдайларға қисынды көшіруге мүмкіндік береді.

Тау-кен өнеркәсібінде спутниктік жүйелерді пайдаланудың кейбір негізгі бағыттары бойынша ақпарат:

GPS көмегімен бұрғылау станоктарын басқару бұрғылау жұмыстарының дәлдігін және өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда GPS-қабылдағыш бұрғылау станогында орнатылады. Басқару жүйесі тәулік бойы және кез келген ауа райы жағдайында жұмыс істейді, сондықтан жұмыс ауа райының нашарлауына немесе маркшейдерлердің жоқтығына байланысты кедергі болмайды. Бұрғылау станоктары жоспарланған бұрғылау торымен жергілікті жерде алдын ала белгілеуді қажет етпей қозғала алады, бұл бұрғылау жұмыстарының тұтас кезеңін болдырмайды.

Бұл үшін қажетті ақпаратты бұрғылау станогының борттық компьютері радиоарна арқылы диспетчерлік орталықтан бұрғыланған ұңғымалардың нақты координаттарын алады, бұдан әрі толық қорытынды есептерді жасау үшін бұрғылау жұмыстарының мониторингі деректерінің құрамына енгізілуі мүмкін.

Кез келген уақытта бульдозер немесе грейдер пышағының нақты орналасқан жерін білу Жер бетіндегі бөлшектерде өңдеу және рекультивациялаумен байланысты жұмыстардың құнын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Бульдозерлер мен грейдерлер машинистерінің іс-әрекеті жобалау бетін нақты шығару немесе жұмысты қайта жасау қажеттілігінсіз жіберілуі мүмкін. Жұмыс учаскесінің үздіксіз жаңартылып отыратын нақты цифрлық картасы жобамен салыстырылады, бұл ретте жұмыс тетігі қозғалысының оңтайлы бағыты, пышақты тереңдету және басқа да жұмыс параметрлері анықталады. Бұл сақта!

қымбат жас уақыт пен отын. сондай-ақ жұмыс сапасын және ог-есеп құжаттамасын арттырады. Рекультивациялау жұмыстары аз шығынмен жүргізіледі,бұл ретте топырақтың төменгі және жоғарғы қабаттарын ретке келтіріп салуға кепілдік беріледі. GPS көмегімен бұрғылау станоктарын басқару бұрғылау жұмыстарының дәлдігін және өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда GPS-қабылдағыш бұрғылау станогында орнатылады. Басқару жүйесі тәулік бойы және кез келген ауа райы жағдайында жұмыс істейді, сондықтан жұмыс ауа райының нашарлауына немесе маркшейдерлердің жоқтығына байланысты кедергі болмайды. Бұрғылау станоктары жоспарланған бұрғылау торымен жергілікті жерде алдын ала белгілеуді қажет етпей қозғала алады, бұл бұрғылау жұмыстарының тұтас кезеңін болдырмайды.

Сөз соңында айта кету керек. тау-кен жұмыстарының отандық технологиясының әлемдік деңгейден айқын артта қалғанына қарамастан, қазіргі уақытта осы тұндыруды жою үшін барлық алғышарттар бар. Бұл үшін тау-кен жұмыстарын жүргізу технологиясының, тау-кен кәсіпорындарына маркшейдерлік қызмет көрсету мен қазіргі заманғы спутниктік навигациялық технологияларды қолдана отырып, кәсіпорынның технологиялық процестерін басқарудың бай шетелдік тәжірибесін кеңінен пайдалану қажет.

Бұл мақалада фазалық навигациялық өлшеулерді өңдеу принципі сипатталған және ашық тау-кен жұмыстарын басқару жүйесінің құрамында оны қолдану ерекшеліктері қарастырылған. Құрылымдық схеманың негізгі ерекшелігі базалық станцияның болмауы болып табылады, оның орнына осы кең көлемді дифференциалды түзету жүйелері қолданылады. Бұл жоғары дәлдіктегі навигациялық жүйенің құнын төмендетуге және тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді

Әдебиеттер:

1. Горев П. А. инерциялық навигациялық жүйенің жылжымалы объектісінің координаталарын анықтаудың дәлдігін арттыру әдісі // МГМУ Ғылыми хабаршысы. - 2014. - № 3(48). -С. 39-49.

2. Горев П. А. фазалық өлшеулер негізіндегі инерциалды-жерсеріктік радионавигациялық жүйе / / жас ғалымдар мен мамандардың Бесінші ғылыми-техникалық конференциясы. - М.: изд-во ГСКБ "Алмаз-Антей". - 2014. - С. 233-242.

3. Клебанов Д., Макеев М. тау-кен саласында жоғары дәлдікті спутниктік навигация технологияларын қолдану / / жер қойнауын пайдалану XXI. - 2010. - №5 қараша. -С. 34-36.

4. Meguro J. et al. Development of an Autonomous Mobile Surveillance System Using a Network-based RTK-GPS // Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Barcelona, Spain, April 2005. - pp. 3096-3101.

5. Stone J.M. et al. GPS Pseudolite Transceivers and their Applications // ION National Technical Meeting 99, San Diego, California, January 25-27, 1999. - pp. 21-31.

6. Shan Zh., Han H., Jiang K. Optimization model of GNSS/pseudolites structure design for open-pit mine positioning // Trans. Nonferrous Met. Soc. China 23(2013). - pp. 2201-2208.

7. Takai R., Yang L., Noguchi N. Development of a crawler-type robot tractor using RTK-GPS and IMU // Engineering in Agriculture, Environment and Food. - 2014. - 7. - pp. 143-147. КШ

Е.Е.Толеген, Г.С.Мадимарова

Особенности применения спутниковых навигационных систем в горной промышленности

Резюме. Эта статья включает в себя использование и особенности использования навигационных систем при разработке месторождений с помощью спутников. Кроме того, ведется контроль с использованием специальных устройств и датчиков, ведется мониторинг работы с мониторингом. Также выполнен анализ текущих внедренных и разрабатываемых автоматических систем, требующих возможности его применения на горных машинах с целью автоматизации и роботизации высокоточной навигации и открытых горных работ. В системах автоматизации описаны преимущества и недостатки метода RTK (кинематика в реальном времени), который является основным и кратко описан метод, предоставляемый авторами в качестве альтернативы. Описаны основные проблемы использования навигационных систем на открытых карьерах и пути их решения. . При проведении открытых горных работ в карьерах изложены недостатки предлагаемого нового метода в

отношении задач обустройства и автоматизированного управления и пути их решения в рамках применения данного метода.

Ключевые слова: спутниковая навигация, ИНС, МЭМС, интегрированная навигация, фазовые измерения, Открытые горные работы, Simulink.

E.E. Tolegen, G.S.Madimarova

Features of the use of satellite navigation systems in the mining industry

Summary. This article includes the use and features of the use of navigation systems in the development of deposits using satellites. In addition, control is carried out using special devices and sensors, monitoring of work with monitoring is conducted. Also, the analysis of the current implemented and developed automatic systems that require the possibility of its use in mining machines for the purpose of automation and robotization of high-precision navigation and open-pit mining. The advantages and disadvantages of the RTK (real-time kinematics) method, which is the main and briefly described method provided by the authors as an alternative, are described in the automation systems. The main problems of using navigation systems in open pits and their solutions are described. . During mining works in the quarries described disadvantages of the proposed new method with respect to the task of arrangement and automatic control and their solutions in the framework of the application of this method.

Keywords: satellite navigation, ins, MEMS, integrated navigation, phase measurements, Open-pit mining, Simulink.

ӘОЖ 528.3

А.Траисбаева, Д.Гапуров

Ғылыми жетекші - М.Б.Нұрпейісова, техн.ғылымд.докторы, профессор

Сәтбаев университеті, Қазақстан, Алматы. aikonya1207@gmail.com

ЕРТЕ ЗАМАН ҚҰРЫЛЫСТАРЫНДАҒЫ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

Андатпа. *Әлемнің жеті ғажайыптарының бірі –Египет(Мысыр) пирамидаларының тарихы мен тылсым сырларынан мәлімет келтірілген. Алып құрылыстарды салудағы негізгі идея, геодезиялық түрғыдан қарағандағы пирамидалардың өлшемдерін, жерге орналастыру жағдайын және құрылыс материалдарын зерттеушілердің алған нәтижелеріне талдау жасалған*

Түйін сөздер: *әлемнің жеті кереметі, Египет пирамидалары, өлшемдер, Пифагор теоремасы, топографиялық план.*

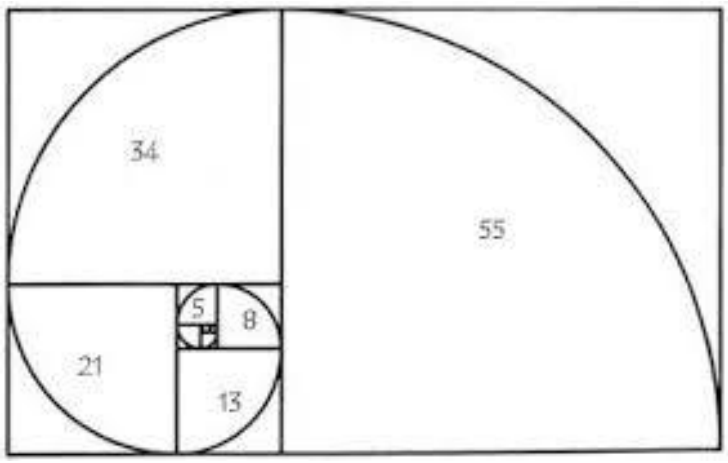
«Әлемнің жеті кереметтерінің» бірі, осы уақытқа дейін сақталғаны және бүгінде туристердің көзайымына айналып отырғаны– Египет пирамидасы. Ежелгі Мысыр перғауындарының өзіндік үлгідегі мазарлары, біздің заманымыздан бұрын 28 ғасырда салынған. Олардың ішіндегі ең ірісі - Хеопс, Хефрен и Микерин пирамидалары. Хеопс пирамидасы - дүние жүзіндегі аса ірі пирамидалардың бірі (1-сурет).

Бұл пирамиданы перғауын Хеопс (Хуфу) көзі тірісінде өзіне арнап б.з.б. 3 - мыңжылдықтың 1 - жартысында Гиза қаласы маңындағы Ливия шөлінде салғызған. Алғашында пирамида биіктігі 146,6 м болған еді. Алайда, қазіргі кезде оның биіктігі 138,8 метр болып тұр. Ежелгі грек тарихшысы Геродоттың жазбасында пирамиданы 100 мың адам 20 жыл бойы салғандығы айтылады. 6 Әлем ғалымдары бірауыздан мойындап отырғанындай, Мы-сырдағы Хеопс пирамидасының ғажайып қасиеті шексіз. Тіпті оның барлық өлшемдерін (146,59 метр биіктігін, табан қа- бырғасының 230,35 метр ұзын-дығын және бүйірлерінің 51051I еңістігін) негізге алып олардан «пи» санын, Жерден Күнге дейінгі қашықтықты, Жердің салмағын, оның полярлық радиусын, Күн мен Айдың массасын, Жердің орташа тығыздығын есептеп шығаруға болады.

Сурет 1 -Туристердің назарын аударатын Хеопс пирамидасы

Пирамидалардың салынуы, құрылысы жөнінде айтылған пікірлер сан алуан. Солардың бірі, “Алтын қима” заңы. Алтын қима терминін 15 ғасырдың аяғында Леонардо да Винчи енгізген.

Бұл шама тікелей Фибоначи сандарына байланысты Леонардо Фибоначчи сандары 1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144,233,..... Ф саны 1,618034 санымен тығыз байланысты. Фибоначи санын «алтын қима» деп атайды(2-сурет).

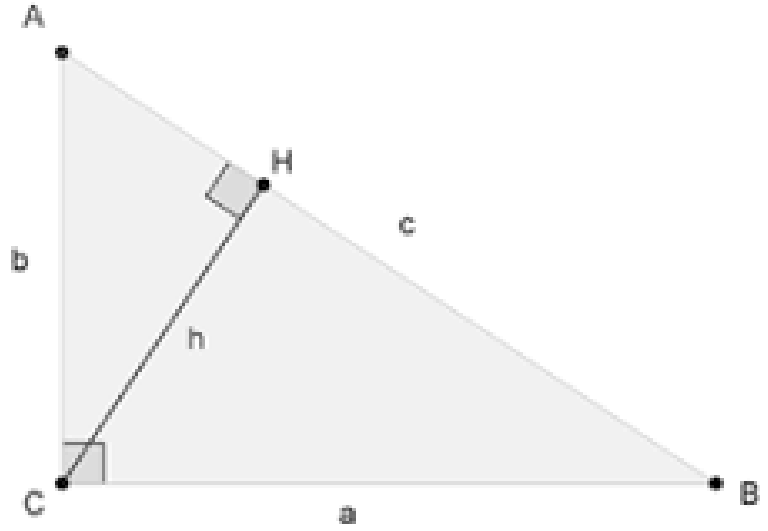


Сурет 2 - Спиральдағы Алтын қима

Алтын қима туралы түсінікті ежелгі грек философы және математигі Пифагор, өзінің ғылыми күнділігіне енгізген. Пифагор алтын бөлу туралы ілімді мысырлықтар мен вавилондықтардан алған деген жорамал бар. Бұған Хеопс пирамидасының пропорциясы, храмдардың, бетмүсіндердің, тұрмыс заттарының және Тутанхамона моласындағы әдемілеулер куә.

Гректер де шебер геометрлер болған. Өз балаларын арифметиканы геометриялық фигуралардың көмегімен оқытқан. Пифагордың квадраты және осы квадраттың диагоналі динамикалық тікбұрыштар құруда негіз болған. “Пифагор теоремасында” тік бұрышты үшбұрыштың гипотенузасы мен катеттерінің арасындағы тамаша қатыс тағайындалады.

Басқа мысырлық пирамидалардың талдауы көрсеткендей, мысырлықтар пирамидалардағы маңызды математикалық білімнің әрқайсысын әрдайым қолдауға тырысты. Осыған байланысты Хафренің пирамидасы өте қызықты. Пирамиданың өлшенуі оның бүйір бетінің бұрылу бұрышы 53 ° 12 'болғанын көрсетті, бұл оң жақ үшбұрыштың 4: 3 қатынасына сәйкес келеді (3-сурет).



Сурет 3 - Египет үшбұрышы

Бұл аяқтың коэффициенті 3: 4: 5 жақтары бар «үшбұрыш» деп аталатын белгілі үшбұрышқа сәйкес келеді, ол «керемет» немесе «мысырлық» үшбұрыш деп аталады.Шынында да, үшбұрыш 3: 4: 5 үшін теңдік шындық: 32 + 42 = 52, бұл пифагорлық теореманы білдіреді. Бұл үшбұрышты 3: 4: 5 негізіндегі пирамидті тұрғызып, Мысырдың діни қызметкерлерін мәжбүрлеуге тырысты ма? Пифагор тауып алғанға дейін Мысырлықтарға белгілі пифагорлық теореманы көрсету үшін жақсы үлгі табу қиын.

Пифагор теоремасы тарихында тоқталалық. - Ежелгі Мысыр мен Вавилон жазбаларында бұл теорема, Пифагорға дейін 1200жыл бұрын кездескен, бірақ осы теореманың дәлелдеуін б.з.б. VI ғасырда өмір сүрген грек оқымыстысы,(арифметика,геометрия,музыка,астрономия) Пифагор тапқан болатын. Және дәлелдемесін тапқанда 100 өгіз сойып, той жасаған, құдайлардың құрметіне құрбандық берген деседі. Ал одан кейін теореманың дәлелдемелерін бірнеше ғалымдар тапқан. Қазіргі кезде 367 дәлелдеуі бар.

3 Пирамида – архитектурада төрткүл дүниенің төрт тарапына түгел қарап тұратын, төрт бұрышы ту биіктегі бір нүктеде түйісетін алып құрылыс. Пирамида тарихын зерттеуші кейбір адамдардың пікірінше, пирамида төрт бұрышының бір нүктеде түйісуі әу баста Адам Ата (ғ.с.) мен Хауа Анадан тараған адамзаттың бірлігін бейнелейді. Негізінен, пирамидаға ұқсас құрылыстар (ғибадат-хана тұғыры, космологиялық құрылыстар) Орталық және Оңтүстік Африка жерінде (біздің замаңымыздың 1- мыңжылдығы) де кездеседі.

Пирамидалар қалай салынды? Ең әуелі пирамидалардың өте дәлдікпен салынғаны таңғалдырады. Соншама көп тастардың қандай жолмен өңделіп, қалай жеткізіліп, қалайша қаланғаны да жұмбақ. Геометриялық орналасуы да ғажап: оның төрт жағы дүниенің төрт бұрышына бағытталған, бар-жоғы 8 минуттық ауытқу байқалады. (20 см). Ал, Хеопске көрші 143,5 метрлік биік Хафр пирамидасы, келесі 65 метрлік Менкаур пирамидасы үшеуі биіктен қарағанда, батысқа қарай дәл өлшеммен шұбырта бағытталып салынған (4- сурет).

Қазір пирамидалардың орналасуына топографиялық картаға назар аударайық, 1994 жылы француз зерттеушілерімен алынған. Пирамидалардың құрылысшылары геологиялық жағдайдан келмегені анық. Шын мәнінде, олар барлық үш пирамидаларды солтүстік-шығысқа қарай оңтүстік-батысқа қарай диагональға орналастырды, себебі олар мәнжайларға мәжбүр болды.

Сурет 4 - Гиза қаласында үш пирамиданың арналасуы

Қарапайым құрал- саймандармен мұншама сұсты дүниелерді қалай салғаны туралы дәлелді болжамдар ғана айтылады. Әйтпесе, сырлы жұмбақтар сол алып тастармен бірге қаланып, уақыт қойнауына мәңгі жұтылып кеткенге ұқсайды. Пирамидаларды салмас бұрын оның тұратын орны тегістелген. Мінсіз тегістеу үшін құрылыс алаңына су жіберілген. Құрылыс алаңы дымқылданып, жібіген соң торкөз жыралар қазылған. Жыралардың тереңдігі бірдей болу үшін арнайы таяқтармен өлшеп теңестіріп отырған Су тартылған кезде жыраларда шамалы су қалдырылған. Осылайша судың көмегімен жібітілген тасты қыртыстарды түгел тегістеген.

Халық арасында: «Тіршілік уақыттан қорқады, уақыт пирамидадан қорқады», - деген қанатты сөз бар. Бұл пирамиданың мәңгілік ескерткіш етіп салынғанын, оның уақыт тезіне бой бермей, адамдарды аһ ұрғызып, сахараның күзетшісі, тарихтың куәгері ретінде тапжылмай тұра беретіндігін танытады. Бүгінде Мысыр пирамидалары көне заманның білімі мен технологиясының ескерткіші және олар өздерінің алып бейнелерімен біздерге-XXI-ғасыр құрылысшыларына: «Бізге қараңдар, естеріңе сақтаңдар, құрылысты біз сияқты салыңдар!» деп тұрғандай.

Әдебиеттер:

1.Бабанин В.П. Тайны великих пирамид. С-Пб.: Лань, 1999. – 510 с.
2. Турскова Т. Великие сооружения древнего мира. – М.:Рипол классик, 2002.– 416 с.
3. НЛО, журнал, №15, 2002

А.Траисбаева, Д. Гапуров

Геодезические работы в древних сооружениях

Аннотация. В статье привенды сведения об истории и тайнах Египетских пирамид-одному из семи чудес света. Сделан анализ результатам, полученных исследоватлями об основной идее строительств грандиозных сооружений, параметрах пирамид и условиям расположения их с геодезической точки зрениях, а также строительных материалах.

Ключевые слова: семь чудес света, Египетские пирамиды, размеры, теорема Пифагора, ориентирование, топографический план.

A. Traisbaeva, D. Gafurov

Geodetic works in ancient buildings

Abstract. The article preventi information about the history and secrets of the Egyptian pyramids one of the seven wonders of svetasvara. The analysis of the results obtained by issledovatelyami about the main idea of the construction

of Grand buildings, the settings of the pyramids and the terms of their arrangement from the geological point zrenija, and construction materials.

Key words: seven wonders of the world, Egyptian pyramids, dimensions, Pythagorean theorem, orientation, topographic plan.

УДК 528; 550.3; 551

В.Б. Туреханова
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы.
Научный руководитель – А.С.Раскалиев, PhD доктор
Институт Космической техники и технологий.
turekhanova_venera92@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТОВ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ ДАННЫХ GPS НИВЕЛИРОВАНИЯ С ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ КВАЗИГЕОИДА

Аннотация. *В данной статье проводится обзор применения вейвлетов второго поколения и связанные с ними схемы подъема, которые не требуют наличия регулярных интервалов данных, используются для объединения гравиметрических моделей квазигеоида и данных по GPS-нивелированию для областей Норвегии и Австралии, и результаты перекрестно проверены. Оценка означает, что точки определения уровня GPS-нивелирования, которые не используются при объединении, используются для оценки результатов, когда одна точка опускается и используется для проверки объединенной поверхности, которая повторяется для всех точек в наборе данных. Результаты, основанные на вейвлет-преобразовании, также сравниваются с результатами объединения по методу наименьших квадратов.*

Ключевые слова: *квазигеоид, геоид, GPS-нивелирование, вейвлеты второго поколения, геодезические высоты, метод наименьших квадратов.*

В геодезических исследованиях данные о GPS-нивелировании иногда являются не точными в сравнении с космическими исследованиями, а классическое вейвлет-преобразование связанное с теорией Фурье, которая не может быть применена к нерегулярным наборам данных без предварительного построения сетки наблюдений, поэтому, к этой проблеме неприменимым также является классическое вейвлет-преобразование. Считается, что связь гравиметрической модели квазигеоида по данным GPS-нивелирования с использованием вейвлетов второго поколения обеспечивает лучшее преобразование эллипсоидальных высот GPS в нормальные высоты.

Наряду с этим, вейвлеты второго поколения и связанные с ними схемы высот, которые не требуют получения регулярных интервалов данных, используются для объединения гравиметрических моделей квазигеоида и данных по GPS-нивелированию для областей Норвегии и Австралии, и сравнительные результаты проверены. Предварительная оценка означает, что определение точек по GPS-нивелированию используются для оценки результатов, для проверки объединенной поверхности, которая повторяется для всех точек в наборе данных. Результаты, основанные на вейвлет-преобразовании, также сравниваются с результатами вычисления по методу наименьших квадратов (МНК). Это сравнение показывает, что метод применения вейвлетов второго поколения можно использовать вместо МНК с аналогичными результатами, но предположение о стационарности для МНК не требуется в вейвлет-методе. В частности, нет необходимости (произвольно) учитывать отклонения данных перед применением метода вейвлет-преобразования, как в случае для МНК. Также показано, что метод вейвлет-преобразования лучше подходит для уменьшения

максимальной и минимальной разницы между объединенным геоидом и проверкой данных для определения уровня GPS-нивелирования [1-3].

Соотношение между геоидом (N), эллипсоидом (h) и ортометрическими высотами (H) выражается следующей формулой:

$$h-H-N=e \tag{1}$$

Аналогично, соотношение между квазигеоидом (ζ), эллипсоидом (h) и нормальными высотами (H*) выражается формулой:

$$h - H^* \zeta = e' \tag{2}$$

где h обычно получают путем GPS наблюдений, также H и H* получают с помощью геодезического нивелирования. Пренебрегая всеми не соответствиями, значения e и e′ должны быть равны нулю, но это бывает редко из-за различных погрешностей, таких как длинноволновые геоидальные или квазигеоидные ошибки, систематические ошибки в сетях выравнивания и геодезические ошибки, так утверждает Ekman. Таким образом, всегда существуют расхождения между гравиметрической (квази) геоидной моделью и высотами от GPS-нивелирования [4].

Поэтому использование гравиметрической квазигеоидной, геоидной модели для преобразования эллипсоидальных высот GPS в нормальные, ортометрические высоты не всегда дают точные результаты, совместимые с локальной вертикальной базой данных [5]. Чтобы улучшить это преобразование, гравиметрическая (квази) геоидальная модель может быть привязана к данным GPS нивелирования. Новая комбинированная поверхность (важная, которая уже не является классическим (квази) геоидом), может затем использоваться для более прямого преобразования высот.

В течение многих лет GPS-нивелирование использовалось почти исключительно для проверки гравиметрических геоидных моделей на суше, но по мере совершенствования методов расчета геоида часто данные имеют расхождение (т. е. отличные от нуля e и e′). Поэтому, многочисленные исследования были посвящены объединению гравиметрических квазигеоидных, геоидных и данных GPS-нивелирования, Heiskanen и Moritz, Sideris и другие, использовав тригонометрическую четырехпараметрическую поверхность для минимизации смещений данных и предельно длинноволновых различий между данными геоида и GPS-нивелирования.

В последнее время для этой цели использовались самые разнообразные параметрические и непараметрические поверхности более высокого порядка, такие как искусственные нейронные сети [6], интерполяция сплайнов, метод наименьших квадратов (МНК), , комбинированные корректировки наименьших квадратов и другие различные поверхности. Существует множество вариантов задания поверхности, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, описывая объединение гравиметрических квазигеоидных моделей и GPS-нивелирования с использованием вейвлетов второго поколения, значительно дополнены тематические исследования в Норвегии и Австралии.

В Австралии существует разность данных между AUS-Geoid98 и Австралийской базой высот]. В дополнение к вышеупомянутым факторам эти несоответствия в основном наблюдаются в направлении к северу-югу, которая главным образом обусловлена неучтенной топографией поверхности моря, полученных с 30 манометров, используемых в Австралийской базе данных [7].

В Норвегии гравиметрический квазигеоид OCTAS02, демонстрирует погрешность по сравнению с данными по GPS-нивелированию, более хорошую относительную точность по сравнению с его австралийским контрагентом. В Норвегии высоты относятся к норвежской

системе высот NN1954, которая основана на точном нивелировании, проведенном в 1916-1954 гг. и скорректированном в 1956 году, но система высоты остается неоднозначной.

Данные несоответствия необходимо приспосабливать в гравиметрические модели квазигеоида к GPS-нивелированию в качестве промежуточного определения высот GPS спутников до тех пор, пока не будут уточнены вертикальные базы данных AHD (1971) и NN1954 и соответствующие квазигеоидные модели.

В этом отношении вейвлеты являются очень мощным инструментом анализа числовых данных, которые широко используются в обработке изображений и сигналов для шумоподавления, фильтрации и сжатия сигналов. Преимуществом Вейвлетов по преобразованиям Фурье является их свойство пространственной локализации в частотной области, которая позволяет им обнаруживать как локальные, так и глобальные частоты. Вейвлеты использовались в нескольких геодезических исследованиях, которые демонстрируют некоторые преимущества перед традиционными методами спектрального анализа.

В общем, анализ вейвлетов основан на двух основных функциях: функция масштабирования φ(x) и вейвлет функция ψ (x). Классическая вейвлет-система содержит бесконечный набор переведенных и масштабированных версий φ (x) и ψ (x) согласно

$$\varphi_{jk}(x) = 2^{j/2}\varphi(2^j x - k) \qquad j,k \in Z$$
$$\psi_{jk}(x) = 2^{j/2}\psi(2^j x - k) \qquad j,k \in Z \tag{3}$$

Рассматривая функцию f(x) и материнский вейвлет ψ(x), f (x) можно выразить как линейную комбинацию базисных функций ψj,k (x) как:

$$f(x) = \sum_{j,k} a_{j,k}\psi_{j,k}(x) \tag{4}$$

В отличие от преобразования Фурье, которое локализовано только в (глобальной) частотной области, вейвлет-преобразование локализуется как в пространственной (или временной), так и в частотной областях. Это свойство представляет вейвлет-анализ как мощный инструмент для обработки сигналов, спектральный контент которых изменяется в пространстве (или времени). По существу, высокая частота влияет только на коэффициент ψ j,k, соответствующий местоположению в точке.

Однако классические вейвлеты основанные на теории Фурье, требуют регулярных интервальных выборочных данных, в то время наблюдения GPS-нивелирования не требует преобразования. Кроме того, вейвлеты концептуально превосходят метод наименьших квадратов поскольку они не требуют стационарности, которое не всегда выполняется в реальных наборах данных.

Классическое вейвлет-преобразование опирается на Фурье преобразование, поэтому не может применяться к нерегулярно распределённым наборам данных. Простейшим решением было бы сгенерировать данные и затем применить классическое вейвлет-преобразование.

Важно подчеркнуть, что точность полученных данных позволяет в настоящее время исследовать динамику геометрической фигуры Земли, геоида, квазигеоида как в глобальном масштабе, так и в пределах отдельных регионов.

Литературы:

1. Гравиметрия и геодезия. – М. : Научный мир, 2010. – 723 с.

2. Комплексные исследования по обоснованию путей создания, принципов построения, определению проектного облика космической системы глобального геодезического мониторинга / В.Е. Косенко [и др.] / Фундаментальное и прикладное координатно-временное

и навигационное обеспечение (КВНО–2013) : тезисы докладовПятой Всероссийской конф., Санкт-Петербург, 15–19 апр. 2013 г. – СПб. : ИПА РАН, 2013. – С. 15–17.

3. Antoniadis A (1999) Wavelets in statistics: a review (with discussion).J Italian Stat Soc 6:97–144

4. Featherstone WE (2000) Refinement of a gravimetric geoid using GPS and levelling data. J Surv Engg 126(2):27–56

5. FreedenW, Schneider F (1998) An integrated wavelet concept of physical geodesy. J Geod 72(5):259–281. DOI: 10.1007/s001900050166

6. Hu XG, Liu LT, Hinderer J, Sun HP (2005) Wavelet filter analysis of local atmospheric pressure effects on gravity variations. J Geod 79(8):447–459. DOI: 10.1007/s00190-005-0486-6

7. Iliffe JC, Ziebart M, Cross PA, Forsberg R, Strykowski G, Tscherning CC (2003) OGSM02: a new model for converting GPS-derived heights to local height datums in great Britain and Ireland. Surv Rev 37(290):276–293

В.Б. Туреханова

Квазигеоид гравиметриялық моделімен GPS нивелирлеу деректерін салыстыру үшін екінші буын вейвлеттерін қолдану

Аңдатпа. Бұл мақалада екінші буындағы вейвлеттердің қолданылуына шолу жүргізіліп және оларға байланысты биіктік анықтау схемалары, олар деректердің тұрақты интервалдарын қажет етпейтін, квазигеоид гравиметриялық модельдерін Норвегия мен Австралияның аймақтары үшін GPS-нивелирлеу бойынша деректерді біріктіру үшін нәтижелері айқас сыналған. Бағалау бір нүкте түсірілгенде және деректер жиынтығындағы барлық нүктелер үшін қайталанатын біріктірілген жазықтықты тексеру үшін пайдаланылғанда, GPS-нивелирлеу арқылы деңгейбетті анықтау нүктелерін нәтижелерді бағалау үшін пайдаланылатынын білдіреді. Вейвлет-түрлендіруге негізделген нәтижелер, сондай-ақ ең кіші квадраттар әдісі бойынша нәтижелерімен салыстырылуға шолу жасалды.

Түйін сөздер: квазигеоид, геоид, GPS-нивелирлеу, екінші буын вейвлеттері, геодезиялық биіктіктер, ең кіші квадраттар әдісі.

V.B.Turekhanova

Application of second generation wavelets for comparing GPS leveling data with a gravimetric quasigeoid model

Abstract. This article reviews the use of second generation wavelets and their associated lifting schemes, which do not require regular data intervals, are using to combine gravimetric quasi-geoid models and GPS leveling data for the regions of Norway and Australia, and the results are cross-checked. Evaluation means that GPS leveling points that are not used in the merge are used to evaluate the results, when one point is lowered and used to check the merged surface, which is repeated for all points in the data set. The results based on the wavelet transform are also compared with the results of the least squares combination.

Keywords: quasigeoid, geoid, GPS leveling, second generation wavelets, geodesic heights, least squares method.

УДК 528.486

Т.А.Турумбетов, Р.Т. Бексеитова
КазНУ им.аль-Фараби, г.Алматы
turar.kz_star@mail.ru

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPS ПРИЕМНИКОВ

Аннотация. *Традиционные технологии выполнения большинства топографо-геодезических работ характеризуются сложностью их организации и выполнения, полной зависимостью от погодных условий, времени дня и года. Достижение требуемой точности и мобильности геодезических работ при сейсморазведке связано с необходимостью разработки и внедрения новых технических средств и технологий геодезического обеспечения, в том числе для сложных физико-географических и климатических условий. К новым техническим средствам геодезического обеспечения сейсморазведочных работ*

можно отнести спутниковые GPS приемники. При этом достигается высокая эффективность производства геодезических работ.
Ключевые слова: *Сейсморазведка, GPS, геозезия, геодезическое обеспечение, геофизика.*

Сейсморазведка — геофизический метод изучения геологических объектов с помощью упругих колебаний — сейсмических волн. Последние годы характеризуются всё возрастающим применением объемной трехмерной 3D сейсморазведки, которые являются логичным развитием её линейной модификации. Переход на площадную и объемную сейсморазведку с пространственными системами наблюдений позволяют получить более полную надежную информацию об изучаемых объектах. Эти виды сейсморазведки применяется в основном, для разведки месторождения нефти и газа, и.д., детального изучения отдельных участков структур определения литологических и физических характеристик пород в условиях естественного залегания.

Несмотря на то, что объемная 3D сейсморазведка основывается на тех же физических принципах, что и двумерная, она существенно отличается технологией выполнения непосредственно полевых сейсмических работ, а следовательно технологией и требованиями к точности их геодезического обеспечения. Такие требования могут быть обеспечены применением новых технических (геодезических) средств и соответствующих эффективных технологий.

Традиционные технологии выполнения большинства топографо-геодезических работ характеризуются сложностью их организации и выполнения (особенно в труднодоступных и климатически сложных районах); полной зависимостью от погодных условий, времени дня и года; большим объемом полевых наблюдений и камеральных вычислений, большими затратами ручного труда высококвалифицированных специалистов; недостаточной для настоящего времени оперативностью и производительностью труда. Следствием являются высокая стоимость и большая продолжительность всего цикла традиционных геодезических работ.[1].

Достижение требуемой точности и мобильности геодезических работ при сейсморазведке связано с необходимостью разработки и внедрения новых технических средств и технологий геодезического обеспечения, в том числе для сложных физико-географических и климатических условий.

К новым техническим средствам геодезического обеспечения сейсморазведочных работ можно отнести спутниковые GPS приемники. (Рис. 1). При этом достигается высокая эффективность производства геодезических работ.

Рисунок 1 – GPS оборудование

GPS-приёмник — радиоприёмное устройство для определения географических координат текущего местоположения антенны приёмника, на основе данных о временных задержках прихода радиосигналов, излучаемых спутниками группы NAVSTAR.

Максимальная точность измерения составляет 3—5 м, а при наличии корректирующего сигнала от наземной станции — до 1 мм (обычно 5—10 мм) на 1 км расстояния между станциями (дифференциальный метод). Точность коммерческих GPS-навигаторов составляет от 150 метров (у старых моделей при плохой видимости спутников) до 3 метров (у новых моделей на открытом месте). Кроме того, при использовании систем SBAS и местных систем передачи поправок точность может быть повышена до 1—2 метров по горизонтали. До 1 мая 2000 года точность искусственно занижалась путем внесения в передаваемые спутником данные помех.

Классификация GPS-приёмников. Устройства, использующие в своей работе сигнал со спутников GPS, можно разделить на профессиональные, обладающие высокой точностью определения местоположения и бытовые. Первые в основном используются в военных целях, для геодезии и картографии, а вторые получили широкое применение в различных сферах современной жизни.

Профессиональное GPS оборудование отличается качеством изготовления компонентов (особенно антенн), используемым программным обеспечением (ПО), поддерживаемыми режимами работы (например RTK, binary data output), рабочими частотами (L1 + L2), алгоритмами подавления интерференционных зависимостей, солнечной активности (влияние ионосферы), поддерживаемыми системами навигации (например NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou), увеличенным запасом электропитания и разумеется, ценой.[4].

Применение профессиональное GPS оборудование открывает широкие возможности решения задач геодезического обеспечения сейсморазведки на качественно новом уровне. Быстрое развитие сетей сгущения геодезической основы, вынос профилей с высокой точностью на местность, автоматизация измерений и обработки данных, возможность производства работ в сложных физико- географических и климатических условиях - основные преимущества новых технологий на базе новейших технических средств.

Работы по геодезическому обеспечению геофизических исследований выполняются в несколько этапов:

- создание опорной геодезической сети;
- проложение профилей и разбивка пикетажа вдоль них;
- определение координат и высот съемочных точек.

При создании опорной геодезической сети, проложений профилей и разбивке пикетажа вдоль них и определение координаты съемочных точек используются спутниковые GPS приемники.[2].

Вполне понятно, что использование спутниковых GPS приемников существенно снижает производительность труда. Особенно это заметно сказывается для тех условий, когда расстояния между определяемыми точками более 50 м, а для передвижения между ними возможно использовать автотранспорт или снегоходы (например при проложении региональных профилей).

Дополнительно в этих приборах еще есть и такие функции:

- измерение расстояния, пройденного транспортным средством;
- съем информации со спутниковых приемников и се регистрация;
- привязка объектов (съемочных точек) по профилю, ввод исходных данных и характеристик различных объектов;
- обмен данных с персональным компьютером (передача информации в ПК).

Таким образом использование простейших GPS — приемников обеспечивает решение многих актуальных задач при геодезическом обеспечении геофизических съемок. Контроллер в качестве специального компьютера может быть использован для решения нескольких от 2 до 5 конкретных задач в зависимости от их сложности.

Литературы:

1. И.А.Бунцев. Технология геодезического обеспечения сейсморазведочных работ в залесенной местности. – Новосибирск – 2006 г.,

2. Глаголев, В.А. Прикладные элементы технологии геофизических съемок, использующих системы спутниковой навигации [Текст] / В.А. Глаголев. — СПб.: Деп. ВИРГ-Рудгеофизика, 1999. — 10 с.

3. Прихода, А.Г. Геодезическое обеспечение гслого-гсофизических работ с использованием глобальных сиутпиковЕлх систем [Текст]: метод, рекомендации/А.Г. Прихода, Г.И. Мальцев, И.А. Бупцев и др.—Повосибирск:СПИИГГиМС, 2000. — 158 с.

4. Интернет материялы:

Т.А.Турумбетов, Р.Т. Бексеитова

GPS қабылдағыштарды пайдалана отырып, сейсмобарлау жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз ету

Аңдатпа. Көптеген топография-геодезиялық жұмыстарды орындаудың дәстүрлі технологиялары оларды ұйымдастыру мен орындаудың күрделілігімен, ауа райы жағдайына, күн мен жыл уақытына толық тәуелді болуымен сипатталады. Сейсмобарлау кезінде геодезиялық жұмыстардың талап етілетін дәлдігі мен ұтқырлығына қол жеткізу геодезиялық қамтамасыз етудің жаңа техникалық құралдары мен технологияларын әзірлеу және енгізу қажеттілігіне, оның ішінде күрделі физикалық-географиялық және климаттық жағдайларға байланысты. Сейсмикалық барлау жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз етудің жаңа техникалық құралдарына жерсеріктік GPS қабылдағыштарды жатқызуға болады. Бұл ретте геодезиялық жұмыстар өндірісінің жоғары тиімділігіне қол жеткізіледі.

Түйін сөздер: сейсмобарлау, GPS, геодезия, геодезиялық қамтамасыз ету, геофизика.

T.A.Turumbetov, R.T. Bekseitova

Geodetic support of seismic surveys using GPS receivers

Abstract. The traditional technology of performance of the majority of topographic-geodetic works are characterized by the complexity of their organization and execution, complete dependence on weather conditions, time of day and year. Achieving the required accuracy and mobility of surveying for seismic exploration due to the necessity of development and introduction of new technical means and technologies of geodetic support, including for complex physical-geographical and climatic conditions. New technical means of geodetic support of seismic surveys include GPS satellite receivers. This is a high production efficiency of surveying.

Key words: Seismic, GPS, geodesy, geophysical software, geophysics.

ӘОЖ 622.271

Ғ. Тұрсынбек, М.Б.Нұрпейісова

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Казахстан, г. Алматы. tursunbek@mail.ru

ЖАРТАС КАРЬЕРІНДЕГІ МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАРДА ЭЛЕКТРОНДЫ ТАХЕОМЕТРЛЕРДІ ҚОЛДАНУ

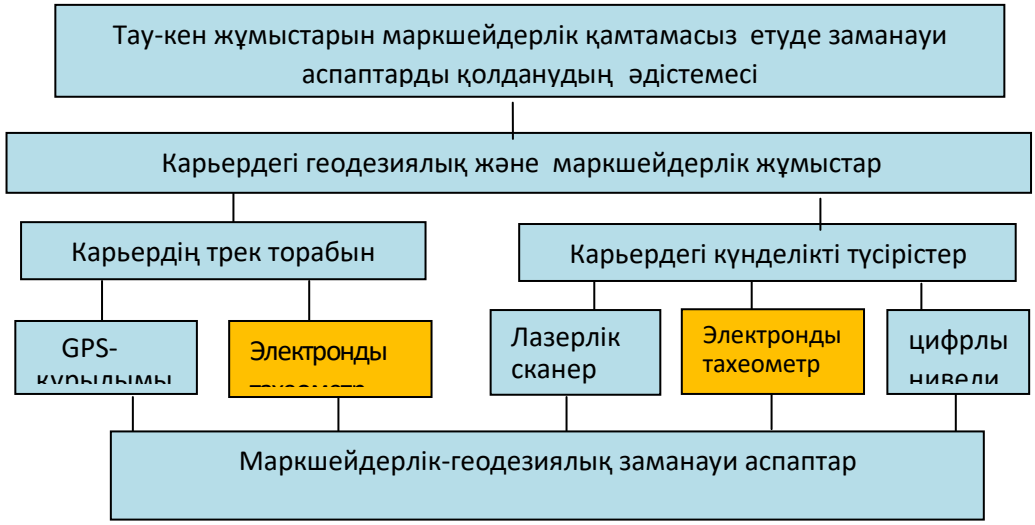
Аңдатпа*. Мақала карьердегі маркшейдерлік жұмыстарды дағдылы маркшейдерлік техникалық апаптармен қатар заманауи аспаптарды қолданып жүргізуге арналған. Заманауи астаптардың ішінде Leica Geosystems, Trimble фирмаларынының тэлектрондық тахеометрлерін қолдану қарастырылған.*

Түйін сөздер: *карьер, маркшейдерлік аспаптар, тахеометриялық түсіріс, электрондық тахеометр.*

Жартас карьері жағдайындағы тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуді зерделей келе оларды жүргізуге дәлдігі жоғары және көп уақыт алмайтын осы күнгі аспатарды қолдану әдістемесін жасау қарастырылып отыр. Өйткені тау-кен жұмыстарын жүргізудің дәлдігіне өте қатал талаптар қойылады. Бұл, өз кезегінде, осы күнгі аспаптарды қолданудың, маркшейдерлік түсірістердің әдістемесін жасауды талап етеді. Демек, бұл ғылыми жұмыстың пайдалы қорды игеруде тау-кен жұмыстарын жоғары дәрежеде

маркшейдерлік қамтамасыз ететін ғылыми-техникалық маңызды мәселеге арналғандығының айқын дәлелі.

Сондықтан да, заманауи маркшейдерлік аспаптар мен бағдарламалық өнімдерді өндіріске енгізу арқылы маркшейдерлік түсірістердің дәлдіктерін көтеруді қамтамасыз ету және оларды жүргізудің қауіпсіздігін жоғарылату үшін осы күнгі аспаптарды қолданудың әдістемесін жетілдіруді ұсынып отырмыз. Бұл әдістеме өз кезегінде жерсеріктік навигациялық жүйелері (GPS), электронды аспаптарды қолдануға негізделген. Ұсынылып отырған тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету әдістемесінің блок-схемасы 1.-суретте елтірілген.



Сурет 1 - Тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуді заманауи аспаптармен жүргізудің блоқ-схемасы

Қазіргі заманауи аспаптарды қолдану қарапайым аспаптарға қарағанда жұмысты қысқа мерзімде, жоғары дәлдікпен орындауды қамтамасыз етеді. Қарапайым оптикалық аспаптарды қолданғанда уақыт көп жұмсалынады және де лазерлік сканерлерді пайдалану, жерасты қазбаларындағы маркшейдерлік және үңгілеу жұмыстарын жүргізген кезде бірсыпыра артықшылыққа ие болып отыр.

Заманауи аспаптардың ішіндегі GPS- құрылымдары қол жетімсіз, қиын да алыс орналасқан аймақтарда, мемлекеттік геодезиялық тораптарды және үлкен карьерлерде тірек жүйелерін жиілетуде маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды атқара алудың жалғыз ғана оңтайлы әдісі болып табылады. Ал, Жартас карьері шағын, сондықтан ол жерде электронды тахеометр пайдаланған өте қолайлы

Электронды тахеометр – карьерлерде горизонталь бұрышты, горизонталь ара қашықтықты және өзара биіктікті өлшеуге арналған топографиялық электрондық – оптикалық аспап. Электронды тахеометр құрылымында кодтық теодолит пен шағын жарық қашықтық өлшеуіш біріктірілген. Көздеу нысанасы ретінде шағын габаритті призмалық шағылдырғышы бар арнайы қада қолданылады. Өлшеу процесі автоматтандырылған. Ара қашықтықты, горизонталь және вертикаль бағыттарды өлшеу нәтижелері, электрондық цифрлы таблода көрініп, бір мезгілде ақпаратты жинағышта тіркелуі мүмкін.

Тіркеудің мәні – далалық өлшеу аспабының мамандандырылған элекрондық есептеу машинасымен қосылуында. Ол дала өлшеулерінің мәліметтері бойынша, автоматты түрде жергілікті жердің түсіру жоспарын сызады. Электронды тахеометр арқылы өзара биіктікті анықтаудың, көлбеу қашықтықты горизонталь жазықтыққа келтірудің автоматты түрде атқарылуы, сондай-ақ жарықтың ауада таралуын жылдамдығы үшін түзетудің автоматты түрде есепке алынуы мүмкін. Тахеометр жинағына шағылдырғыштар, штативтер, батарея, зарядтау құрылғысы, аспапты жөндеу және күту жабдықтары кіреді. Оның түнде жұмыс

істеуге арналған жабдығы бар. Ол цифрлық таблоға берілетін жедел ақпарат пен және жадтағы жинағышқа шығарылуына мүмкіндік бар.

Қазіргі таңда заманауй электронды тахеометрлердің қолдану *саласына, дәлдігіне және орындалатын функциясына* байланысты үш топқа бөлуге болады, олар:

- жәй электронды тахеометр;
- орташа класты электронды тахеометрлер;
- роботталған тахеометрлер.

*Жәй электронды тахеомет*р – бұл аспап дәстүрлі геодезиялық өлшеулерді (арақашықтық, биікайырым) орындауға арналған аспаптар. Деректерді ішкі жадыға немесе қосымша жадыға жазады. Мұндай аспаптардың бұрыштық қателігі 5″-6″, ал арақашықтықтікі 3-5мм құрайды.

Екінші типті электронды тахеомтерлерге орташа класты аспаптар жатады (Leica, Nikon, Trimble). Олар карьердегі геодезиялық тораптарды дамыту, жобадан жергілікті жерге көшіру өлшеулері, тура және кері геодезиялық қиылыстыру есептерін шешуде қолданылады, бұрыштық дәлдігі 1″-тан 5″- аралығында.

Тахеометрлердің үшінші типіне роботталған тахеомтерлерді жатқызуға болады. Бұл аспаптар арнайы шағылдырғыштарға өздігімен бағытталып өлшеулер жүргізеді, яғни бір адам ғана жұмыс істейді. Мұндай өлшеулер жұмыс өнімділігін 80%-ға арттырады.

Тахеометриялық түсірісті орындауға ең қолайлы болып Leica TS15P электронды тахеометрі (2-сурет) саналады, бұл тахеометрдің таңдалуы төменде көрсетілген техникалық көрсеткіштеріне негізделген.

Leica TS15P тахеометрі түсіру және бөлу жұмыстарын роботталған режимде орындауға арналған. Мұнда жұмысты орындаушы орнатылған радиосы бар Leica Viva CS далалық контроллер қолдана отырып тахеометрді қашықтықтан басқарады. Контроллер шағылыстырғышпен таяқшада орналастырылады. Тахеометр соның бағытына бұрылып отырады, соның нәтижесінде нәтижесінде барлық жұмысты жалғыз адам жүргізеді.

Түсірудің пландық-биіктік негізі, түсірудің екі түрі де үшін, толықтырылып пландық-биіктік торлары негізінде трилатерация және геометриялық нивелирлеу әдістерімен құрастырылады.

Жалпыланған технологиялық схеманы тахеометриялық түсіріс арқылы орындағанда құрамына кіретіндер:

-графикалық абристі жүргізу

-түсірістіорындау

-камералдық жұмыстар

Карьер беткейлеріндегі тау жыныстары массивінің деформациялары жайлы сенімді мәліметті тікелей электронды тахеометр арқыла алуға болады. Карьер беткейлерінің орнықтылығын бақылауда Leica Geosistems фирмасының роботталған TCA1202 электронды тахеометрін қолданған өте тиімді. TCA1202 электронды тахеометрі өлшеу жұмыстарын автоматты түрде жүргізуге және аспаптың шағылдырғыш призмасына көздеу қателігін жоюға мүмкіндік береді (сурет 3).

Роботталган бұл тахеометрлер күрделі жумыстарды орындау және автоматты түрде есептеу багдарламаларымен камтылган. Өлшеу дәлдігін арнайы блоктар немесе компенсатор модульдары анықтайды. Дәлдік тура- лы айтатын болсак, онда бурыштык елшеулер талап бойынша 1"-пен шектеледі.

Жартас карьерінде қолданбаса да, қазіргі заманға сай, маркшейдерлік-геордезиялық аспатарды жылдан-жылға жаңартып жасап келе жатқан американдық Trimble және жапондық *Nikon, Topcon* фирмаларының электронды тахеомерлерін атап өтуге болады.

Американыдық Trimble электронды тахеометрі лазерлі көрсеткішпен қамтамасыз етілген. Сәулесіз қашықтық өлшеуіштер жұмысты жеңілдетіп, қарапайым қашықтық өлшеуіштің көмегімен түсіру мүмкіндігі болмаған жағдайларды, күрделі нысандарды

түсіруге көмек береді. Сонымен қатар, *3600 сериясының «High-End Total Station»* Trimble 3603 / 3605 *тахеометрлері* теменгі температурада пайдалануға мумкіншілік береді (-35°С-тан +50°С- дейін).

Сурет 2 - Leica TS15P электронды тахеометрі

Сурет 3 - Карьер беткейінің жағдайын роботталған ТСА1202 электронды тахеометрімен қадағалау

Жапонияның TOPCON корпорациясы - *бүкіл* элемге танымал *оптикалық-электронды* аспаптарды жасаушы фирма. Кептеген жылдар бойы *TOPCON корпорациясы* аспаптар саласына айрыкша жаңалыктар енгізді, казіргі таңда барлык әлемде жоғарғы сапалы геодезиялык аспаптардың стандартына ие болып отыр.

Жапондык *Nikon ДТМ 333/352 – NPL 602/652* серияларының тахеометрлері тахеометр геодезиялық және инженерлік жұмыстарды атқаруға лайықталып жасалған, салмағы жеңіл, сенімді, ыңғайлы және естеу қабілеті мен жұмыс өнімділігі жоғары. Nikon электронды тахеометрлерii екі жағынан да толық функциялы әріптік сандық батырмалармен қамтамасыз етілген (4,ә-сурет).

а *ә*

Сурет 4 - а) Trimble фирмасының 3600 сериялы тахеометрлері
ә) Nikon фирмасының тахеометрлері

Қорытынды. Казіргі замангы электронды тахеометрлер тек техникалық және конструкциялық сипатамаларымен гана, ол әр турлі салада колданылуымен ерекшеленеді. Сондыктан тахеометрлерді арнайы бір тапсырманы шешуге байланысты талдауга болады.

Бул кезде оның дәллдігі мен өлшеу кашьқтыгы ереше роль аткарады. Мысалы, көптеген далалық жумыстарда жай механикалық тахеометрлер колданылады. Ал кейбір күрделі жағайларда, мәселен мұнай құбырлары магистральдарын жургізу кезінде жарык шагылыстыратын құрылғыны автоматты турде іздеп табатын роботтандырылған тахеометрлер қолданған өте тиімді.

Әдебиеттер:

1. Электронные тахеометры. Обзорная информация,М.,ЦНИГА и К. 2000. 41с.
2. Нұрпейісова М.Б. Марпкшейдерлік іс (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2016.- 240 б.
3. Нұрпейісова М.Б. Ғарыштық геодезия (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2012.- 240 б.
4. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық және маркшейдерлік аспаптар (оқулық). Астана: Фолиант, 2013.- 192 б.

Г. Турсынбек, М.Б.Нурпеисова

Применение электронных тахеометров при маркшейдерских работах на карьере Жартас

Аннотация. В статье рассмотрены применение электронных тахеометров при проведении маркшейдерских работ на карьерах. Приведены результаты маркшейдерских работ, проведенные на карьере Жартас.

Клюевые слова: карьер, маркшейдерские работы, электронные тахеоемтры, измерения.

G. Tursynbek, M.B.Nurpeisova

The use of electronic total stations with surveying jobs on the career Zhartas

Abstract. The article discusses the use of electronic tacheometers when carrying out surveying work in quarries. The results of surveying work carried out at the Zhartas quarry are given.

Key words: quarry, surveying work, electronic tachoemeter, measurement.

УДК 528

А.Б.Умирбаева[1], М.Б.Нурпеисова[1], Ж.Т.Омиржанова[2]
[1] Satbayev University, [2]МОК, Казахстан, г. Алматы
a_umirbayeva@mail.ru

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАРГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. *Проанализированы данные космического мониторинга териитории Семипалатанского испытательного полигона(СИП), подверженной повышенному риску экологической дестабилизации. Для своевременного выявления дальнейших изменений, оценки темпов и площадей деградации природной среды, предупреждения негативных процессов и стабилизации ситуации проведен комплексный мониторинг территории СИП.*

Ключевые слова: *испытательный полигон, загрязнение территории, космический мониторинг, геоинформационные системы, анализ результатов, температурная анамалия.*

Введение. Семипалатинский испытательный полигон до сих пор является объектом особого внимания населения Казахстана и ученых и, практически, единственным полигоном, который открыт для научных исследований. В сентябре 2016 года в Казахстане прошла VII международная научно-практическая конференция «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и перспективы развития», посвященная 25 летию со дня подписания Указа Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаева о закрытии СИП. С

этим знаменательным событием связана история создания Национального ядерного центра (НЯЦ) РК.

Специалистами из 16 стран мира были рассмотрены вопросы радиоэкологического состояния различных радиационно-опасных объектов, включая места проведения ядерных испытаний и аварий, актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности в промышленности. Участникам конференции была предоставлена возможность соприкоснуться с историей деятельности на СИП, посетив экспериментальные комплексы НЯЦ РК, площадку Опытное поле, музей НЯЦ РК и Семипалатинского испытательного полигона и другие объекты.

Основное содержание. Семипалатинский испытательный ядерный полигон (СИЯП) расположен на пересечении трех областей Казахстана: Павлодарской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской и занимает площадь 18 тыс. кв.км. За время функционирования СИП (1949-1989 гг) на его территории было проведено 456 ядерных испытаний, в том числе 86- воздушных, 340- подземных и 30-контактных. В результате ядерного взрыва в 1965 году более 10 млн.тонн грунта выбросила на километровую высоту и образовалась воронка диаметром 430 и глубиной 100 метров. В результате испытаний территория полигона была покрыта остатками радиоактивного распада(радионуклидами) [1-2].

В указанный период проведения подземных ядерных взрывов (ПЯВ) на участке Балапан испытания проведены в 105 «боевых» скважинах, а на участке Сары-Узень было проведено 24 испытания в «боевых» скважинах (рисунок 1). Взрывы в мирных целях проводились с целью разработки технологии создания искусственных водоемов и подземных резервуаров для засушливых районов страны, а также каналов для переброски вод северных рек в южные районы, тушения факелов горящих газов и фонтанов нефти, сейсмического зондирования земной коры при поиске полезных ископаемых.

После закрытия полигона прекратилась охрана его границ. Это привело к свободному доступу населения практически на всю территорию полигона, которую начали использовать для хозяйственной деятельности, в том числе и несанкционированной на радиационно-опасных участках (в основном выпас скота и заготовка кормов).

Изучению территории бывшего СИП посвящено много научно- исследовательских работ. Но они не были поставлены на единую информационную основу, которая позволила бы перейти от научных исследований к решению практических задач.

Наиболее эффективно в этом случае создание геоинформационной системы (ГИС), позволяющей не только сохранить имеющиеся данные и обеспечить к ним легкий доступ, но и провести моделирование, результаты которого можно совместить с географическими и космическими снимками исследуемого региона.

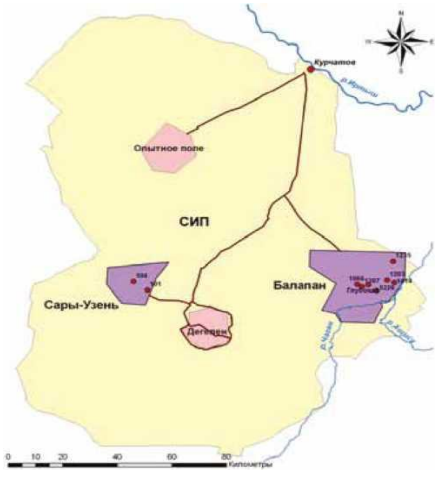


Рисунок 1 - Схема расположения основных испытательных площадок

В процессе обработки космических снимков был получен ряд интересных результатов, в том числе обнаружение температурных аномалий в районе СИЯП, которое имело достаточно большой резонанс как внутри страны, так и за рубежом [2]. Методы восстановления температуры поверхности по данным ДЗЗ основаны на выделении из общего регистрируемого сигнала части, соответствующей излучению поверхности (с учетом поглощения и излучения атмосферы).

Территория СИЯП были изучены 1998- 2008гг различными искусственными спутниками Земли (ИСЗ), но в те годы данные ДЗЗ были не доступны. В настоящее время в процессе обработки космических снимков был получен ряд интересных результатов, в том числе обнаружение температурных аномалий в районе СИЯП, т.е. были выявлены безснежные участки в зимний период(рис.2) и без растительного покрова в летнее время.

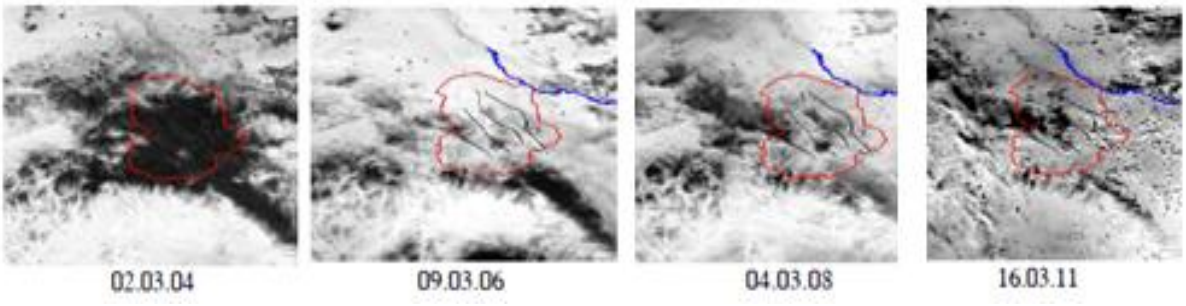
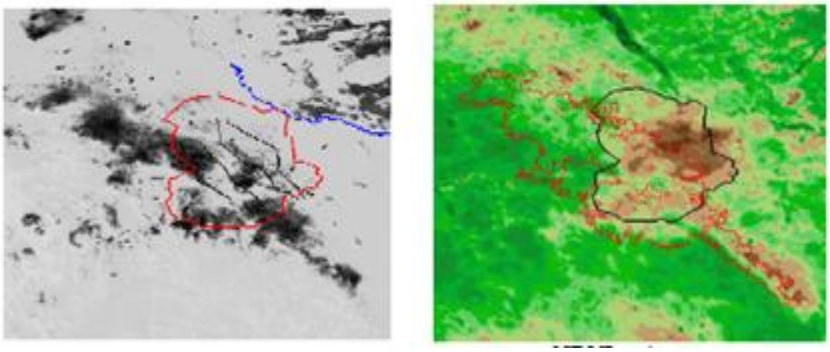


Рисунок 2- Многолетняя динамика снежной аномалии в районе СИП, полученная в видимом диапазоне по данным спутников NOAA

Обратите внимание на сходство конфигурации бесснежных зон в зимний период с участками без растительного покрова летом(рис.3).



Карта снежного покрова 15.01.14г. Карта растительности за 1 декаду июня 2014 г.

Рисунок 3 - Состояние растительности в районе СИП

Изложенные факты могли быть вызваны случайным сочетанием погодных условий или локальными особенностями местности (рельеф, гидротермальный режим и т.п.), способствующими денудации снежного покрова и, как следствие, более интенсивному прогреву оголенных участков земли солнечными лучами.

С другой стороны, повышение температуры могло быть следствием активизации тектонических процессов, вызванных многочисленными ядерными взрывами. Дело в том, что через территорию полигона проходит несколько глубинных разломов. Известно, что в результате подземных взрывов происходят кардинальные изменения в состоянии геологической среды и гидрогеологических условий. Энергия подземных взрывов в виде сейсмических колебаний вызывает разрушения в толще вмещающих горных пород. Радиус зоны воздействия может достигать нескольких километров. Кроме того, есть основания

предполагать, что в результате подземных ядерных взрывов существенно возросла водопроводимость зоны экзогенной трещиноватости скальных пород, которая гидравлически тесно связана со структурой тектонических разломов, распространяющейся на большие глубины[3].

На рисунке 4 показан вертикальный разрез одного из участков подземной штолни, где ядерное сооружение расположено в последнем боксе.

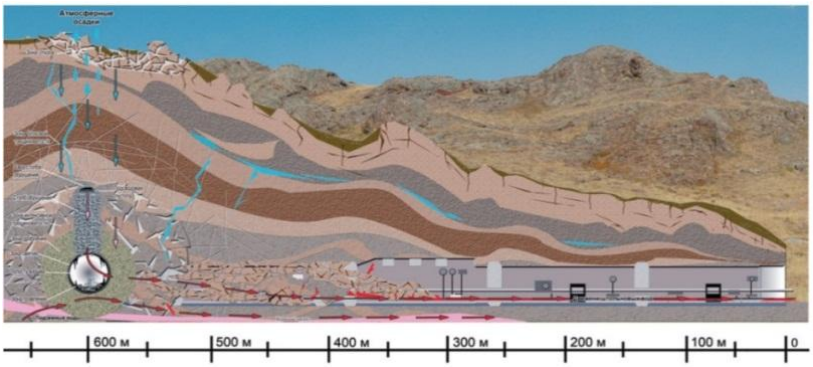


Рисунок 4 - Расположение ядерного сооружения в районе СИП

По данным экологов 2011 года 95% территории полигона не доступно для сельского хозяйства. Хорошо известно, что наиболее опасным из них и долгосрочным выживанием является плутоний. Например, для полного распада «Плутоний-240» требуется около 6500 лет. В настоящее время ведутся комплексные радиоэкологические исследования территории полигона. Объектами исследований является природная среда: почвенно-растительный покров, водная и воздушная среды, животный мир. В результате такого мониоринга, будут составлены экологические карты территории СИП [4].

В юго-восточной части Семипалатинского полигона было проведено два подземных ядерных испытания с выбросом грунта: одиночный взрыв "Телькем-1" (21.10.1968 г.) и групповой (из трех линейно расположенных зарядов) - "Телькем-2" (12.11.1968 г.). Образованная групповым взрывом воронка заполнилась водой (рис.5,*а* и б). Атомное озеро образовалось в результате экскавационного термоядерного взрыва мощностью 140 килотонн(рис.5, *в)*. После взрыва появилась воронка диаметром 400 м и глубиной больше 100 м. Радиационное загрязнение земли вокруг этого озера составило порядка 3-4 км. Вот такое ядерное наследство СИП.

Для выяснения радиационной обстановки и с целью инвентаризации радиационно-опасных объектов на технической площадке -1 была проведена гамма-съемка с помощью дозиметра-радиометра Radiagem 2000.

а *б* *в*

Рисунок 5 - *а*) Телькем-2 и *б*) его трехмерная модель с участком радиоактивного загрязнения; *в*) Атомное озеро

В результате анализа материалов проведенных исследований была получена информация о современном состоянии компонентов экосистемы территории площадки Балапан. Установлено, что радиоактивное загрязнение техногенными радионуклидами почвогрунтов, донных отложений территории, приурочено к воронкам «Атомного озера» и «Телкем». Общая площадь загрязнения ограничена 10-12 км от гребня воронок.

Нет сомнений, что в недрах земли, в которых производились испытания в штольнях и скважинах, содержится большое количество радиоактивных продуктов, в том числе долгоживущих. Такие места, которые хозяйственному освоению не подлежат, еще длительное время нужно охранять, исключая доступ туда людей.

Исходя из имеющихся данных о сложившейся на территории полигона радиационной обстановке, правительством был разработан план поэтапного обследования СИП до 2021 года, целью которого является кардинальное решение проблем бывшего СИП к 30-летию Независимости РК[5].

Выводы. В рамках выполнения мероприятия «Обеспечение безопасности территории бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона» начаты работы по определению и согласованию границ бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона, а в целях выявления несанкционированной хозяйственной деятельности на территории бывшего полигона в республиканском государственном предприятии «НЯЦ РК создана Служба мониторинга хозяйственной деятельности, состоящая из мобильных групп патрулирования.

Литературы:

1. Труды междун. научной конференции «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие, иперспективы развития», г. Курчатов.НЯЦ РК, 2012. – 150 с.

2. Космические исследования в Казахстане/Под общей редакцией У.М.Султангазина.- Алматы: Институт космических исследований, 2002.-488 с.

3. Нурпеисова М.Б., Умирбаева А.Б**,. К**омплексный мониторинг Семипалатинского испытательного ядерного полигона Труды международной конференции –Ташкен:2018 ТашГТУ, 2018. С.63-74.

4.Нурпеисова М.Б., Умирбаева А., Бекбасаров Ш. ГИС и космический мониторинг территории семипалатинского испытательного полигона //Труды международной научной конференции «Сатпаевские чтения».- Алматы: КазНИТУ, 2018.- С.125-130.

5 Постановление РК по комплексному решению проблем Семипалатинской зоны экологического бедствия до 2020 года в соответствии с разработанным планом поэтапного обследования СИЯП до 2021года.- Астана от 29 сентября 2017 года № 602.

А.Б.Умирбаева, М.Б.Нурпеисова, Ж.Т.Омиржанова

Аумақтың ластану салдарын радиациялық қауіпсіздік тұрғысынан бағалау

Аңдатпа. Жоғары экологиялық қауіпке ұшыраған Семей сынақ полигоны аумағын ғарыштық мониторингтеудің мәліметтері сараланған. Аумақтың әрі қарайғы өзгерістерін дер кезінде айқындау, табиғи ортаның ауданының бұзылу деңгейін бағалау, жағымсыз процестердің алдын алу және жағдайды тұрақтандыру үшін ССП аумағында кешенді мониторингш жүргізілген.

Түйін сөздер: сынақ полигоны, аумақтың ластануы, ғарыштық мониторинг, геоақпараттық жүйе, нәтижелерді талдау, температуралық ауытқушылық.

A. Umirbaeva, M. B. Nurpeisova, J. T. Omirzhanova

Assessment of the impact of zagryazneniya *site* from the point of view of radiation safety

Abstract. The data of space monitoring of the territory of the Semipalatinsk test site(SIP) exposed to the increased risk of ecological destabilization are analyzed. For timely detection of further changes, assessment of rates and areas of environmental degradation, prevention of negative processes and stabilization of the situation, a comprehensive monitoring of the Semipalatinsk test site.

Key words: test site, contamination of territory, space monitoring, geoinformation systems, analysis of results, temperature anamalia.

УДК 528.

А.С. Уразалиев
Научный руководитель - Г.М. Кыргизбаева, канд. техн. наук, ассистент профессора
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
aset_urazaliev@mail.ru

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАНОВЫХ КООРДИНАТ В МЕСТНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ ГОРОДА АЛМАТЫ

Аннотация. *В статье освещены вопросы по расчету параметров перехода от системы координат WGS84 к местной системе координат (МСК) города Алматы. Предложенный алгоритм расчета параметров перехода в местную систему координат, выполнен на реальной модели сети города Алматы, с применением современных спутниковых технологии и специальных программ для обработки данных. Полученный ключ перехода позволит выполнять пересчет координат с допустимой точностью из UTM в местную систему координат или наоборот. Переход от UTM к WGS84 не составляет труда, так как система координат UTM спроецирована на эллипсоиде WGS84, что влечет минимальные искажения. В свою очередъ, отвечающая современным требованиям точности городская геодезическая сеть позволит исключить противоречия между точностью выполняемых измерений и точностью существующей в городе геодезической основы.*

Ключевые слова: *местная система координат, ключ перехода, пункты триангуляции, спутниковые технологии, параметры перехода*

Введение. Городские геодезические сети являются физической реализацией местной системы координат на территории города. Значение этих сетей трудно переоценить. На их основе выполняются топографические съемки и обновления планов города всех масштабов; проводятся топографо-геодезические изыскания, инженерно-геодезическая подготовка объектов строительства; решаются задачи землеустройства, межевания, инвентаризации земель; геодезического изучения локальных геодинамических природных и техногенных явлений на территории города.

Для решения перечисленных задач принятая система координат должна оставаться стабильной, плоской и прямоугольной.

Алматинская городская геодезическая сеть построена на территории города Алматы и его близлежащих окрестностях. Единое координатное пространство города создано сетью геодезических пунктов в системе координат СК–42, СК – 63 и местной городской системе координат. Создание первых высокоточных сетей относится еще к 1937 году.

Местная система координат города создана на основе сети Гипрогора, в 3^0 зоне на эллипсоиде Бесселя. За начальный осевой меридиан местной городской системы координат принят меридиан, проходящий через купол церкви в парке имени 28 Панфиловцев. За высоту уровня относимости принято значение среднего уровня города.

Современная городская геодезическая сеть не в полной мере отвечает своему назначению – быть носителем единой системы координат на территории города. Это связано с требованием увеличения точности измерений, с утратой части геодезических пунктов, с созданием независимых геодезических сетей, базирующихся на различных, слабо согласованных друг с другом координатных системах. Появление в различных организациях города современных высокоточных геодезических приборов (спутниковые приемники, электронные тахеометры и т.п.) приводит к противоречиям между точностью выполняемых измерений и точностью существующей в городе геодезической основы.

Параметры образования местной Алматинской системы координат заданы не очень корректно. Это существенно влияет на точность трансформации координат. Тем более, что в геодезическом производстве стало массовым применение спутниковых технологий, использующих GPS и систему координат WGS-84. Поэтому проблемы координатных преобразований были, есть и будут актуальными.

Исследования. Чтобы GPS/GNSS приемник работал в местной системе координат города Алматы, в приемнике нужно указать эту систему координат или задать вручную набор специальных параметров – ключ перехода, описывающих как эта система соотносится к WGS84, в которой работает система GPS.

Определение параметров перехода на местности выполняется путем спаривания точек GNSS и опорных точек на референц-эллипсоиде. При поиске ключа местной системы координат очень важно найти прямой переход от системы координат WGS84 к местной системе координат.

Современную геодезическую основу города целесообразно создавать с использованием спутниковой технологии в местной системе координат, установленной строго относительно Государственной геодезической системы координат. Для определения искажений плановых координат городской системы были выполнены статические измерения на существующих пунктах геодезической сети охватывающих всю территорию города Алматы.

Общий вид сети представлен на рисунке 1.

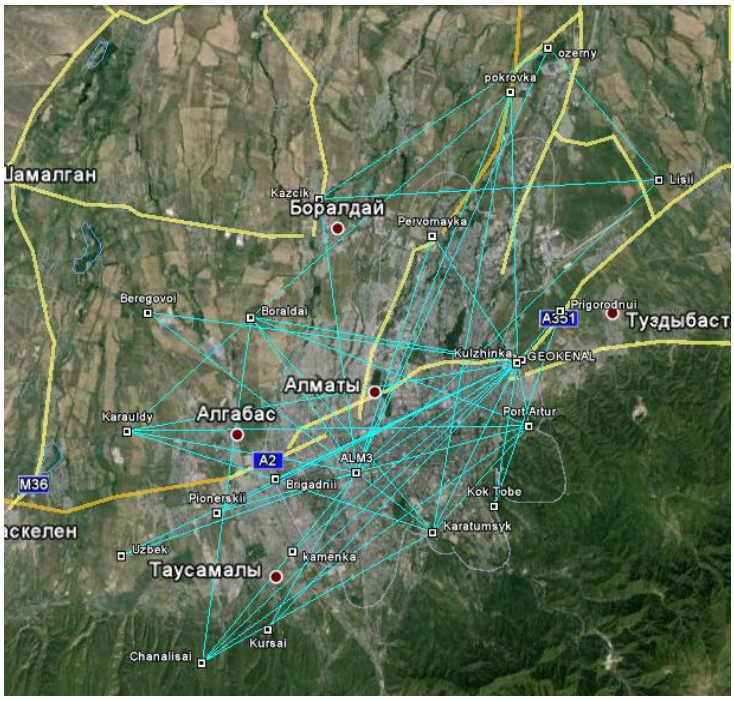


Рисунок 1 - Схема спутниковых наблюдений на пунктах местной сети города Алматы

Измерения выполнялись спутниковыми приемниками Trimble R8. Для обработки данных использовались такие программные обеспечения, как Trimble Business Center и Кредо Транскор.

Перед обработкой базовых линий, была выполнена привязка сети к системе координат СК-42 относительно стационарных базовых станций компаний ТОО "Геокурс" – ALM3 и ТОО "Геокен" – GEOKENAL. Данные базовых станций ALM3 и GEOKENAL по своему объему перекрывали данные со станций наблюдений и являлись жестким базисом для последующей обработки сети.

После привязки базовых станций была выполнена обработка базовых векторов по результатам которой, наибольшая СКО сети составила 14 мм. Оценка точности существующей сети города была выполнена путем определения параметров ключа местной системы координат, полученных из спутниковых наблюдений и имеющихся координат этих же пунктов в местной системе координат города Алматы.

В работе тестирование алгоритмов было выполнено по 19 пунктам триангуляции 1–3 классов, расположенных достаточно равномерно на территории г. Алматы и пригородов, площадью 90 км^2. Определение параметров между системами координат UTM 43N и МСК г. Алматы выполнялось в программном обеспечении Кредо Транскор версии 2.3 по формулам Хельмерта.

Для визуальной оценки распределения плановых ошибок Vs по каждому пункту они были представлены в графическом виде.

По результатам первичного анализа наибольшая плановая ошибка наблюдается на пункте Боролдай, которая равна 75,6 см. Это вызвано неудачными условиями наблюдений, а именно рядом с пунктом находится дерево высота которого составляет 4 метра и является помехой для прохождения спутниковых радиосигналов, а так же нахождением высоковольтных линий электропередач проходящих в 150 метрах от пункта, которая влияет на создание помех при приеме радиосигналов. Средняя плановая ошибка по пунктам составляет 14,9 см.

Для точного определения плановых координат местной СК пункты Боролдай, Кок-Тобе, Озерный и Порт Артур были исключены из поиска параметров перехода МСК, как имеющие наибольшие отклонения.

Как видно из рисунка 2, благодаря исключению этих пунктов наибольшее отклонения планового положения пунктов не превышает 11,5 см, что на 64 см меньше первичного определения параметров перехода.

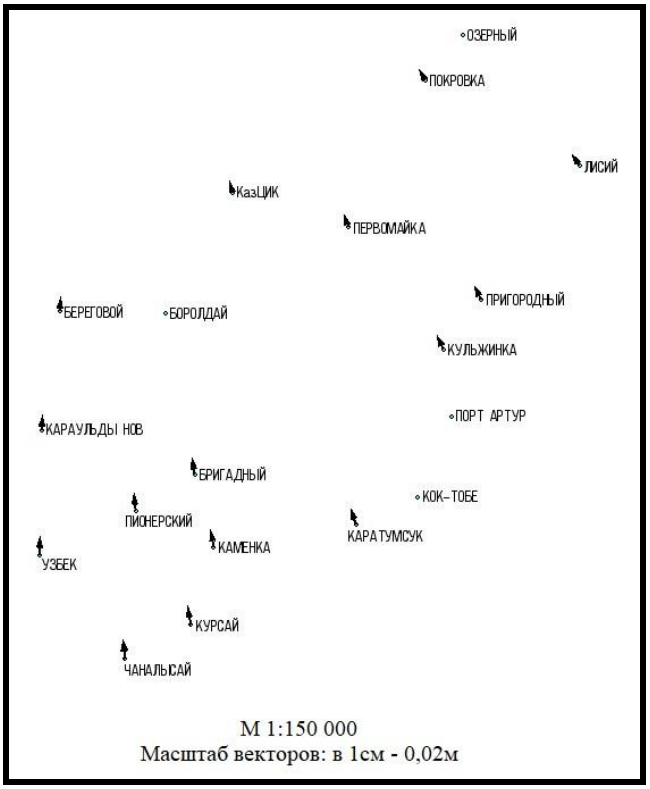


Рисунок 2 - Разность между координатами пунктов систем координат UTM 43N и МСК г. Алматы после исключения грубых пунктов

После исключение пунктов в которых смещение превышало 5см в определении ключа МСК участвуют 8 пунктов, остальные 11 пунктов участвуют в определении независимой погрешности.

В результате выполненных действий определен ключ перехода в местную систему координат относительно нулевого пункта. Последующий анализ показал , что ключ перехода между системами координат UTM – МСК удовлетворяет точности выполняемых геодезических работ на территории города Алматы, получены:

– наибольшая плановая ошибка составляет 4,8 см;

– наименьшая плановая ошибка составляет – 1,6 см;

– благодаря избыточному числу опорных пунктов, дополнительно была выполнена оценка точности определения параметров перехода (среднее значение остаточных отклонений на опорных пунктах составило 3,0 см).

После того, как были определены параметры перехода от системы координат UTM к местной городской системе г. Алматы, можно приступать к расчету ключа перехода от геодезической системы координат WGS–84 к местной системе координат. Для этого используем взаимосвязь начал и координатных осей приведенную в формуле 1 и найденный ключ перехода UTM43N – МСК г. Алматы

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{UTM} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + (1+m) \begin{pmatrix} 1 & \omega_Z & -\omega_Y \\ -\omega_Z & 1 & \omega_X \\ \omega_Y & -\omega_X & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{WGS84} \quad (1)$$

где X_0, Y_0, Z_0 – координаты начала геоцентрической СК WGS–84 в референцной координатной системой UTM,

m – разница в линейных масштабах систем;

$\omega_X, \omega_Y, \omega_Z$ – углы разворота координатных осей в радианах.

Выводы. Предложенный алгоритм расчета параметров перехода в местную систему координат, выполненный на реальной модели сети города Алматы, наглядно демонстрирует точность определения ключа МСК, сопоставимую с получением необходимой точности современных геодезических измерений. Найденный ключ позволит выполнять преобразования координат с допустимой точностью (прямо и обратно) из UTM в местную систему координат. Переход от UTM к WGS84 в свою очередь не составляет труда, так как СК UTM спроецирована на эллипсоиде WGS84, что влечет минимальные искажения.

Литературы:

1.Генике А.А., Побенинский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. – М.: Казгеоцентр, 2004.- с. 280. – 355 с.

2. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия: учебное пособие для вузов. - М.: Академический проект, 2007.- с.403-412. - 592 с.

3. Земцова А.В., Тарасова Е., Журсинаоиев Р. Реконструкция Алмаатинской городской сети на основе геодинамической сети // Материалы Международной конференции «Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами». Усть-Каменогорск. - 2010. - С. 83-88

4. Земцова А.В., Беккарнаева Г. С. Предложения по повышению точности геодезической основы города Алматы // Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе, их научное и кадровое сопровождение: Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Алматы, 2014. – С. 422 – 425

А.С. Уразалиев

Алматы қаласының жергілікті координата жүйесіндегі жобалық координатасын анықтау әдістемесін даярлау

Аңдатпа. Бұл мақалада WGS84 координата жүйесінен Алматы қаласының жергілікті координата жүйесіне өту параметрлерін есептеу бойынша сұрақтар қарастырылған. Жергілікті жүйеге өту параметрлерін есептеу алгоритмі заманауи спутниктік технологиялар мен арнайы ақпараттарды өңдеу бағдарламалары арқылы шынайы Алматы қаласының геодезиялық жүйесінің моделінде жасалды. Алынған трансформациялау кілті UTM жүйесінен жергілікті жүйеге өтуді қажетті дәлдікте есептеу мүмкіндігін береді. UTM–нен WGS84 жүйесіне өту еш қиындық туғызбайды және өте аз қателіктерге ие, себебі, UTM координата жүйесі WGS84 эллипсоидында проекцияланған. Өз кезегінде, заманауи талаптарға жауап беретін, жоғары дәлдікті қалалық геодезиялық желі жасалынып жатқан өлшеу жұмыстары мен геодезиялық негіз арасындағы қарама-қайшылықтарды жоюға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер. Жергілікті координата жүйесі, бір координата жүйесінен екінші координата жүйесіне өту кілті, триангуляция пунктері, спутниктік технологиялар, бір координата жүйесінен екінші координата жүйесіне өту параметрлері

A. Urazaliyev

Development of methods of determining the planned coordinates in the local coordinate system of the Almaty city

Abstract. The article highlights the issues of calculating the parameters of the transformation from the coordinate system WGS84 to the local coordinate system (LCS) of Almaty. The proposed algorithm for calculating the parameters of the transformation to the local coordinate system is made on a real model of the Almaty city network, by using modern satellite technology and special programs for data processing. The resulting transformation key will allow you to recalculate coordinates with acceptable accuracy from UTM to the local coordinate system. The transformation from LCS to WGS84 is not difficult, as the UTM coordinate system is projected on the WGS 84 ellipsoid, which causes minimal distortion. In turn, meeting the modern requirements of accuracy local geodetic network will eliminate the contradiction between the accuracy of measurements and the accuracy of the existing city geodetic framework.

Keywords. Local coordinate system, transformation key, points of triangulation, satellite technology, the parameters of the transformation

ӘОЖ 528.05

Н.Е. Хамит

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық университеті
Алматы қ., Қазақстан Республикасы
n.khamit@list.ru

ПАЙДАЛЫ ҚАЗБА КЕНОРНЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ КАРТАЛАРЫН ҚҰРУ

Аңдатпа. *Мақалада геология саласындағы геоақпараттық жүйенің қызметі мен алатын орны, сондай – ақ Васильков кенорнын игеруге қажет кен қорын есептеу сатысы келтірілген.*

Түйін сөздер. *Геология, геоақпараттық жүйе, цифрлы карта, MapProj бағдарламасы, Elastic расторлық редактор бағдарламасы, цифрлы модель.*

Жаратылыстану саласындағы барлық картографиялық өнімдердің негізі – геологиялық карта болып саналады. Геологиялық картографиялаудың мақсаты – жер қыртысының геологиялық құрылымын жан-жақты зерттеу, ондағы пайдалы қазбалар мен минералды шикізаттарды барлау, геологиялық жағдайларды анықтау және кенорнын игеруге қажет геологиялық карталарды құрастыру болып табылады. Бүгінгі таңдағы тау-кен өнеркәсібі мен ауыл шаруашылығы салаларында минералды шикізатқа деген сұраныстың артуына орай, геологиялық зерттеулерді де жан-жақты жүргізуді және пайдалы қазбалардың жаңа түрлерін іздестіруді талап етеді. Геологиялық карталарды қолдану арқылы пайдалы қазбалар мен минералды шикізаттың жер қойнауында орналасу заңдылықтарын анықтау бойынша болжам жасауға мүмкіндік туады.

Осыған орай, ғылыми жұмысты орындау барысында геологиялық картографиялаудың қазіргі жағдайы талданды, кенорнын іздеу-барлау нәтижесінде геологиялық картаны жасау зерделенді және кенорындардың геологиялық картасын жасаудың заманауи геоақпараттық жүйені қолдану әдістемесі мен кен қорын есептеудің тәсілдері жан-жақты негізделді. Картографиялық әдістерді іске асыру үшін геология саласында геоақпараттық жүйе (ГАЖ) кеңінен қолданылады. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нысаны Васильков алтын кенорны.

Геологиялық карта дегеніміз – тау жыныстарының жасын, құрамын, жатыс жағдайын бейнелеп топографиялық негізде шартты белгілермен ұсынылатын карта. Аталған тау – жынысының ерекшеліктерін тікелей зерттеу арқылы геологиялық түсіру үрдісі құрастырылады. Дала жағдайында GPS қабылдағышы арқылы түсіріс жұмыстары жасалса, алынған мәліметтер нәтижесі бөлме жағдайында орындалады. Геологиялық карталар тау – кен саласындағы іздеу – барлау, инженерлік – геологиялық іздеу жұмыстарында, қорды пайдалануды жоспарлауда немесе шикізат қорларын дамытуда қолданылады. Сонымен, бұл карта желісін пайдалы қазбаның таралу заңдылығын зерттеп, жер қыртысының қалыптасуын көрсетуге болады.

Геология саласында геоақпараттық жүйені қолдану болғандықтан, картаны жасау заңдылықтары мен қатар компьютер технологиясын қолдану арқылы іске асырылады. Ескі карталарға сүйене отырып цифрлы модель (немесе карта) аламыз, ол үшін ақпараттар мәліметтер базасына енгізіледі, кейін белгілі бір тәртіппен іске асырылады. Цифрлы картаның өзгешелігі алынған жаңа мәліметтермен толықтырулар мен өзгертулер енгізуге болады. Геологиялық ақпараттардың біріктіріліп жиналған деректері компьютерлік техникалардың дамуына сүйеніп, түрлі карта жасауға арналған бағдарламалардың көмегімен керекті ақпараттарды алуға және де алға қойылған зерттеу міндеттері мен атқаратын қызметіне қарап сәйкесінше талдау жасауға мүмкіндіктері бар.

Геоақпараттық жүйенің басымдылығы геология саласында да байқалып отыр. ГАЖ-дың негізгі ерекшеліктері деректерді өңдеу мен бағалау немесе жеке дара анық бір кеңістіктік байланыстырып ақпараттарды өте ыңғайлы орналастырады. Сонымен қатар мұнда біз деректерді жинап, өңдеп, сақтап, алып, кеңістіктік координатталған деректерді таратып, бейнелеп белгілі бір жүйе құрастыра алады.

Жоғарғы сапалы карталарды жасауда ГАЖ –дың жоғарыда аталған ерекшеліктерін ескере отырып картан алу жылдамдығы жоғары екенін байқаймыз. Картографияның дамуындағы негізгі прогрессияны ГАЖ технологиясы арқылы байқауға болады. ГАЖ-дың мүмкіндіктеріне келетін болсақ, ол тақырыппен жұмыс жасауға және картадағы нысандардың бейнелеуін басқара алады.

Кесте 1 - Геологиялық-картографиялық нысандардың геологиялық картада геометриялық пішінде бейнеленуі:

Картографиялық нысандар	Геометриялық бейнеленуі		
	Нүктелік	сызықтық	Полигондық
Топографиялық негіз	+	+	
Стратиграфикалық бөлінулер (жасына қарай)	+		+
Интрузивті және субвулканды қалыптасулар (жасына қарай)	+		
Стратиграфикалық бөлінулер (заттық құрамына қарай)	+		
Интрутивті және субвуканды қалыптасулар (заттық құрамына қарай)	+		+
Жарылымдық бұзылымдар		+	
Геологиялық шекаралар		+	

Қабаттардың жатыс элементтері	+		
Бақылау нысандары	+		
Жарылым сызықтары		+	
Картаның жиектемесі	+	+	
Жиектеменің сырты	+		

Компьютерлік құралдардың жиынтығы картаның графикалық нысандарын құруда кеңінен қолданылады. Жоғарыда кестеде көрсетілген геометриялық бейнелеулер арасында байланыс болуы керек.

ГАЖ технологиясын пайдаланып геологиялық карталарды жасау төмендегідей мәселелерді шешеді:

-геологиялық негізді талдау және генерализациялау;

-нақты геологиялық материалдарды картада бейнелеу;

-геологиялық картаның легендасын өңдеу және үйлесімді орналастыру;

-зерттелетін аумақтың геологиялық құрлысын картада дәл бейнелеу;

Сәйкес картаның модулін анықтау барысында алынған картографиялық деректердің мақсаты мен міндетіне назар аудару керек. Модулдерді негізгі екі элементке бөлеміз. Атына, мағынасына, қабаттар тізбегіне қарай топтастырылуы бірінші элементке жатады. Негізгі қабаттар бес топқа бөлінеді. Олар: топографиялық негіздегі векторлық қабат, векторлық тақырыптық қабат, растрлық қабат, мәтіндік элементтер қабаты және көмекші қабат. Екінші элементі- осы қабаттардың графикалық нысандары. Электронды – цифрлы картаны жасауда графикалық нысандармен қабат құрылады да атрибуттық кестелермен толықтырылады. Графикалық нысан деп отырғанымыз топокартадағы гидрологиялық торлар, елді мекендер, географиялық торлар, шекаралармен жолдар және т.б, ал басты нысан ретінде картаның аты көрсетіледі.

Графикалық нысандарда бөлінген атрибуттар бейнеленген қабаттың тұрпатымен түрі анықталады. Әртүрлі тұрпаттағы жекеленген нысандарды редактерлеуде, өзгертуге, ауыстыруға және көшіруге ыңғайлы болуы керек. Графикалық нысандардың кластарын бейнелеген кезде, тақырыптық картографиялау мағынасы анықталады. Сонымен қатар атртбуттардың графикалық өзгермелілігі, сандық мағынасының бейнеленуі және сапалық сипаттамалары қоса бейнеленеді. Графикалық нысандардың атрибуттары карталардың жиынтығын тез жетілдіруге және оларды салыстырмалы талдау деңгейін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Цифрлы картаның артықшылығы графикалық ақпараттарды қайта құру арқылы арнаулы қызметтер көмегімен жаңа қабаттар құру. ГАЖ картаны құрастыру жұмыстарын орындағанымен тұрақты элементі болып табылмайды. ГАЖ жұмыстары ақпараттарға мониторинг жасау немесе географиялық байланысының статистикасын жасау, талдау, болжау мүмкіндігіне ие.

Тау-кен саласымен айналысатын кәсіпорындарда ГАЖ және компьютерлік модульдеу технологиялары кең қолданысқа ие. Осы салада қолданылатын ГАЖ бағдарламалары MapInfo, ArkGIS, Datamine, Micromine, Techbase, Geoblok, Autocad Map, Surfer, жіне т.б. Аталған бағдарламалар көмегімен тау-кен өнеркәсібіндегі жұмыстарды жобалаумен геологиялық барлау мәселелерін шешуге болады. Бағдарламалардың көмегімен геологиялық әртүрлі графиктерді сызуға, қималар мен болжамдық пландар жасауға және осыларды мәліметтер базасымен байланыстырамыз. Мәліметтер базасы 3Д және блоктық модельдердің құрылысында қолданады, рудалардың қорын есептеуде, шахталық немесе карьерлік тау-кен қазбаларын жобалау мен кен орнының жалпы мерзімін жобалауға экономикалық есеп жүргізу.

Сканерлеуден алынған растрлық суреттерді өңдеуге арналған бағдарлама – Elastic бағдарламасы. Бұл бағдарламаның негізгі қызметі суреттердің үйлесімділігін қалпына келтіру, ондаңы бұрмалануларды жою, кең өлшемдегі белгілі бір көрініст алу. Атаған

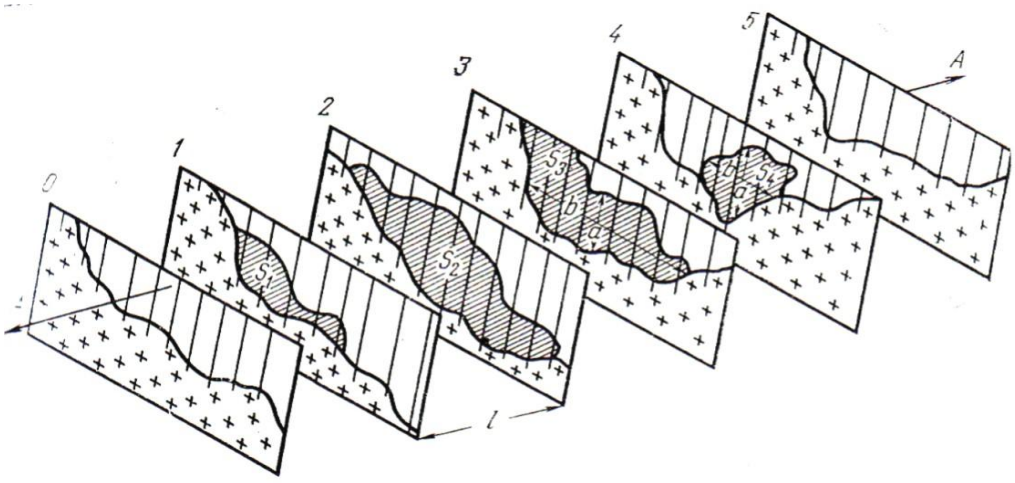
қызметтерді атқара отырып, алынған жаңа форматтағы расторлы суреттерді дөңгелек кеңістікте тиімді пайдалана отырып жадында жылдам сақтайды және жоғарғы жылдамдықта сызып масштабқа келтіруге мүмкіндік береді. Осы бағдарлама көмегімен өңделген суреттер болашақта цифрлеу және векторлық редактрлеуде қолданылатын болады. Алынған расторлық суреттерді кез-келген принтор немесе плотерде басып шығаруға болады.

Тау-кен саласында қолданылатын графиктерді құрастыруға, талдауға және басып шығаруға арналған бағдарлама – MapProj бағдарламасы. Пайдаланушы өзіне ыңғайлы картографиялық құжаттарды құру барысында каратада сызылған векторлық графикалық белгілерді жылжытып, көшіріп, нүктелік және сызықтық нысандардың созылуын өзгерте алады. MapProj бағдарламасында картадағы графиктердің легендасын құрастыруға және жергілікті масштабтандыруға арналған құралдарды өз ішіне алады. Импорт-экспорт етілген деректерді DXF, SHP, WMF, EMF, KDR түрінде сақтауды жалғастырады.

Пайдалы қазындылардың қорын есептеу тәсілдері. Кез-келген пайдалы қазындылар кенорнын өнеркәсіптік бағалау оның кенқорын есептеумен аяқталады. Пайдалы қазындылардың қорын есептеудің 20 дан астам әдісі белгілі. Бірақ олардың ішінен ең жиі қолданылатындары мыналар: қималар, геологиялық блоктар, эксплуатациялық блоктар, көпбұрыштар, үшбұрыштар, изогипс және изосызықтар тәсілі.

Аталған әдістердің әрқайсысы заңдылығына қарай, кенорындарының сипатына қарай өзінің қолданылатын орны болады. мысалы, металды кенорындарының қорын есептегенде қималар әдісі (немесе геологиялық қима) қолданылады, бейметалды пайдалы қазындылардың қорын есептегенде геологиялық болктар әдісі немесе көпбұрыштар әдісі қолданылады. Көміртекті кенорындардың қорын есептегенде эксплуатациондық блоктар әдісі қолданылады. Бірақ, кенорындарының геологиялық құрылымының ерекшеліктеріне және жатыс жағдайына қарай әдістер таңдап қолданылады. Төменде ең кеңінен қолданылатын әдістерді қарастырып көрейік.

Геологиялық қималар тәсілі. Бұл әдіс кенорнын барлау жұмыстары кезіндегі қазындылар (тау-кен қазындылары немесе бұрғылау ұңғымалары) тегіс жерде, барлау немесе іздеу желісі параллел орналасқан жағдайда қолданылады.



Сурет 1 - Геологиялық қималар тәсілін қолданып кенқорын есептеу

Кен қорын есептеу жұмыстары руда денесін барлау желісі бойынша горизонталды немесе вертикалды жазықтықта қиылған схемалар негізінде геологиялық қима жасаудан басталады. Бұл әдіс вертикалды және горизонталды қималар әдісі болып бөлінеді.

Әдебиеттер:

1.Байбатша Ә.Б. Жалпы геология (жер динамикасы). Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2005. – 498 бет.

2. Нұрпейісова Т.Б., Солтабаева С.Т. Жергілікті жердің сандық топографиялық карталарын құру. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2009. - 188 бет.

3. Тоқпанов Е.А., Мазбаев О.Б. Картография және топография негіздері. Оқулық. – Алматы: «Дәуір», 2012. – 464 бет.

4. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б., Сарыбаев О.А., Киргизбаева Д.М., Геодезия. Оқулық. – Астана: Фолиант, 2016. – 240 бет.

Н.Е. Хамит

Создание геологических карт месторождения полезных ископаемых

Аннотация. В статье дается обзор функционирования и местоположения геоинформационной системы, а также этап расчета запасов месторождения.

Ключевые слова. Геология, геоинформационная система, цифровая карта, программа MapProj, программа-редактор растров Elastic, цифровая модель.

N.Hamit

Creation of geological maps of mineral deposits

Abstract. The article provides an overview of the functioning and location of the geographic information system, as well as the stage of calculating the field reserves.

Keywords. Geology, geographic information system, digital map, MapProj program, Elastic raster editor program, digital model.

ӘОЖ 528.001.12/18

А.Ө. Шалбекова, Г.М.Қырғызбаева

Қ.И.Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.
aktolkyn.shormanova@mail.ru

ЦИФРЛІК КАРТОГРАФИЯЛЫҚ БЕЙНЕЛЕРДІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ГЕОАҚПАРАТТЫҚ КАРТОГРАФИЯЛАУДА ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. *Мақалада геақпараттық картография әдістерін қолдану арқылы цифирлік карталарды жасау қарастырылған.*

Түйін сөздер: *ГАЖ, картография, цифрлік карта, заманауи ГАЖ технолгиялар, компоновка.*

Қазіргі картография – ежелгі немесе осыдан 30 жыл бұрынғы қолданылу мақсатын түбегейлі өзгертті. Ежелгі Египетте, антикалық Грекияда және Рим тәрізді басқа да өркениет ошақтарында карталар бойынша арақашықтықтар мен аудан табудың қарапайым тәсілдері қолданыла бастады. Алғашқы адамдар өздерінің жүріп өткен жолында мол азық қорлары бар аумақтарды байқаса, келесі жолы осы орынды адаспай табу мақсатында ағаштардың қабықтарына әр түрлі таңбалармен шартты белгілер тастап отырған. Алғашқы қолданысы жол бағдарлаудан басталған карта тарихы орта ғасырларда, әсіресе Ұлы географиялық ашулар кезеңінде жиһангез-саяхатшылар үшін жаңа жерлер мен байлықтарды игеруде таптырмас құрал болды.

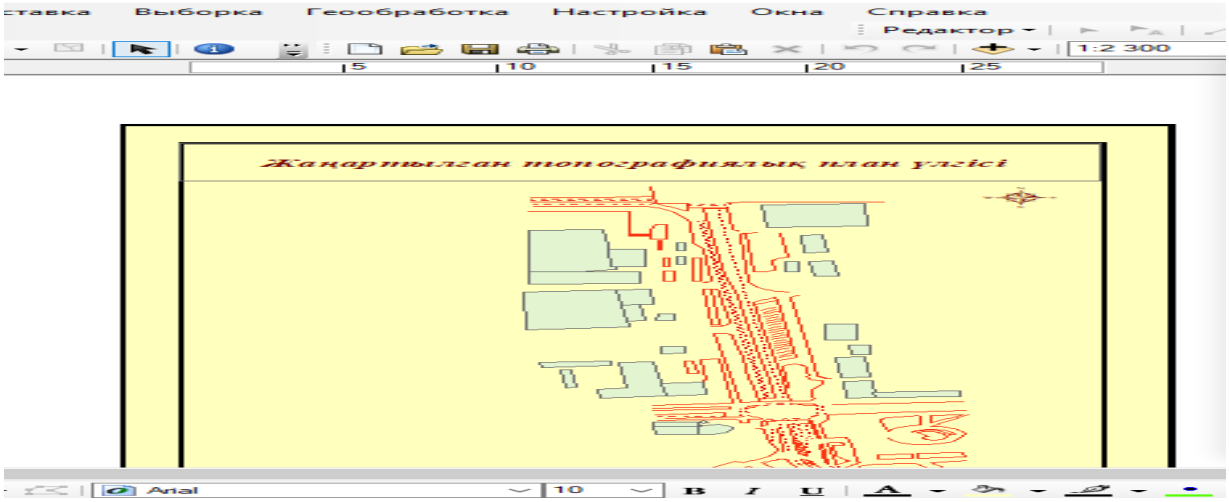
Қазір картография ғылымы жаңа заманауи технологиялар мен бағдарламалардың пайда болуымен өзінің зерттеулеріне ғарыштан түсірілген әуесуреттерді, сондай-ақ сандық карталар жасуға мүмкіндік ашқан әртүрлі компьютерлік бағдарламаларды қолдануда.

Картографиялық бейнелеу математикалық негізде құралады. Олардың элементтері болып координата торы, масштаб және географиялық негіз саналады. Картаның математикалық негізі картаның жинақталуымен тығыз байланысты яғни бейнеленетін аумақтың жақтау шегінде өзара орналасуы, картаның аты, легендасы, қосымша карталар және т.б. деректер болады (1-сурет).

Картаны қосымша жабдықтандыру оны оқуға және пайдалануға жеңілдік етеді. Ол әртүрлі картометриялық графиктерден, картографияланатын аумақтың сұлбасы және пайдаланылатын материалы, әрқилы ақпараттық мәліметтерден тұрады. Қосымша деректерге – кірме-карта суреттер, диаграммалар, графиктер, кескіндер, мәтіндік мағлұмат және цифрлік деректерден тұрады.

Цифрлық картографиялық ақпараттарды өңдеу. ГАЖ дегеніміз – табиғи және әлеуметтік-экономикалық геожүйелерді, олардың құрылымын, байланысын, динамикасын, кеңістік пен уақыттағы тіршілік етуін, географиялық білімдер мен мәліметтер банкісі негізінде компьютерлік белгілеудің көмегін зерттейтін ғылым.ГАЖ-дың зерттеу әдісі ретінде кеңістік-уақыттағы ақпараттық үлгілеуді айтады. Қазіргі уақытта ғылымдар жүйесінде ГАЖ өзіне лайықты орнын алуда. Оны географиялық зерттеулерді ақпараттандырудың мақсаты мен міндеттерінен көруге болады.

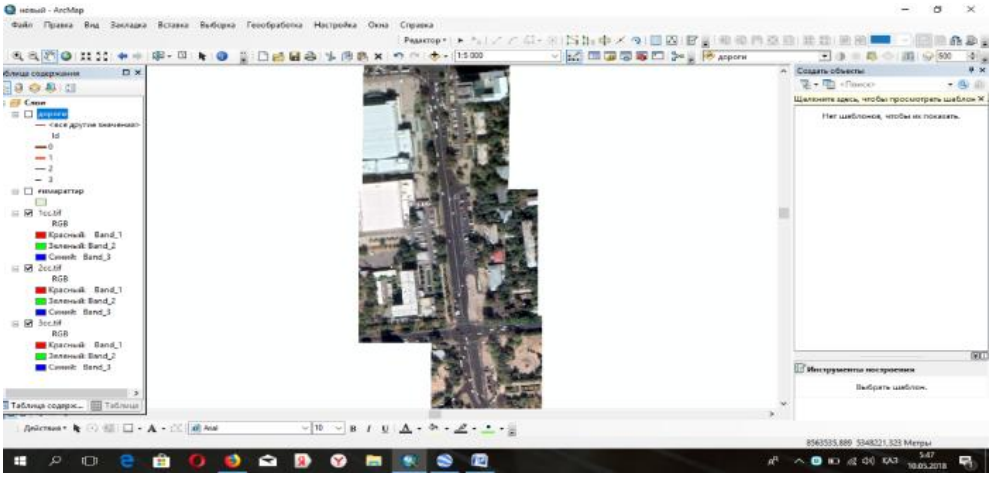
ГАЖ бағдарламаларында өңдеу жұмыстарында зманауи ГАЖ технологиялар қарқынды дамуда. Барлық ГАЖ бағдарламалардың (мыс,ArcGIS, MapInfo, AutoCAD картасы және т.б.) бір-бірінен артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Мысалы, ArcGIS лицензияланған бағдарламалық жасақтамасы он мыңдаған долларды құрайды. Дегенмен, көптеген жергілікті ұйымдар сандық картографиялық өнімдерді сақтау мен өңдеуде ESRI программалық өнімдерін таңдайды.



Сурет 1 - Картографиялық бейнелер

ESRI фирмасының бағдарламалық өнімі ArcGIS-те ГАЖ толық каталог түрінде құрылған, яғни мәліметтерді өңдеудің жоғарғы деңгейлі мүмкіндігі бар. ArcGIS – бұл өзара байланысты ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox базалық мүмкіндіктердің жиыны. Бұлар бірігіп картографиялау, мәліметтерді басқару, кеңістіктік талдау, мәліметтерді редакторлау және оларды геоөңдеуден өткізу сияқты түрлі дәрежелі қиындықтағы ГАЖ-функцияларды шешуге мүмкіндік береді. ArcGIS – ГАЖ қолданушылардың үлкен қауымына арналған толық-функционалды, масштабталған жүйесі.

Қазіргі уақытта еліміздің дамуы үшін, қалалар мен ауылдық аймақтардың бас жоспарларын өңдеу негізгі мәселе болып отыр. Осы мақсатта пайда болған топографиялық негіз анық және дәл екендігіне күмән жоқ. Ғарыштық суреттерді өңдеудің жоспарлық байлауы 4 нүкте бойынша орындалды. Суреттерді 4 нүкте бойынша байланады. Байлау жұмыстарына нүктелердің x және y координаталарының мәндері қолданылады (2-сурет).



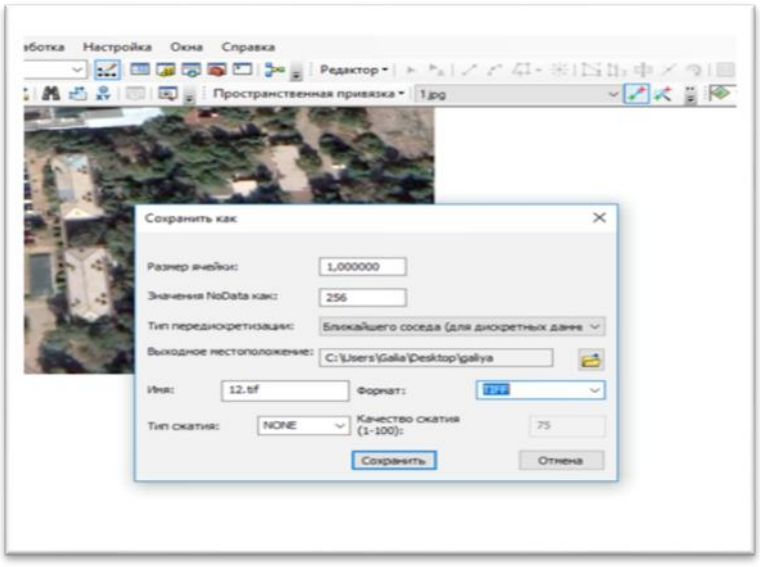
Сурет 2 - X және У координаталары бойынша суреттерді байлау

Суреттерді координаталары бойынша байлау жұмыстары аяқталғаннан кейін пространственная привязка панелінен трансформироватты таңдағанда суретті ArcGIS-те қолдануға ыңғайлы TIFF форматта сақтайды (3-сурет).

Содан кейін, өңдеуге қатысатын объектілерді анықтадық және келесі қадам "Векторлық өңдеу" мәзірін пайдалана отырып өңдеу әдісін таңдау болды.

Векторлы өзгерту процесінің қорытынды қадамы болып өңдеуді жекелей орындау болып табылады. Осы операция Векторлы өңдеу мәзіріндегі "Өзгерту" командасының көмегімен орындалады.

ArcMap – картаны құрастыру мен мәліметтерді редакторлау, сондай-ақ картографиялық талдау үшін қажет. Бұл қосымшада негізгі жұмыс картамен жасалады. Картаның бетінде географиялық мәліметтерді карта қабаттарының жинағы, легендасы, масштабтық сызығы, солтүстік бағыт және басқа элементтерді сақтайтын терезесі, яғни компоновка болады.



Сурет 3 - Суреттің TIFF форматта сақталуы

ArcCatalog – геомәліметтердің базасын құрастыру мен кеңістік мәліметтерді басқару үшін, сонымен қатар, метамәліметтерді құру, көру, басқару сияқты функцияларын атқаратын қосымшасы. Біздің ГАЖ-дың барлық мәліметтерін құрылымдауға және басқаруға көмектеседі. Ол географиялық мәліметтерді іздеуге, көруге арналған құралдар,

метамәліметтерді құрастыру, көру, басқару, әртүрлі мәліметтер жиынын тез ашып көруге, географиялық мәліметтерді құрылымдауға арналған құралдар ұсынады. ArcMap-қа ұқсайды, бірақ ерекшелігі – редакция жасалмайды. ArcToolbox – мәліметтерді геоөңдеудің конвертациясы. Геомәліметтерді өңдеуге арналған көптеген құралдарды сақтайтын қосымша.

ArcMap, ArcCatalog және ArcToolbox әртүрлі ГАЖ-функцияларды біріге отырып өңдейді. Осы қосымшалардың мүмкіншіліктерін пайдалана отырып план жаңартылды. Орындалған жұмысты сатылы түрде келесідей көрсетеміз. Ең алдымен, жаңа папка құрып аламыз. Оның ішіне «вектор, растр, жұмыс жинағы» папкаларын ашамыз. Растр папкасына жаңартылатын планды көшіріп, ArcGIS программасын ашамыз. Программаға алынған планды көшіріп, координаттары бойынша кеңістіктік байлауды орындаймыз (4-сурет).

Сурет 4 - Суретті кеңістіктік байлау

Қорытынды. Ақпараттық ғасырға тән, қоғамды компьютерлендірудің маңызды дамуы, картографиялық бейнелердің мәні мен рөлін өзгертті. Солай, электрондық карталар заманауи жағдайда, заманауи мүмкіндіктермен бірге дәстүрлі (қағаз) карталардың функцияларын орындайды, сондай-ақ сандық карталарды және жергілікті жердің сандық модельдерін құру үшін жаңа түрде шығады. Картографиялық бейнелердің жаңа рөлі сандық картографиялық бейнелермен жұмыс кезінде көрінеді, бұл кезде ол дайын ақпараттық өнім ретінде емес, пайдаланушы және геомәліметтер базасы арасындағы байланыс құралы ретінде шығады.

Әдебиеттер

1. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование М:КДУ, 2008.-28-33 с.

2. Рысбеков Қ.Б. Солтабаева С.Т. Геоақпараттық жүйе негіздері М:ҚазҰТУ 2008.-10-13б.

3. Лебедев С.В. Цифровая модель геоэкологической карты в ГИС ArcGIS М:РГПУ им Герцена, 2012.-16-17с

4. https://ru.wikipedia.org/wiki/ғарыштық суреттер.

А.О.Шалбекова, Г.М.Кыргызбаева

Изучение цифровых картографических изображений и их применение в геоинформационном картографировании

Аннотация. В статье предусмотрено создание цифровых карт с использованием методов географического картографирования.

Ключевые слова. ГИС, картография, цифровая карта, современные ГИС-технологии.

A.O. Shalbekova, G.M. Kyrgyzbaeva

The study of digital cartographic images and their application in geographic information mapping

Abstract. The article provides for the creation of digital maps using geographic mapping methods.

Keywords. GIS, cartography, digital map, modern GIS technology.

UDC 528.85

A.A. Altayeva
Kazakh national research technical university named after K.I.Satpayev

THE USE OF SATELLITE RADAR INTERFEROMETRY IN THE MINING INDUSTRY

Annotation. *The features of the radar interferometry method are described, the advantages and disadvantages of various approaches to the interferometric processing of radar images and the software for their implementation are considered.*

Key words: *satellite radar interferometry, Earth radar sounding, synthetic aperture radar.*

The most important issues of monitoring the earth's surface at mining facilities are areal observations of hard-to-reach and dangerous areas with a high risk of geodynamic phenomena. In this regard, non-contact monitoring methods, in particular, space radar sensing, are becoming increasingly active. Radar imaging has advantages in comparison with the classical methods of ground-based observations, laser scanning, aerial photography, and satellite sounding in the optical range. The key point is the possibility of conducting systematic area observations over the entire area of the object, including hard-to-reach and dangerous areas and regardless of weather conditions.

The main directions of the use of this method in mining is the construction of digital elevation models (DTM) and the calculation of earth surface displacements. The tasks of storage and visualization of the obtained information products are solved with the help of a temporal data model and geo-information technologies that ensure the correct presentation of monitoring data, their effective use, viewing “historical” data [1, 2]. Radar images serve as a source of information for solving the following tasks in the mining area:

- creation of a DEM, including high-precision ones (with a spatial resolution of about a meter and an accuracy of determining a height of about 1–2 meters);
- measurement of deformations of the reflecting surface with an accuracy of the order of a fraction of the radar wavelength, in particular:
- monitoring of earthquakes;
- monitoring of volcanic activity;
- monitoring landslide areas;
- identification of subsidence, deformation of structures;
- monitoring the movement of the sea surface;
- high-precision measurements of the delay of radio signals in the atmosphere (directly related to the distribution in the atmosphere of water vapor);
- monitoring of agricultural activities.

In particular, the combination of interferometric and polarimetric data allows you to extract information about the vertical structure of forest cover, to determine the height of trees.

Interferometric processing of radar images is performed in specialized software.

To date, the leaders in this field are the software products SARScape and Gamma. These full-featured software products contain a set of tools for performing all the basic steps of processing radar data. The main difficulty is related to the fact that this software is commercial, which limits the possibilities of its use in low-budget projects. An alternative option is free software. The most commonly used are: [3]

SNAP (Sentinel Application Platform) is a package for processing and analyzing radar images starting from Level 1. The interferometry module was developed with the participation of staff from Delft University of Technology. Multiplatform, implemented in Java. Distributed under the GNU GPL license. Phase unwrapping is implemented through snaphu import. There is a batch mode of image processing. Today is the most popular non-profit package of the direction in question.

GMTSAR is a package for processing radar images based on GMT utilities (Generic Mapping Tools). Implemented in C and C shell scripts. Works under Unix-like operating systems, under Windows - with the help of Cygwin.

StaMPS (Stanford Method for Persistent Scatterers) - a package that implements the method of interferometry on a fixed reflector. It requires preprocessing of images: focusing raw data and forming an interferogram from SLC images. ROI_PAC is used to solve the first task, Doris is used for the second (if the original images are level 1, then only Doris is used). Currently supported satellite data are ERS and Envisat (Levels 1, 2), ALOS (Level 0) and RADARSAT-1 (Level 1).

Doris (Delft object-oriented radar interferometric software) is a package for processing radar images (starting from Level 1), developed at the Delft University of Technology (DUT). Implemented in C ++, it works under the main operating systems (under Windows - using Cygwin). The User Manual describes in detail the process of forming an interferogram. It uses GMT utilities for visualization, and snaphu for restoring the interferogram phase.

RAT (Radar Tools) is a free package for processing satellite polarimetry data (PolSAR), interferometry (InSAR) and polarimetric interferometry (PolInSAR), developed at the Technical University of Berlin. It is implemented in IDL language and runs under the control of the IDL virtual machine under the main operating systems. It has its own tool for reconstructing the interferogram phase.

ROI_PAC (Repeat Orbit Interferometry Package) is a package developed by the NASA Jet Propulsion Laboratory and the California Institute of Technology. Under MS Windows, it works with Cygwin. Has the ability to process Level 0 radar data.

Thus, radar technologies have great potential, their use in the mining area is very promising. This is facilitated by the development and improvement of technologies for obtaining and processing radar data.

Literature:

1. Odabai-Fard V.V., Ponomarenko M.R. Geodynamic monitoring of the earth's surface and mining facilities using radar interferometry. St. Petersburg, 2017 P.59-67.

2. Pimanov I.Yu., Ponomarenko M.R. The use of geo-information technologies and radar survey data for monitoring mining facilities / Materials of the 9th ITU-2016 Management Information Technologies Conference. - 2016. - p. 435-439.

3. http://dkhramov.dp.ua/Sci.InSAR#.XIqU1igzaM8

А.А. Алтаева

Тау кен өндірісінде спутниктік радиолокациялық интерферометрияны қолдану

Аңдатпа. Бұл мақалада спутниктік радарлық интерферометрия әдісінің ерекшеліктері кетілілген. Сонымен қатар, радарлық суреттерді өңдеудегі артықшылықтар мен кешіліктер және оларды өңдейтін бағдарламалық жасақтамалар келтірілген.

Түйін сөздер: спутниктік радарлық интерферометрия, Жерді радиолокациялық зондылау, синтезделген радиолокатор.

А.А. Алтаева

Применение спутниковой радарной интерферометрии в горной промышленности

Аннотация. Описаны особенности метода радарной интерферометрии, рассмотрены преимущества и недостатки различных подходов к интерферометрической обработке радарных снимков и программное обеспечение для их реализации.

Ключевые слова: спутниковая радарная интерферометрия, радиолокационное зондирование Земли, радиолокатор с синтезированной апертурой.

UDC 528.4

O.Zh.Taukebayev[1], E.S. Sarybayev[2], Zh.D. Baygurin[3]
[1]PhD student, Satbayev University, Kazakhstan, Almaty
[2]PhD, senior lecturer, Al-Farabi Kazakh national university, Kazakhstan, Almaty
[3]Professor, Satbayev University, Kazakhstan, Almaty
omirzhan.taukebayev@gmail.com

ASSESSMENT OF THE DISTRIBUTION NATURE OF MORPHOMETRIC TERRAIN FEATURES

Abstract. *At present, there are quite a few published works covering the results of assessing the distributions of the main morphometric terrain features of varying complexity, from which a number of fundamental conclusions can be made. It was taken into account that distribution is the most objective and useful characteristic of studying objects and the features of the distribution of their constituent features. The article presents various aspects of assessing the relationship of the distribution function of the main morphometric feature - the height of irregularities and taking into account the geometrical parameters of the relief dissection. The concept of assessment consists in determining the main geometric parameters of the relief dissection area and its analytical assessments involving the distribution function of the heights of the terrain irregularities.*

Key words: *distribution function, height, terrain, relationship, assessment, parameters.*

Problem tasks of establishing the laws of distribution of morphometric relief features have long been of interest for many scientists. The importance of this problem has become more priority due to the development of computer technology. Undoubtedly, the problem of assessing the probability-statistical distribution of morphometric relief features and the choice of theoretical probability distributions that describe them with sufficient completeness and reliability has both theoretical and practical significance in geodesy and cartography.

The main research methods used to evaluate and describe the morphometry of the terrain are the methods of probability theory and statistics and various approaches to the theory of random functions. The specifics of the formation of topographic and geodesic features, which are influenced by many external and internal factors with random effects, determine the objectivity of using probabilistic-statistical methods. Today, indicators of height and frequency of alternation of elevations and reductions are more studied, in the form of kinks, slopes and horizontal distance between characteristic points of the terrain, as well as to a lesser extent the indicators of elementary slopes, depth and intensity of dissection, some specific parameters of the terrain morphometry.

The analysis of works devoted to the problem of assessing the empirical distributions of morphometric features of topographic surface [1-6] shows that the most common are the lognormal, exponential, and also partially Weibull distribution, normal, gamma distribution, and Zipf's law. These theoretical laws of the distribution of probabilities, as is known, are essentially different in shape of the curves and the essence of the process of developing probabilistic frequencies.

For the first time, the concept of the heightmap of the earth's surface was introduced by P.K. Sobolevskyi [1] under the name of topographic surface, the analytical expression of which is not known because of its complexity. The main task of the analytical direction of studying the terrain is finding the function of the form $Z = f(x, y)$, which would approximate the terrain with necessary accuracy and allow to determine the values of heights at any given point. The tasks of this direction subsequently led to the construction of mathematical and digital elevation model.

In various years, S.A. Nikolayev (Nikolayev, 1954, Bocharov and Nikolayev, 1957), Tanner (see Devdariani, 1966), I.P. Sharapov (1967) R.Kh.Piriyev (1966) gave morphogenetic interpretation of height distribution curves [2-6]. According to S.A. Nikolayev and Bocharov [7,8] the distribution of heights determined by even distribution network of points of the flat, elevated,

mid-mountain and high-mountain relief terrains can be subordinate to the law of normal distribution, and the distribution of minimum heights in mountainous and erosional foothill areas differs sharply from the distribution of maximum heights meaning from the normal form of the curve, determined by the derived empirical formula;

$$y = n\left(e^{\frac{x_i}{H}} - e^{\frac{x_i+1}{H}}\right), \quad (1)$$

where y- frequency; n- number of points; x- height of the points (in our example, the height interval in m); *H*- average height of points; i- interval number; e- base of natural logarithms. Mentioned formula is applied by S.A. Nikolayev [7] in the study of the distribution of rivers lengths, stretches of shoreline and areas of semi-basins.

Summary of results of the research conducted by various scientists of foreign countries, aimed at assessing the nature and description of the distributions of the main topographic features are summarized in Table 1. [9-12]

Table 1 - Summary data of research to assess the distribution of morphometric characters conducted by various authors of foreign countries.

№	The authors of works	Topographic and geodetic distribution signs under research	Established probability distributions describing features of distributions
1	Neumyvakin Yu.K.	The distribution of the lengths of segments of objects of terrain areas displayed by models of terrain	J. Zipf's Law $\lambda_f^2 = 8 < \lambda_{extra}^2$
2	Sharapov I.P.	Distribution of heights of elementary surfaces of terrain	Lognormal distribution $\lambda_f^2 < \lambda_{extra}^2$
3	Solodov A.Ya.	The distribution of the relative errors of geodetic measurements	Normal distribution
4	Pireyev R.Kh.	Distribution of maximum relief heights	Normal distribution λ>0,05 (Kolmogorov)
5	Nikolayev S.A.	Distribution of minimum relief heights	Indicative type distribution $f(x) = n\left(e^{-x/H} - e^{x_1 H/H}\right)$
6	Tanner (1959, 1962), Meskheli K.P. (1961), Kudrnovskaya, Suyetova E.I. (1963, 1964)	Distribution of heights of certain territory	In the form of hypsographic curve deviating from the normal distribution curve
7	Arnold, Tyler, Ricken (1960), Merlin (1965)	Distribution of terrain slopes	Complicated gear shape of hypsographic curve, different from the normal curve
8	Buslayev I.V. (1960, 1964), Aliyev M.A., Buslayev, I.V.	Distributions of vertical and horizontal distribution along the profiles of the Chu-Ili canal	In the form of formulas of the structural function of spectral density from the theory of random function, etc.

To assess the hypotheses about the convergence of empirical distributions of the area and linear dimensions of terrain objects with theoretical distributions, the possibility of describing these distributions with the Zipf's Distribution Law and the exponential probability distribution is considered. In work [9], by discarding the extreme frequencies of the right-asymmetric part of the

empirical distributions of areas and lengths of terrain contours, displayed on 1: 10,000 and 1:2000 scale plan, author concludes that this empirical distribution can be satisfactorily described by the Zipf's distribution law. Moreover, this conclusion comes: firstly, based on the graphic proximity of the empirical curve with its pre-smoothed form without calculating the theoretical distribution frequencies; secondly, based on the comparison of empirical and theoretical probabilities by comparing the values of the entropic estimate, referring to its properties [12]. As can be seen, the conclusion was made without calculating the test of the convergence hypothesis by calculating the agreement criterion for comparing empirical and theoretical frequencies. The authors of [10, 11] conducted study to assess the distribution of the heights of the terrain of varying complexity, as well as the areas and segments (lengths) of the subject contours of the area. During the analysis and comparative evaluation of the verification of statistical hypotheses about the convergence of the selected theoretical probability distributions, the experimental data on the heights of the terrain obtained in various locations were used (№=5880). Based on them, empirical curves were constructed, statistical characteristics were computed by the relief height distributions obtained from topographic plans of 1:500, 1:2000, 1:10,000, 1:25,000, 1:50,000, 1:100,000 scales. The calculated values of average, standard, mode, median, range, coefficient of variation, and reduced features of the studied terrain allowed to choose the Zipf's distribution law, exponential and gamma distribution, as well as the author's special distribution model [11] as the closest to the empirical height distribution curves terrain. Comparative evaluation of the convergence of the hypotheses, carried out using the Pearson's (χ^2) agreement criterion, made it possible to determine the types of theoretical distributions that best describe the empirical distributions of the terrain heights obtained from five separate topographic plans of various scales. As the results of the evaluation of empirical distributions of the terrain heights in different areas show that they are quite satisfactorily described by three main modified forms of the special distribution model and partly by the gamma distribution with sufficient certainty for their practical use. At the same time, the calculation carried out to test the statistical hypothesis on the convergence of the Zipf's distribution law and the exponential probability distribution with empirical distributions of the terrain heights over different terrain did not confirm this preliminary hypothesis. The values of Pearson's χ^2 agreement criterion, calculated using these two theoretical distributions, turned out to be significantly higher than their allowed value $(\chi_f = 21 > \chi^2_{extra})$, which served as a basis to reject preliminary hypothesis of their convergence with studied empirical distributions of the terrain heights.

Thus, it was found that the empirical distributions of the terrain heights over different terrain and different scales are described by the different modified form of this special distribution model, as well as partly by the gamma distribution, thus [10,11]:

- the empirical distribution of the terrain heights of the flat terrain obtained according to topographic plan of 1:500 scale is best described by the unimodal symmetric form of the special distribution model ($\chi^2_f = 13{,}6 < \chi^2_{extra} = 15{,}2$)
- the empirical distribution of the terrain heights for agricultural purposes, obtained according to topographic plans of 1:2000, 1:1000, 1:25000 scales, is best described by the unimodal bell-shaped right-asymmetric form of the special distribution model ($\chi^2_f = 13{,}6 < \mathrm{x}^2_{extra} = 14{,}1$).
- the empirical distribution of the terrain heights of several mid-hilly relief obtained according to topographic plan of 1: 5000 scale is best described by the antimodal extreme left and right-asymmetric radial form of the special distribution model ($\chi^2_f = 11{,}6 < \chi^2_{extra} = 14{,}6$).
- the empirical distribution of the terrain heights of a highly dissected terrain of 1:10,000 scale can also be described by the gamma distribution ($\chi^2_f = 8{,}1 < \chi^2_{extra} = 10{,}1$).

The analysis of the above factual results obtained from various studies by different authors of the problematic tasks of character assessment and the analytical description of the statistical distribution of various morphometric characteristics makes it possible to single out a number of

essential points from theoretical and methodological positions.

1) At present, not only in engineering, but also in almost all natural sciences, from meteorology to astronomy, probabilistic research methods are widely used as a reflection of real statistical laws that objectively exist in mass random phenomena of nature.

2) Distributions of morphometric features of topographic surface of various relief patterns are inherent in significant diversity, which is due to the natural essence and the predominant nature of the random components of its variability, as well as the specifics of the purpose of the surveys, topographic products being developed and the requirements for them.

3) Geomorphological features of any type of relief lead to a specific type of theoretical distribution law, different from others. The heights of the relief also depend on the type of models and the completeness of taking into account the structural features of the relief. In this regard, models are distinguished by type: with a regular and irregular arrangement of measurement points; with a combined character with complementary structural lines and initial characteristic points located on horizontals at an equal interval or based on the curvature of the line. Thus, this pattern, reflecting the features of the structure of the relief in the general case, can be quantitatively expressed by the nature of the distribution of its morphometric characteristics.

4) The nature of the distribution of heights according to the theory primarily depends on dissection, and dissection - on the geological structure, lithology, slope of the earth's surface, precipitation, river flow, etc. height distribution studies are important in cartographic works when generalizing relief, choosing section scale, etc. histograms and theoretical distribution curves characterize the distribution of heights for individual types of relief in quantitative terms, which is important for geographical and geomorphological purposes.

Conclusion

According to the results of the evaluation of the empirical distributions of studied characteristics and the calculated statistical characteristics, characteristic trends in the geometry of the development of probabilistic frequencies inherent in their distributions were revealed.

1. The following specific patterns are revealed, described by specific types of statistical distributions:

- uniform distribution can characterize the empirical distribution of the terrain heights of the high mountain areas;
- antimodal U-shaped and J-shaped distributions (exponential, etc.) –for areas of mountains separated by wide valleys, lowlands with sparse hills and plateaus, cut by gorges;
- symmetric monomodal distribution (normal, etc.) - for areas where the actions of relief-forming factors are close to equilibrium (river valleys, plains, etc.);
- right-and left-asymmetric distributions - for low-mountain, low-ridged, diffuse highlands, ravine plains, karst plateaus;

2. The empirical distributions of the terrain heights, and the area sizes of the subject contours of the terrain, the distribution, and other basic morphometric features of the topographic field of the terrain can be satisfactorily described by the modified forms of the special distribution model [11] with sufficient accuracy of completeness.

References:

1. Sobolevskyi P.K. Geometry of the subsoil. Geodesy. Vol.8. reference guide. Publishing House of the RSKSR People's Commissariat of Utilities, 1941.

2. Devdariani A.S. The contribution of Western Europe, the USA and the USSR to the study of the Earth's surface by mathematical methods. Articles compil. "Relief of the Earth and Mathematics", M., Mysl', 1967, p.5-15.

3. Piriyev R.Kh. Height distribution function as a characteristic of terrain types. Geology and geography. №3. Azerbaijan State University. Baku, 1971, p.82-89.

4. Bussalayev I.V. On the application of methods of statistical description of random fields to the characteristics of the relief of the Earth's surface. AS Publ. KazSSSR, Energ. Series, Ed. 2 (18), 1960, p.17-25.

5. Glazovskaya M.A. Landscape-geochemical systems and their resistance to technogenesis. In kN. Biochemical cycles in the biosphere. M., 1976, p. 99-141.

6. Sharapov I.P. The distribution function of the terrain heights. Articles compil. “Relief of the Earth and Mathematics”. M., Mysl’, 1967, p.72-79.

7. Nikolaev S.A. On the laws of the terrain structure. Articles compil. on cartography, Ed. 7. M., Geodesyzdat, 1954.

8. Bocharov M.K., Nikolayev S.A. Mathematical and statistical methods in cartography. M., Geodesyzdat, 1957.

9. Neumyvakin Yu.K. Justification of the accuracy of topographic surveys for design. M., Nedra, 1976, 152 p.

10. Kurmankozhayev A.K., Ospanov S.R. Distribution of contour features of the Earth's surface, displayed on topographic plans. Almaty, “Poisk”, №1, 2002, p. 135-140.

11. Kurmankozhayev A.K. Probabilistic models of the distribution of minerals features. Monograph. Almaty, 1989, 134 p.

Ө.Ж.Таукебаев, Е.С.Сарыбаев, Ж.Д.Байгурин

Жер бедерінің морфометриялық белгілерінің таралу сипаттарын бағалау

Аңдатпа. Қазіргі таңда әр түрлі күрделіліктегі жер бедерінің негізгі морфометриялық белгілерінің таралу сипаттамаларын бағалау нәтижелеріне қатысты негізге ала отырып қорытынды шығаруға болатын көптеген жұмыстар жарияланған. Сонымен қатар, үлестірім ондағы құрам белгілерінің таралу ерекшеліктері мен нысандарды зерттеудің оңдайлы және пайдалы екендігі ескерілген. Мақалада негізгі морфометриялық белгінің – жер бедерінің тегіс еместігі, бедер тілімденуінің геометриялық параметрлерімен таралу функциясының байланысын бағалаудың түрлі көріністері сипатталған. Бағалау тұжырымдамасы бедердің тілімдену көлемінің негізгі геометриялық көрсеткіштерін анықтау және оларды бедердің тегіс еместігін ескере отырып таралу функциясын аналитикалық бағалау болып табылады.

Түйін сөздер: таралу функциясы, биіктік, жер бедері, байланыс, бағалау, көрсеткіштер.

О.Ж.Таукебаев, Е.С.Сарыбаев, Ж.Д.Байгурин

Оценка характера распределения морфометрических признаков рельефа местности

Аннотация. В настоящее время накоплено не мало опубликованных работ освещающих результатов оценки распределений основных морфометрических признаков рельефа различной сложности, по которым можно сделать ряд основополагающие выводы. При этом учтено, что распределение является самой объективной и полезной характеристикой изучения объектов и особенностей распространения их составляющих признаков. В статье изложены различные аспекты оценки связи функции распределения главного морфометрического признака – высоты неровностей и с учетом геометрических параметров расчленения рельефа. Концепция оценки заключается в определения основных геометрических параметров площади расчленения рельефа и их аналитических оценок с привлечением функции распределения высот неровностей рельефа.

Ключевые слова: функция распределения, высота, рельеф, связь, оценка, параметры.

СЕКЦИЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ - КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА ГЕНЕРАЦИИ И ТРАНСФЕРТА ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УДК538.958, 538.975

К.П. Аймаганбетов[1,2], Д.А. Муратов[1], А.С. Серикканов[1], Н.С. Токмолдин[1,2], Е.И. Теруков[3]

Ғылыми жетекші: Алмасов Н.Ж., сениор-лектор, PhD

[1]Физика-техникалық институты, Сәтбаев Университеті, Қазақстан, Алматы қ.

[2]Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы, Қазақстан, Алматы қ.

[3]А.Ф. Иоффе атындағы Физика-техникалық институты, Ресей, Санкт-Петербург қ.

nurlanalmasov@gmail.com

СМАРТ-ШЫНЫ ЖАСАУ ҮШІН ИОНДЫ ПЛАЗМАЛЫҚ ТОЗАҢДАТУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН NIO_XЖӘНЕ WO_XЖҰҚА ҚАБЫРШАҚТАРЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. *Жұмыста ионды-плазмалық тозаңдату қуаты 10 және 40 W кезінде алынған NiO және WO жұқа қабыршақтарының химиялық құрамы энергодисперсиондық талдау арқылы бақыланып олар таза екендігі анықталды.Алынған қабыршақтардыңоптикалықөткізу спектрлерін зерттеу нәтижелері келтірілген.Алынған қабыршақтардың өткізу спектрлерінің жалпы сипаты әдебиетте келтірілген NiO_xжәне WO_xүшін өткізу спектрлермен ұқсастығы анықталды. Қысқа толқын ұзындықтарында қабыршақтар жарықты жұтатындығы, ал толқын ұзындығы ұлғаюымен жұтылу бәсеңдеп, кейін қанығуына жететіндігі байқалды. Ионды плазмалық тозаңдатудың қуаты артқанда алынған қабыршақтардың жарықты өткізу коэффициенттері азаятындығы анықталды. Ионды плазмалық тозаңдату әдісі көмегімен таза қабыршақтарды алуға және олардың спектралдық параметрлерін реттеуге болатындығы тұралы қорытынды жасалды.*

Түйін сөздер: *электрхромдық материалдар, ионды-плазмалық тозаңдату, оптикалық өткізу спектрі.*

Кіріспе

Атмосферадағыкөмірқышқыл газының үлесі1950 – 2015 жылдар арасында 315 ppm-дан 400-ге дейінкүрт өсті [1]. CO_2-нің өсіп келе жатқан көлемі көмір, мұнай, газ және басқа отынныңшамадан тыс мөлшерде жағылуымен байланысты [2]. Энергетика секторы және ғимараттар ерекше алаңдаушылық тудырады, себебі олар бүкіл әлемде шығарылатын энергияның30-40% тұтынуына жауапты[3].

Ғимараттарда энергияны эффективті тұтынуға мүмкіндік беретін смарт-терезелер технологиясына соңғы кезде қызығушылық артуда.Осынадайтерезенің энергияны үнемдеу принципі хромогендік материалдардың электрхромдық қасиеттерін қолдануға негізделген. Хромогендік материалдар өз оптикалық қасиеттерін тотығу-тотықсыздану реакциялары негізінде электрлік импульстын есесінен өзгерте алады. Осылайша, терезе арқылы өтетін электрмагниттік энергияны реттеуге, үнемдеуге мүмкіндік береді.

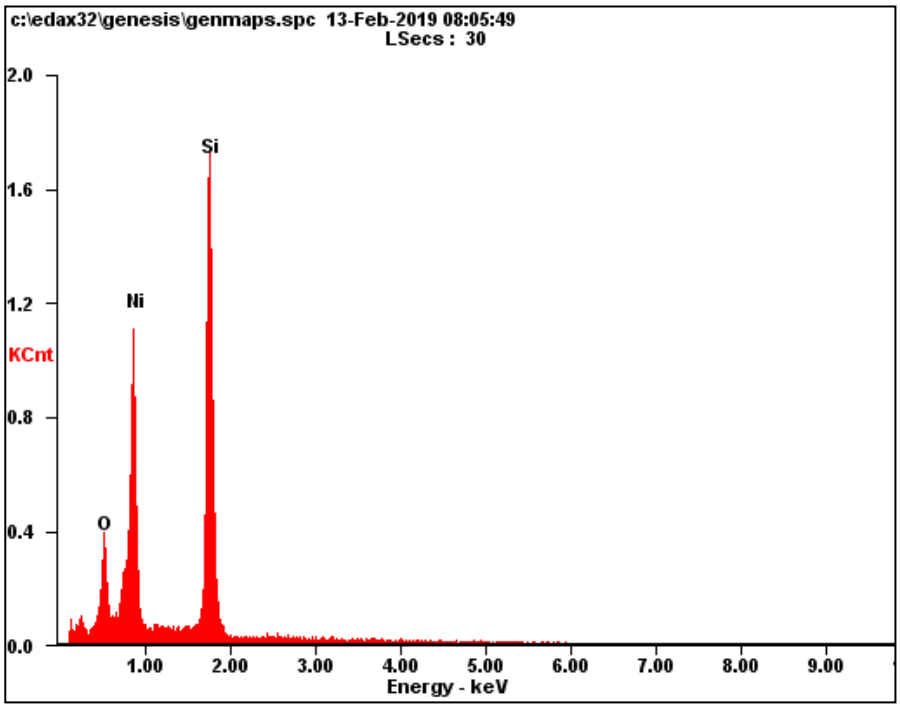
Хромогендік материалдар негізінде смарт-терезелерді жасау алғаш рет 1984 жылы Lampert Svensson [4] және Granqvist [5] ұсынған болатын. Кәзіргі таңда бірнеше ғимарат осындай хромогендік материалдар негізінде жасалған смарт-терезелерімен жабдықталған [6]. Алайда, бүгінгі таңда ғимараттар смарт-терезелермен кең-ауқымды жабдықталып жатқан жоқ. Олай болудың себептерінің бірі смарт-терезені жасау технологиясының күрделілігі.Әдетте ол вакуумдық қондырғылардың көмегімен алынатын бірнеше қабаттардан тұрады және ITO (In_2O_3:Sn), LiPON (Li_3PO_4+N_2), NiO_2, WO_3 сияқты арзан емес

материалдарды қамтиды.Дегенменде, басқа әдістердің және материалдардың негізінде жасалғансмарт-терезелердіңсапасы және төзімділігі төмен болады. Біздің мемлекет үшін осындай «жасыл» технолгияларды игеру қажет, сондықтан вакуумдық әдістермен электрхромдық материалдарды алу және олардың құрылымы мен қасиеттерін зерттеу маңызды ғылыми-практикалық мәселе.

Эксперименттің әдістемесі

Қабыршақтар *TORR-2000*қондырғысында тұрақты ток кезінде ионды-плазмалық тозаңдату әдісімен алынды. Нысана ретінде құрамы электрондық микроскопта бақыланған тазаNi және W пластиналары қолданылды. Тозаңдату процессі химиялық таза аргон және оттегі газдарының плазмасында келесі схема бойынша жүргізілді. Вакуумдық қондырғының жұмыстық көлеміндегі қалдық қысым 10^{-3} Па болғанда оның ішіне аргон және оттегі газдарының қосындысы жіберілді. Қысым 0.48 Па тұрақты болғанда плазма жағылды. Оның қуаты арнайы блок арқылы 10 W-тан 40 W-дейін реттелініп тұрды. Төсеніштер ретінде кремний және шыны пластиналар қолданылды. Төсеніштердің беті алдынала химиялық және термиялық өңдеуден өткізілді.

Алынған қабыршақтардың элементтік құрамы *Quanta 3D 200i* сканирлеуші электрондық микроскопта энергодисперсиялық әдіспен бақыланды. Детектірлеу энергиясы 30 кэВ электрондық шоқтармен іске асырылды. 1 сүретте NiO қабыршақтарының энергетикалық спектрлері келтірілген. Қабыршақтардың элементтік құрамы 1 кестеде көрсетілген.



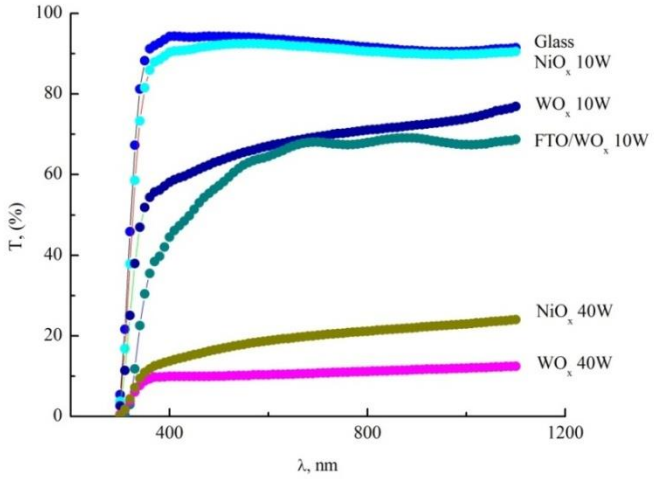
1 сурет – NiO қабыршақтарының энергетикалық спектрлері

1 Кесте. NiO қабыршақтарының элементтік құрамы.

Element	*Wt%*	*At%*
O	5.86	12.46
Ni	41.69	24.12
Si	52.45	63.42

Ескертпе: Wt% - салмақтық үлесі; At% - атомдық үлесі

Қабыршақтардың өткізу спектрлері бөгде жарықтың әсерін басатын фильтрмен жабтықталған және компьютермен басқарылатын екі монохроматоры бар*QEX10 SolarCellQuantumEfficiencyMeasurementSystem*қондырғысында толқын ұзындығы300 nm-ден 1100 nm-дейінаралықта өлшенді. Нәтижелері 2 суретте көрсетілген.



2 сурет - NiO қабыршақтарының энергетикалық спектрлері

Қорытынды

Энергодисперсиялық талдау нәтижелері бойынша алынған қабыршақтар таза, құрамында бөгде қоспалардың жоқ екендігін көруге болады. Алайда, кейбір қабыршақтардың құрамында аз мөлшерде Na және Mg элементтері анықталды. Бәлкім ол жұмыстық көлемінің немесе төсеніштердің ластануымен байланысты болды.

Алынған қабыршақтардың өткізу спектрлерін талдау барысында келесі фактілер анықталды. Біріншіден, біз алған өткізуспектрлерінің жалпы сипаты әдебиетте келтірілген NiO_xжәне WO_xүшін өткізу спектрлермен ұқсастығы көп. Қысқа толқын ұзындықтарында қабыршақтар жарықты жақсы жұтады, ал толқын ұзындығы ұлғаюымен жұтылу бәсеңдеп, кейін қанығуына жетеді. Екінші анықталған факт –тозаңдату параметрлерінің жұтылу коэффициентіне қатты әсер етуі. Барлық қабыршақтарүшін ионды-плазмалық тозаңдатудың қуаты 10 W-тан 40 W-дейін артқанда жұтылу коэффициенті күрт азаяды, 2 сурет.Нақты айтатын болсақ, қуаты 10 W плазмада алынған NiOx қабыршақтарының өткізу коэффициенті 90%-дан артады. WO_xқабыршақтары үшін оның шамасы біраз төменрек ~ 70 %. Плазманың тозаңдату қуаты артқанда ол коэффициенттерсәйкесінше 20 және 10 %-ға жақындайды.

Қабыршақтардың жұтылу коэффициенттерінің осылайша өзгеруін олардың қалыңдығы артуымен түсіндіруге болады. Алайда, техникалық себептерге байланысты қабыршақтардың қалыңдығын тікелей бақылауға мүмкіндік болмады. Сонымен қатар,өткізу коэффициенті өзгеруінің тағы бір себебі ол олардың құрылымымен байланысты. Қабыршақтадың құрылымы иондыплазмалық тозаңдатудың қуатына тәуелді екені барлығы үшін анық факт. Бұл бағыттағы зерттеулер біздің жұмысымыздың келесі кезеңдерінде жоспарланған.

Қортындылай келе, иондыплазмалық тозаңдату әдісі химиялық құрамы таза NiO және WO қабыршақтарын алуға және олардың спектралдық параметрлерін реттеуге мүмкіндік беретін әдіс деп айтуға болады.

Алғыс білдіру. Мақаланың авторлары, ҚР БҒМ ғылым комитетіне BR05236404 гранттық ғылыми жоба аясында берілген қаржыландыру үшін алғысын білдіреді.

Әдебиеттер:

1. NOAA, U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Earthscan Sytem Research Laboratory, Global Monitoring Division, http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html, accessed 8 October 2015.

2. IPCC, Intergovernmental Panel on Climatic Change, https://www.ipcc.ch, accessed 8 October 2015.

3. UNEP, Buildings and Climate Change: Challenges and Opportunities, United Nations Environmental Programme, Paris, France, 2007.

4. C.M. Lampert, Electrochromic materials and devices for energy efficient windows, Sol. Energy Mater. 11 (1984) 1–27.

5. J.S.E.M. Svensson, C.G. Granqvist, Sol. Energy Mater. 11 (1984) 29–34.

6. B.P. Jelle, Solar radiation glazing factors for window panes, glass structures and electrochromic windows in buildings: measurements and calculation, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 116 (2013) 291– 323.

К.П. Аймаганбетов, Д.А. Муратов, А.С. Серикканов, Н.С. Токмолдин, Е.И. Теруков

Исследование оптических свойств тонких пленок NiOx и WOx, полученных методом ионно-плазменного напыления

Аннотация. В работе представлены результаты исследования спектров оптического пропускания пленок NiO и WO, полученных методом ионно-плазменного распыления при мощности 10 и 40 Ватт. Методом энергодисперсионного анализа установлено, что в составе пленок нет посторонних химических элементов. Характер изменения спектров оптического пропускания полученных пленок схож с соответствующими литературными данными для пленок NiO и WO. С увеличением мощности при ионно-плазменном распылении коэффициент оптического пропускания полученных пленок уменьшается. Очевидно, что это связано с ростом толщины пленок. Однако влияние на коэффициент пропускания пленок структурных изменений, происходящих при варьировании мощности распыления, не исключено.

Ключевые слова: электрохромные материалы, ионно-плазменное распыление, спектр оптического пропускания.

K.P.Aymaganbetov, D.A. Muratov, A.C. Serikkanov, N.C. Tokmoldin, E.I. Terukov

The study of the optical properties of NiOx and WOx thin films, obtained by ion-plasma spraying

Abstract. The author of the article is Aymaganbetov Kazybek Pyrzhanovich. The title of the article “Optical properties of NiO and WO films obtained by ion-plasma sputtering for smart glass study”. The paper presents the results of a study of the optical transmission spectra of NiO and WO films obtained by the method of ion-plasma sputtering at a power of 10 and 40 watts. By the method of energy dispersive analysis it has been established that there are no extraneous chemical elements in the composition of the films. The nature of the change in the optical transmission spectra of the films obtained is similar to the corresponding literature data for NiO and WO films. With increasing power during ion-plasma sputtering, the optical transmission coefficient of the obtained films decreases. Obviously, this is due to the increase in film thickness. However, the effect on the transmittance of films of structural changes that occur with varying spray power is not excluded.

Keywords:electrochromic materials, ion-plasma sputtering, optical transmission spectra.

УДК 53; 539.23

Р.Е. Бейсенов[1,2], М.А. Бисенова[2], А.Л. Мереке[1,2], А.Г. Умирзаков[1,2], Б.А. Рахметов[1,2], Д.А. Муратов[1,2], Т. Айтмукан[1,2]

Научный руководитель - Р.Е. Бейсенов, PhD, Зав. кафедры «Инженерная физика» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, зав. лаб. «ЭПР спектроскопии им. Ю.В. Горелкинского» ТОО «Физико-технический институт»

[1]ТОО «Физико-технический институт» ,Казахстан, г. Алматы

[2]Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет им. К. И. Сатпаева,Казахстан, г. Алматы

M-bisenova@list.ru

МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ОСАЖДЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. *Методом импульсного лазерного осаждениябыли напыленытонкие пленки цирконата-титаната свинца ($PbOTiO_2ZrO_2$, PZT) на Ni подложку размером 10х10мм.*

Поверхности тонких пленок PZT полученных образцов были исследованы с помощью атомно-силовой микроскопии и сканирующим электронным микроскопом. Структуру и свойство тонких пленок исследовали с помощью XRD рентгеновской дифрактометрии.

Ключевые слова: *PZT, PLD, тонкие пленки.*

Экспериментальная часть

Импульсное лазерное осаждение (PLD) проходит эксимерным лазером, с длиной волны 248 нм и примерно 7 Гц период выхода импульсов 370 мДж и ширины импульса ~10 нс, направленным на оксидные мишени, содержащие стехиометрическое соединение оксидов, необходимых для тонкой пленки.

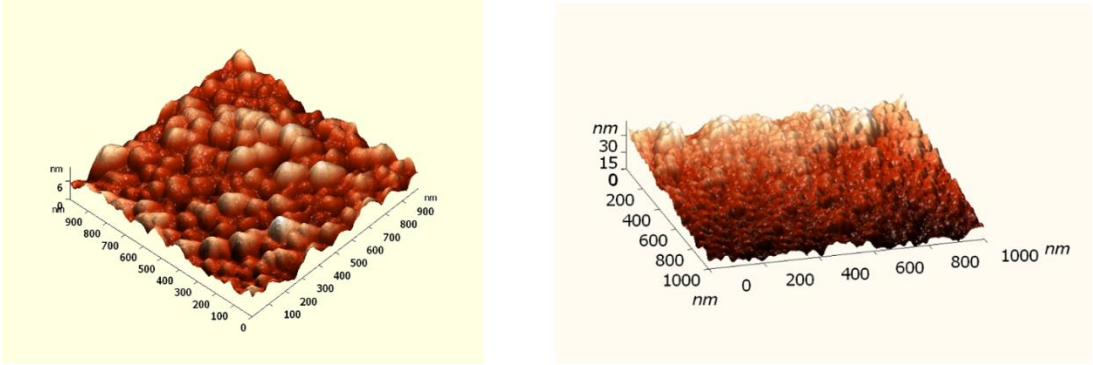
Интересными сегнетоэлектрическими материалами являются $PbZrTiO_3$ (PZT) семейство титанатах. Эта система является весьма надежной в основных и кислых растворах с измеренными фоточувствительностями. Нами было выбрано семейство PZT для нашего первоначального исследования, существует много работ с сегнетоэлектрическими свойствами PZT, и, следовательно, многое известно о материальных свойствах PZT.

Мишень PZT, представляет собой соотношение композиции свинца и циркония приблизительно равной около 50% образный материал был раздроблен до гранул, помешен в прессовальную форму далее запрессованный горячим прессованием при температуре 1500ºC под давлением до 10 тон в течении 1 часа.

Зарисованная и сформированная в горячей прессовальне мишень - это прессованная гранула, которая загружена в вакуумную камеру с помощью держателя. Держатель мишени может вращаться под балкой, так, чтобы воздействие луча распространялось на большую часть мишени. Эксимерный лазерный луч по существу создает взрыв суб-поверхности мишени, которая затем выбрасывает материалы мишени на атомном уровне, создавая поток атомов. Затем, поток атомов мишени осаждается на подложку. Подложку закрепляют к держателю, которая нагревается до 800 °C, чтобы обеспечить правильную стехиометрию сформированного тонкого пленочного оксида. Процесс осаждения сопровождается обратной заливкой вакуумной камеры с парциальным давлением кислорода, так чтобы в осажденной пленке была достигнута правильная кислородная стехиометрия.

Экспериментальные данные и их обсуждения

Исследование морфологии поверхности пленок PZT проводилось присутствие помощи метода атомно-силовой микроскопии (АСМ). Атомный силовой микроскоп «Solver M» компании MT-MDT применялся с целью установления микрорельефа поверхности пленок PZT, кроме того с его поддержкой наблюдались различные несовершенства текстуры, локализованные в исследуемых поверхностях. Метод АСМ позволял выявить границы различных блоков в кристалле.

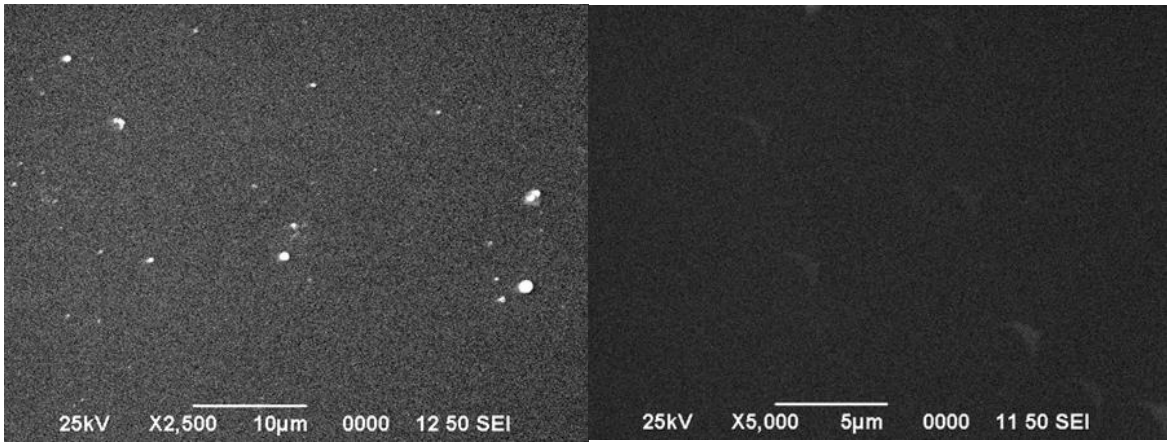


a) b)

Рисунок 2 - АСМ поверхности пленки PZT осажденной на подложке Ni при температурах (a) 500 ^{O}C и (b) 600 ^{O}C, энергия лазера 370 мДж и частоте 7 Гц.

На рисунке 2апоказана АСМ поверхности осажденной пленки PZT при температуре 500^{O}C и энергии лазера 370 мДж и частоте 7 Гц. Сканирование проводилось в области 1x1 мкм. Рельеф поверхности демонстрирует формирование полукруглых сферообразных кристаллитов со средним диаметром с 100 до 200 нм. Период осаждения равняется 60 мин. Максимальная высота кристаллитов не превосходит 6 нм. В целом поверхность является достаточно однообразной с довольно ориентированными образованиями. При повышении температуры до 600 ^{O}C (рисунок 2b) при схожих параметрах времени и энергии лазера наблюдаются наиболее небольшие образования кристаллитов с диаметром от 20 до 80 нм. Но состав образований содержит наиболее ориентированную текстуру с острыми пиками. Высота кристаллитов является 6 нм.

Из анализа СЭМ сканирования поверхности осажденных пленок было определено то что осаждение с наименьшей энергией лазера создает наиболее однородную поверхность без загрязнений.



a) b)

Рисунок 3 - СЭМ изображение поверхности пленок PZT осажденных при температуре 600^{O}C и энергиях (a) 600мДж и (b) 370мДж.

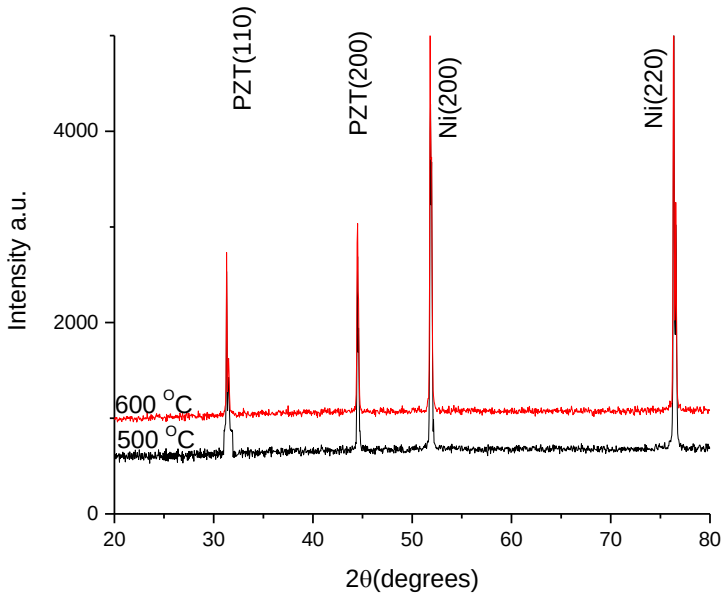


Рисунок 4 - XRD тонких пленок PZT нанесённых на Ni подложку

На рисунке 4 показан рентгеноструктурный анализ полученных тонких пленок PZT на никелевой (Ni) подложке, на которой можно наблюдать высокую интенсивность пика, что свидетельствует о высокой кристалличности и сориентированности кристаллитов вдоль преимущественного направления роста. Параметр решетки a=4,16 Å, соответствует международной базе данных дифрактограмм.

Заключение

Методом импульсного лазерного осаждения были синтезированы тонкие пленки цирконата-титаната свинца ($PbOTiO_2ZrO_2$, PZT) на Ni подложку размером 10x10мм. Поверхности тонких пленок PZT полученных образцов были исследованы с помощью атомно-силовой микроскопии показала формирование полукруглых сферообразных кристаллитов со средним диаметром с 100 до 200 нм. Максимальная высота кристаллитов не превосходит 6 нм. В целом поверхность является достаточно однообразной с довольно ориентированными образованиями. Сканирующий электронный микроскопом показал образования достаточно однообразной поверхности зависящая от энергии лазера. Структуру и свойство тонких пленок исследовали с помощью XRD рентгеновской дифрактометрии показал высокую интенсивность пика, что свидетельствует о высокой кристалличности и со ориентированности кристаллитов вдоль преимущественного направления роста. Параметр решетки a=4,16 Å, соответствует международной базе данных дифрактограмм.

.

Литературы:

1. M.Jelínek , P.Vaněk , Z.Tolde , E.Buixaderas , T.Kocourek , V.Studnička , J. Drahokoupil , J.Petzelt , J.Remsa , M.Tyunina, PLD prepared bioactive $BaTiO_3$ films on TiNb implants, Materials Science and Engineering C. 70(2017) 334-339.

2.S.H. Yuana, S.L.Oub, C.M. Chena, S.Y.Huanga, B.W.Hsiaoa, D.S.Wuua, Characterization of aluminum gallium oxide films grown by pulsed laserdeposition, Ceramics International.45(2019) 702-707.

3. M. C. RAO, Pulsed laser deposition -ablation mechanism andapplications , Modern Physics. Vol. 22 (2013), pp. 355-360 .

4.R.Guptaa, V. Guptaa, M.Tomar, Structural and dielectric properties of PLD grown BST thin films, Vacuum.159(2019) 69-75.

5. I.V. Smirnov , J.V. Rau ,, M. Fosca , A. De Bonis , A. Latini , R. Teghil , V.I. Kalita ,A.Yu. Fedotov , S.V. Gudkov , A.E. Baranchikov , V.S. Komlev , Structural modification of titanium surface by octacalcium phosphate via Pulsed Laser Deposition and chemical treatment, Bioactive Materials. 2(2017) 101-107

Р.Е. Бейсенов, М.А. Бисенова, А.Л. Мереке, А.Г. Умирзаков, Б.А. Рахметов, Д.А. Муратов, Т. Айтмукан

Импульсті лазерлі қондыру әдісімен жұқа қабықшалы оксидті материалдар алу

Аңдатпа. Импульсті лазерлі қондыру әдісімен 10x10 мм мөлшеріндегі Ni подложкасында қорғасын цирконат титанатын ($PbOTiO_2ZrO_2$, PZT) жұқа қабықшасы қондырылды . Алынған жұқа қабықшалы PZT –дің үлгілерінің беттерін атомдық күштік микроскопия және сканерлі электрондық микроскоп арқылы зерттеу жүргізілді.Жұқа қабықшалардың құылымы мен қасиеттері XRD рентгендік дифрактометрия көмегімен зерттелді.

Түйін сөздер: PZT, PLD, жұқа қабықшалар.

R.E. Beisenov , M.A.Bisenova, A.L. Mereke, A.G. Umirzakov, B.A. Rakhmetova, D.A. Muratov, T. Aytmukan.

By method pulsed laser deposition obtaining thin films of oxide material

Abstract. Method Pulsed laser deposition deposited thin films of lead zirconatetitanate($PbOTiO_2ZrO_2$, PZT) on a Ni substrate with a size of 10x10 mm. The surfaces of thin PZT films of the obtained samples were examined using atomic force microscopy and a scanning electron microscope. The structure and property of thin films were investigated using XRD X-ray diffractometry

Keywords: PZT, PLD, thin films.

УДК 004.942

А.А. Имаш
Научный руководитель – А.Т.Мустафин, профессор, д.т.н.
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
imash257@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ БОЛЬШОГО ЧИСЛА ЧАСТИЦ, МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Аннотация. *Построена компьютерная модель двумерного газа неполярных молекул, парное взаимодействие между которыми задаётся потенциалом Леннард-Джонса. Модель сформулирована в рамках метода молекулярной динамики, предусматривающего прямое численное решение микроскопических уравнений движения взаимодействующих частиц. При этом наибольший интерес представляют не сами траектории, но вычисляемые в результате их статистического усреднения термодинамические макро-характеристики изучаемой системы.*

Ключевые слова: *статистическая физика, метод молекулярной динамики, потенциал Леннард-Джонса, задача Коши, кинетическая энергия, потенциальная энергия.*

Ставя перед собой целью понимание качественных свойств систем, состоящих из большого количества частиц, упростим задачу, предположив, что молекулы являются химически инертными, а их движение является классическим. Кроме того, будем считать, что сила взаимодействия двух молекул зависит только расстояния между ними, поэтому полная потенциальная энергия U определяется суммой энергий двух частичных взаимодействий:

$$U=\mathrm{V}(r_{12}) + \mathrm{V}(r_{13}) +\ldots+ \mathrm{V}(r_{23}) +\ldots=\sum_{i<j=1}^{N} V(r_{ij}) \quad (1)$$

где $V(r_{ij})$ зависит только от абсолютной величины расстояния r_{ij} между частицами i и j[1, 2, 3, 4, 5].

Для электрически нейтральных атомов теоретически возможно, используя законы квантовой механики, получить аналитическое выражение для функции $V(r)$. Однако, во-первых, такой расчет оказывается весьма громоздким, во-вторых, для большинства задач оказывается достаточным использовать простую феноменологическую формулу, учитывающую, что при малых r сила взаимодействия между молекулами $\vec{F}(\vec{r})= -\vec{\nabla}U(\vec{r})$ является силой отталкивания, при больших r – силой прятижения. Отталкивание в соответсвии с квантово – механическими представленями обусловлено правилом запрета Паули [6]. Слабое притяжение при больших r, главным образом, обусловлено взаимной поляризацией каждого атома. Результирующая сила притяжения называется силой Ван-дер-Ваальса. Таким образом, при использовании модели двухчастичного взаимодействия, задача описания поведения статистической системы сводится к выбору вида потенциала $\mathrm{V}(\vec{r})$ и решению задачи Коши системы дифференциальных уравнений:

$$m\frac{d^2}{d}\frac{\overrightarrow{r_i}}{t^2} = -\vec{\nabla}\sum_{i<j=1}^{N} V(\overrightarrow{r_{ij}}) \quad (2)$$

Одной из наиболее употребительных феноменологических формул для описания потенциала межмолекулярного взаимодействия является потенциала Леннард-Джонса:

$$V(r)=4V_0\left[\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{12}-\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{6}\right] \quad (3)$$

где σ определяет «характерную» длину потенциала, а V_0 – глубину потенциальной ямы, которые в дальнейшем мы выберем в качестве единиц измерения расстояния ($\tilde{r}=r/\sigma$) и энергия ($\tilde{V}=V(r)/V_0$). Как видно из (3), потенциал V(r) достигает своего минимального значения - V_0 в точке $r_{min}=2^{\frac{1}{6}}\sigma$, V($r$) = 0 в точке $r_0=\sigma$.[7, 8, 9]

В выбранных единицах измерения потенциал Леннард-Джонса имеет вид:

$$\tilde{V}(\tilde{r})=4\left[\left(\frac{1}{\tilde{r}}\right)^{12}-\left(\frac{1}{\tilde{r}}\right)^{6}\right] \quad (4)$$

График безразмерного потенциала Леннард-Джонса представлен на рисунке 1, из которого видно, что потенциал является короткодействующим, т. е. при $\tilde{r}\geq 2.5\tilde{V}(\tilde{r})\cong 0$.

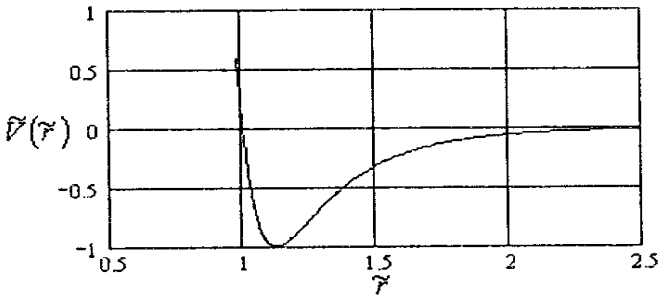


Рисунок 1 - Зависимость безразмерного потенциала Леннард-Джонса от координаты

Для выбора переменной T, используемой для обезразмеривания системы уравнений движения (2), разложим потенциал $V(r)$ в ряд Тэйлора вблизи минимума потенциала ($r_{min}=2^{\frac{1}{6}}\sigma$). Сохранив члены ряда пропорциональными первой и второй производным и приведя подобные члены, окончательно получим:

$$\mathrm{V}(\Delta r)\approx -V_0+\frac{18\cdot 2^{\frac{2}{3}}}{\sigma^2}V_0\Delta r^2 \quad (5)$$

где $\Delta r << r_{min}$

Рассматриваемой нами статистическая система является детерминированный, поскольку для описания ее поведения решается задача Коши системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. При этом получаемые решения напрямую зависят от начальных условий $\vec{r}_i(0), \vec{v}_i(0)$ (начальной конфигурации системы). Отметим, что их правильный выбор оказывается далеко не простой задачей (например, заранее совершенно неочевидно, как выбрать начальную конфигурацию, чтобы изучаемая система вела себя как жидкость с заданной температурой.), поэтому сначала мы обсудим особенности эволюции статистической системы из произвольных начальных конфигураций. Один из возможных вариантов задания начальных условий – размещение частиц в узлах некоторый прямоугольной сетки (размер которой, как очевидно, должен быть меньше размера ячейки) и задании векторов их скоростей случайным образом, например, с помощью генератора случайных чисел с равномерным законом распределения [10, 11, 12].

Для решения поставленной задачи оказывается удобным сначала создать m-файлы, содержащие описания:

1. функции, возвращающей начальную конфигурацию системы (файл **init.m**);

2. функции, возвращающей мгновенные ускорения каждой частицы системы и мгновенное значение потенциальной энергии (файл **Acc.m**);

3. функции, возвращающей значения координат, составляющих скорости и ускорений вдоль соответствующих координатных осей (файл **Verlet.m**);

4. функции, возвращающей составной массив, содержащий значения координат, проекций скоростей и ускорений на соответствующие координатные оси в узлах временной сетки (файл **Mol_din.m**)

Результаты выполнения описанной последовательности команд представлены на рисунках 2-9

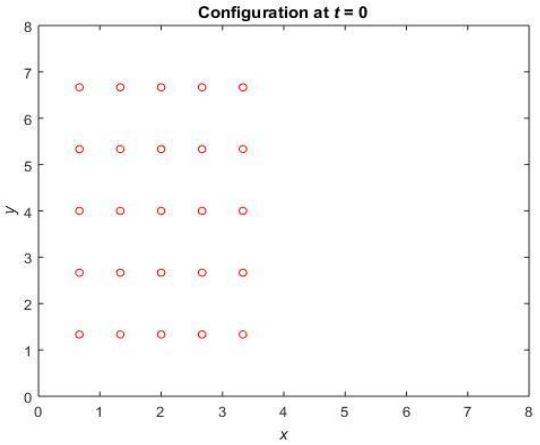


Рисунок 2 - Начальная конфигурация статистической системы

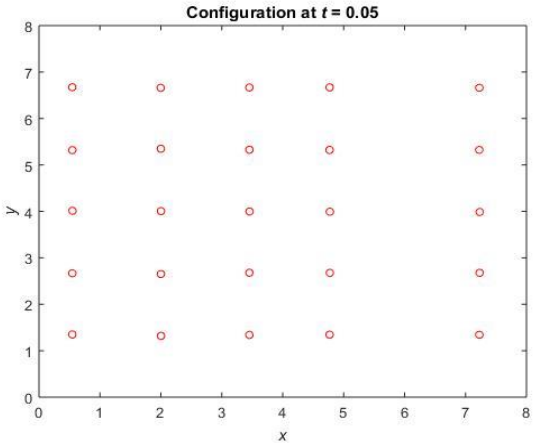


Рисунок 3 - Конфигурация статистической системы в момент времени t=0.05

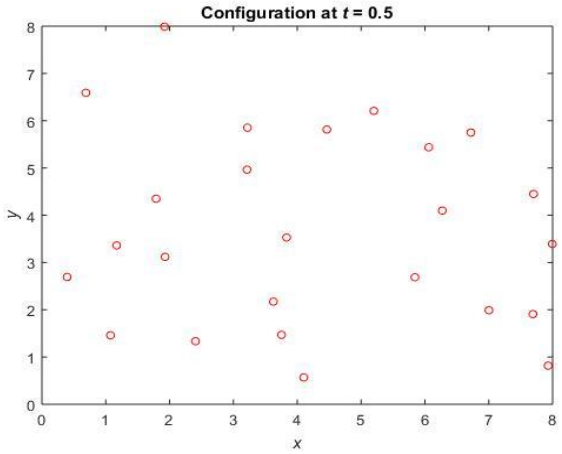


Рисунок 4 - Конфигурация статистической системы в момент времени t=0.5

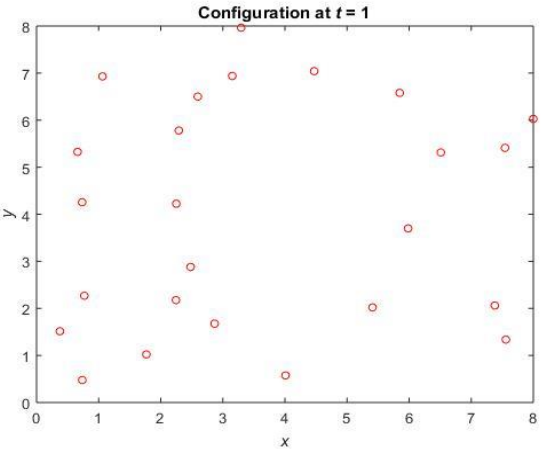


Рисунок 5 - Конфигурация статистической системы в момент времени t=1.0

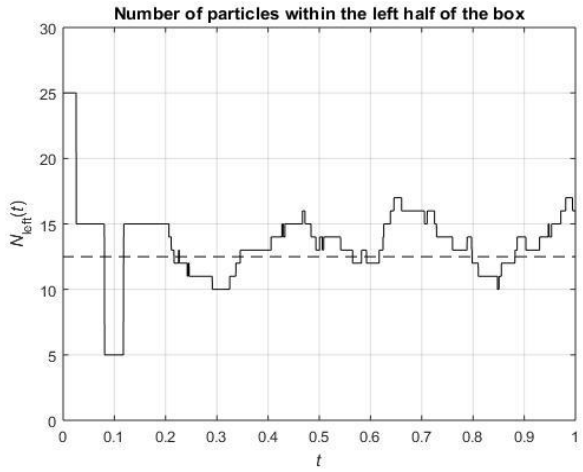


Рисунок 6 - Зависимость числа частиц, находящихся в левой половине ящика, от времени (Nleft=Nleft(t))

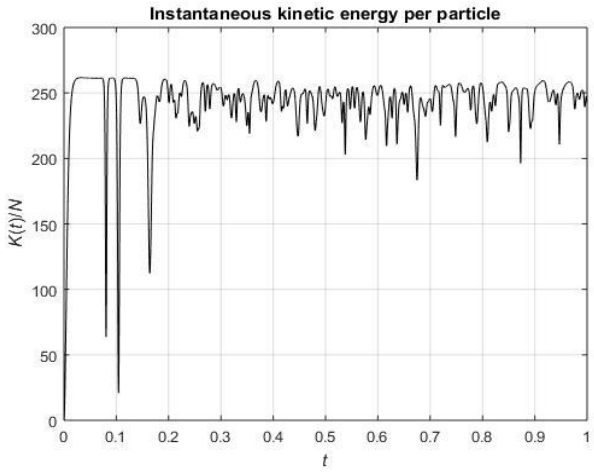


Рисунок 7 - Зависимость кинетической энергии, приходящейся на одну частицу, от времени (Ek=Ek(t))

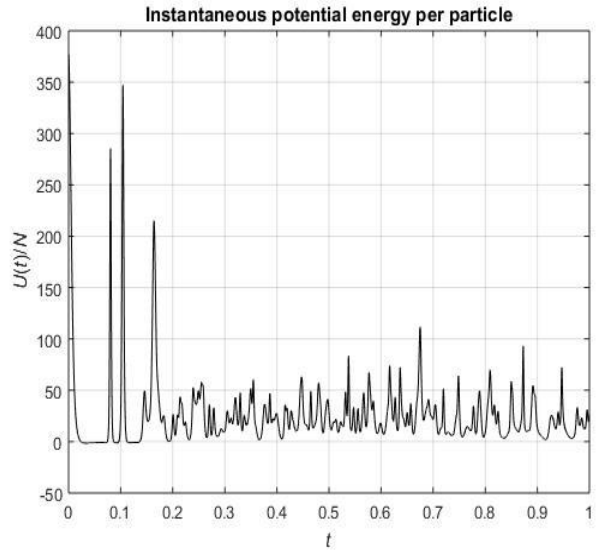


Рисунок 8 - Зависимость потенциальной энергии, приходящейся на одну частицу от времени (Ep=Ep(t))

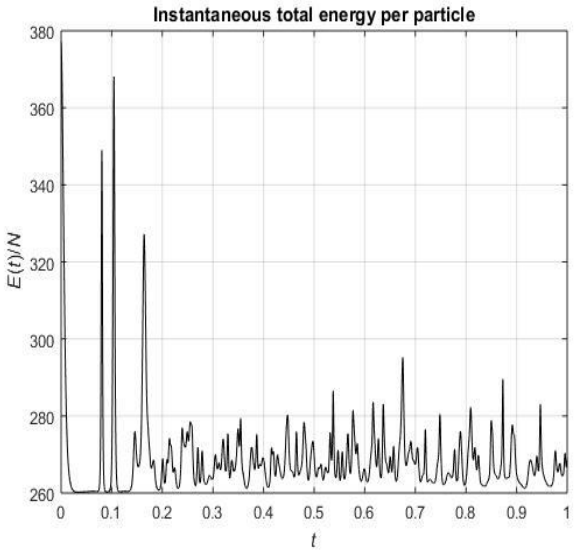


Рисунок 9 - Зависимость полной энергии, приходящейся на одну частицу от времени (E=E(t))

Анализ зависимостей, представленных на рис. 6-9, показывает, что с течением времени система стремится к состоянию равновесия (процесс релаксации), в котором примерно одинаковыми остаются число частиц в левой и правой половинах МД-ячейки и полная энергия системы. (Отметим, что поскольку значения начальной скорости задаются с помощью генератора случайных чисел, данные зависимости, полученные при пересчете документа, будут всегда отличаться от зависимостей, представленных на рис.6-9, однако качественно они должны вести себя подобным образом)[13].

Литературы:

1. Рейф Ф. Статистическая физика. М.: Наука, 1972.

2. Farid F. Abraham, Computational statistical mechanics methodology, applications and supercomputing, Adv. Phys. 35,1(1986).

3. Климонтович Ю.Л. Статистическая физика. М.: Наука, 1982.

4. Румер Ю.Б, Рывкин М.В. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М.: Наука, 1977.

5. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. М.: Мир, 1990.

6. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике, М.: Мир, 1990.

7. Лагарьков Д, Н" СергееВ В, М, Метод молекулярной динамики в статистической физике//Успехи физических наук. 1978. Т. 125. Вып.3. С. 40048.

8. Metropolis N" RosenbluthA, W" RosenbluthM, N" Teller A, H" Keller E, Equation of state calculations for fast computing machines, j, Chem, Phys, 6, 1087, 1953.

9. Alder, B. J.; Wainwright, T. E. (1959). "Studies in Molecular Dynamics. I. General Method". J. Chem. Phys. 31 (2): 459

10. Rahman, A.(19 October 1964). "Correlations in the Motion of Atoms in Liquid Argon". PhysicalReview. 136 (2A): A405–A411

11. D. C. Rapaport (1996) The Art of Molecular Dynamics Simulation.

12. M. Griebel; S. Knapek; G. Zumbusch (2007). Numerical Simulation in Molecular Dynamics. Berlin, Heidelberg: Springer.

13. D. J. Evans and G. P. Morriss (2008) Statistical Mechanics of Nonequilibrium Liquids, Second Edition, Cambridge University Press.

Ә.А. Имаш

Саны көп бөлшектерден тұратын жүйені молекулалық динамика әдісімен модельдеу

Аңдатпа.Леннард-Джонс потенциалы арқылы берілген жұптар арасындағы әсері бар екі өлшемді газдың полярлы емес молекулалары үшін компьютерлік модель құрастырылды. Өзара әрекеттесуші бөлшектердің қозғалысы жөніндегі микроскопиялық теңдеудің тура сандық шешімін қарастыратын бұл модель-молекулалық динамика әдісі негізінде құрылды. Соған қарамастан, зерттеліп отырған жүйе үшін аса жоғары қызығушылықты траекторияның өзі ғана емес, сонымен қатар олардың нәтижесінде есептелінген статистикалық орташалау мен термодинамикалық макро-сипаттамалары тудыруда.

Түйінді сөздер: статистикалық физика, молекулалық динамика әдісі, Леннард-Джонс потенциалы, Коши есебі, кинетикалық энергия, потенциалдық энергия.

A.A. Imash

Modeling a system consisting of a large number of particles using the molecular dynamics method

Annotation.A computer model of a two-dimensional gas of non-polar molecules has been constructed, the pair interaction between which is given by the Lennard-Jones potential. The model is formulated within the framework of the molecular dynamics method, which provides for the direct numerical solution of microscopic equations of motion of interacting particles. The greatest interest is not the trajectories themselves, but the thermodynamic macro-characteristics of the system under study, which are calculated as a result of their statistical averaging.

Keywords: statistical physics, molecular dynamics method, Lennard-Jones potential, Cauchy problem, kinetic energy, potential energy.

УДК 521.112/.116

Е.А. Малков[1], А.А. Беков[2, 3, 4], С.Б. Момынов[2, 3], К.С. Астемесова[2], И.Б. Бекмухамедов[3]

Научный руководитель: д.ф.-м., профессор Беков А.А.

Зарубежный научный руководитель: д.ф.-м., Малков Е.А.

[1]Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, Россия, Новосибирск

[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

[3]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

[4]АО «Национальный центр космических исследований и технологий», Казахстан, г. Алматы

bekov@mail.ru

ОТОБРАЖЕНИЕ ПУАНКАРЕ ДЛЯ ПОТЕНЦИАЛА ХЕНОНА-ХЕЙЛЕСА

Аннотация. *В данной работе исследуется потенциал Хенона-Хейлеса. Во второй половине XX века в астрономии изучались модели движения звезд в цилиндрически симметричном и не зависящем от времени потенциале. Из-за симметрии потенциала трехмерная задача сводится к двумерной, тем не менее нахождение второго интеграла полученной системы в аналитическом виде оказывается неразрешимой задачей даже для сравнительно простых полиномиальных потенциалов. Чтобы доказать существование неизвестного интеграла, ученые Хенон и Хейлес провели анализ исследований для траекторий, в котором используют метод численного интегрирования уравнений движения. Авторы предложили гамильтониан системы, который достаточно прост, что позволяет легко вычислять траектории, а также достаточно сложен, чтобы полученные траектории оказались далеко не тривиальными. При малых энергиях система Хенона-Хейлеса выглядит интегрируемой, так как независимо от начальных условий, траектории, полученные с помощью численного интегрирования, лежат на двумерных поверхностях, т.е. так, как если бы существовал второй независимый интеграл. Для данной системы были получены сечения Пуанкаре. В то же время с увеличением энергии многие из этих поверхностей распадаются, что указывает на отсутствие второго интеграла. Предполагается что, полученные численные результаты, послужат основой для сравнения с аналитическими решениями.*

Ключевые слова*: Модель Хенона-Хейлеса, сечение Пуанкаре, численные решения.*

Интерес к существованию третьего интеграла движения для звезд, движущихся в потенциале галактики, возродился еще в конце 50-х и начале 60-х годов прошлого столетия. Первоначально предполагалось, что потенциал имеет симметрию и не зависит от времени, поэтому в цилиндрических координатах (r, θ, z) это будет только функция от r и z. Должны существовать пять интегралов движения, постоянных для шестимерного фазового пространства. Однако интегралы могут быть либо изолирующими, либо неизолирующими. Неизолирующие интегралы обычно заполняют все доступные фазовые пространства и не ограничивают орбиту.

К тому времени, когда Хенон и Хейлес написали свою пионерскую статью, были только два известных интеграла движения: полная орбитальная энергия и угловой момент на единицу массы звезды. Легко показать, что по крайней мере два интеграла неизолируются. Предполагалось также, что третий интеграл также был неизолирован, потому что до сих пор не найдено никакого аналитического решения. Тем не менее наблюдения звезд вблизи Солнца, а также численные вычисления орбит в некоторых случаях вели себя так, как если бы они подчинялись трем изолирующим интегралам движения.

Хенон и Хейлес попытались выяснить, могут ли они найти какое-либо реальное доказательство того, что должен существовать третий изолирующий интеграл движения. Проводя численные вычисления, они не слишком усложняли астрономический смысл проблемы; они требовали только, чтобы исследованный ими потенциал был аксиально-симметричным. Авторы также предположили, что движение было привязано к плоскости и перешло в декартово фазовое пространство (x, y, $\dot{x}$, $\dot{y}$). После некоторых испытаний им удалось найти действительный потенциал. Этот потенциал аналитически прост, так что орбиты можно вычислить довольно легко, но он все еще достаточно сложный, так что типы орбит нетривиальны. Этот потенциал теперь известен как потенциал Хенона и Хейлеса [1-3].

Потенциал Хенона-Хейлеса, несомненно, является одним из самых простых, классических и характерных примеров открытых гамильтоновых систем с двумя степенями свободы. На выше сказанную тему было посвящено большое количество исследований ученых [4-8].

Потенциал системы Хенона-Хейлеса определяется формулой:

$$U(x,y)=\frac{1}{2}(x^2+y^2+2x^2y-\frac{2}{3}y^3) \tag{1}$$

В уравнении (1) видно, что потенциал фактически состоит из двух гармонических осцилляторов, которые были связаны возмущающими членами $x^2y-\frac{1}{3}y^3$.

Основными уравнениями движения для пробной частицы с единичной массой $(m=1)$ являются:

$$\begin{cases}\ddot{x}=-\dfrac{\partial U}{\partial x}=-x-2xy\\ \ddot{y}=-\dfrac{\partial U}{\partial y}=-y-x^2+y^2\end{cases} \tag{2}$$

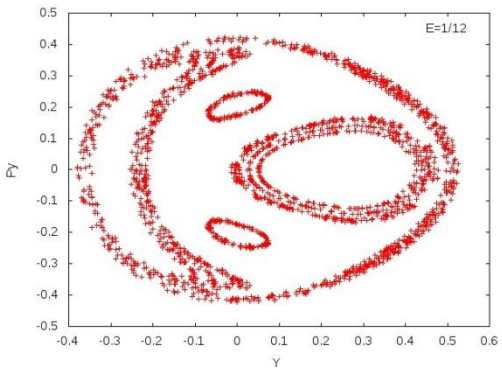
Следовательно, гамильтониан системы (1) имеет вид:

$$H=\frac{1}{2}\left(\dot{x}^2+\dot{y}^2\right)+\frac{1}{2}\left(x^2+y^2\right)+x^2y-\frac{1}{3}y^3=h, \tag{3}$$

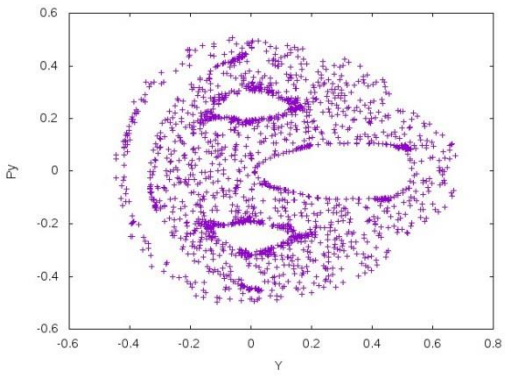
где $\dot{x}$ и $\dot{y}$ - импульсы на единицу массы, x и y – координаты системы; численное значение гамильтониана, которое сохраняется. Видно, что гамильтониан $h>0$ симметричен относительно $x\to -x$, а H также проявляет симметрию вращения при 2π / 3.

Для исследования системы Хенона-Хейлеса используется метод сечения Пуанкаре. Достоинства данного метода особенно проявляются, когда рассматриваются нелинейные системы, для которых точные решения неизвестны. В этом случае фазовые траектории рассчитываются численными методами.

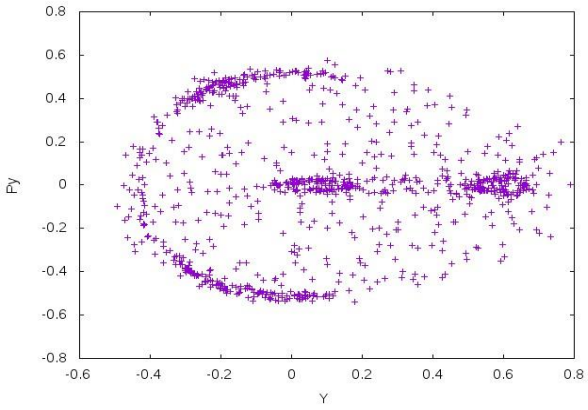
Для решения систем уравнений (2) выбираются граничные условия так, чтобы они удовлетворяли уравнение (3). Далее системы уравнения (2) решаются на основе метода Рунге – Кутты. Для построения сечения Пуанкаре выбираются те значения, которые пересекают плоскость $x=0$. Ниже представлены сечения Пуанкаре для систем Хенона-Хейлеса при разных значениях энергии: $E=1/12$, $E=1/8$, $E=1/6$ (рисунок 1 а, б, в). С увеличением энергии структура сечений разрушается. Полученные результаты согласуются с другими авторами[1,2].



а) Сечение Пуанкаре при $E = \frac{1}{12}$



б) Сечение Пуанкаре при $E = \frac{1}{8}$



в) Сечение Пуанкаре при $E = \frac{1}{6}$

Рисунок 1 – Сечения Пуанкаре

Таким образом, результаты, полученные численным методом, определяют колебания для модели Хенона-Хейлеса и служат основой для сравнительного анализа при определении аналитического отображения.

Список литературы

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. М:Мир, 1985-529с.

2. Euaggelos E. Zotos. Classifying orbits in the classical Henon-Heiles Hamiltoninan system. arXiv:1502.02510v1 [nlin.CD] 9 Feb 2015.

3. Вернов С. Ю. Построение решений обобщенной системы Хенона–Хейлеса с помощью теста Пенлеве, ТМФ, 2003, том 135, № 3, 409–419

4. Omarov Ch. T. and Malkov E. A. Chaotic Behavior of Oscillations of Self-Gravitating Spheroid Order and Chaos in Stellar and Planetary Systems ASP Conference Series, Vol. 316, 2004.

5. Euaggelos E. Zotos, A. Riano-Doncel, F. L. Dubeibe Basins of convergence of equilibrium points in the generalized Henon-Heiles system arXiv:1803.07398v1 [nlin.CD] 20 Mar 2018

6. Euaggelos E.Zotos An overview of the escape dynamics in the Henon-Heiles Hamiltonian system arXiv:1709.04360v2 [nlin.CD] 14 Sep 2017

7. Aguirre J., Vallejo J.C., Sanjuan M.A.F. Wada basins and chaotic invariant sets in the Henon-Heiles system. Phys. Rev E **64**, 066208-1-11 (2001)

8. Aguirre J., Sanjuan M.A.F. Limits of small exits in open Hamiltonian systems. Phys. Rev E **67**, 056201-1-7 (2003)

Е.А. Малков, А.А. Беков, С.Б. Момынов, К.С. Астемесова, И.Б. Бекмухамедов

Хенон-Хейлес потенциалын Пуанкаре әдісімен бейнелеу

Түйіндеме. Берілген мақалада Хенон-Хейлес моделі қарастырылады. 20 ғасырдың екінші жартысында жұлдыздар қозғалысының цилиндрлік симметриялы және уақыттан тәуелсіз потенциал моделі зерттелді. Потенциалдың симметриялығы арқасында үш өлшемді есепті екі өлшемді есеп ретінде қарастыруға болады, алайда берілген жүйенің аналитикалық түрде екінші интегралын табу, тіпті салыстырмалы түрде қарапайым полиномиальды потенциалдар үшін шешілмейтін мәселе болып табылады. Белгісіз интегралдың бар екенін дәлелдеу үшін, Хенон мен Хейлес қозғалыс теңдеулерінің сандық интегралдау әдісін пайдаланып траектория бойынша зерттеулер жасады. Авторлар жүйенің гамильтонианын ұсынды, ол өте қарапайым және траекторияны есептеуді жеңілдетеді, сонымен қатар алынған траекториялар тривиалды емес күрделі болып табылады. Энергияның төмен деңгейлерінде Хенон-Хейлес жүйесі интегралданады, екінші белгісіз интергралы бар секілді бастапқы шарттардан тәуелсіз жүйенің траекториясы сандық интегралдық әдіспен шешіліп, екі өлшемді кеңістікте сипатталады. Берілген жүйе үшін Пуанкаре қималары алынды. Сонымен қатар, энергияның өсуімен, осы беттердің көпшілігі ыдырайды, бұл екінші интегралдың болмауын көрсетеді. Алынған сандық нәтижелер аналитикалық шешімдермен салыстыру үшін негіз болады деп болжануда.

Түйін сөздер: Хенон-Хейлес моделі, Пуанкаре қимасы, сандық шешімдер.

E.A. Malkov, A.A. Bekov, S.B.Momynov, K.S. Astemesova, I.B. Bekmukhamedov

Poincare map of the Henon-Heiles potential

Summary. In this paper the Henon-Heiles potential is considered. In the second half of the 20th century, in astronomy the model of motion of stars in a cylindrically symmetric and time-independent potential was studied. Due to the symmetry of the potential, the three-dimensional problem reduces to a two-dimensional problem; nevertheless, finding the second integral of the obtained system in the analytical form turns out to be an unsolvable problem even for relatively simple polynomial potentials. In order to prove the existence of an unknown integral, the scientists Henon and Heiles carried out an analysis of research for trajectories in which the method of numerical integration of the equations of motion is used. The authors proposed the Hamiltonian of the system, which is fairly simple, which makes it easy to calculate trajectories, and is also complex enough that the resulting trajectories are far from trivial. At low energies, the Henon-Heiles system looks integrable, since independently of the initial conditions, the trajectories obtained with the help of numerical integration lie on two-dimensional surfaces, i.e. as if there existed a second independent integral. Poincaré sections were obtained for this system. At the same time, with the increase in energy, many of these surfaces decay, which indicates the absence of the second integral. It is assumed that the obtained numerical results will serve as a basis for comparison with analytical solutions.

Keywords: Henon-Heiles model, Poincaré section, numerical solutions.

УДК 54-44; 539.23

А.Л. Мереке[1,2], Р.Е. Бейсенов[1,2], А.Г. Умирзаков[1,2], Б.А. Рахметова[1], А.А. Шайкенова[1,2], М.А. Муратов[1,2]

Научный руководитель - Р.Е. Бейсенов, PhD, Зав. кафедры «Инженерная физика» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, зав. лаб. «ЭПР спектроскопии им. Ю.В. Горелкинского» ТОО «Физико-технический институт»

[1]ТОО «Физико-технический институт» ,Казахстан, г. Алматы

[2]Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет им. К. И. Сатпаева,Казахстан, г. Алматы

Mereke.almaz@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ФОТОАНОДА ДЛЯ ФОТОКТАЛИТИЧЕСКОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ ВОДЫ

Аннотация. *Фотокаталитическое расщепление воды с помощью солнечного света является перспективной технологией, способной обеспечить производство большого количества энергии без побочных продуктов и вредных веществ. В данной работе рассматривается метод расщепления при помощи пористогофотокатализаторана основе оксидов металловс различным количеством порообразующего агента.*

Для получения сверхтонких фотокатализатических фотоанодовбыла разработана методика получения пористого фото-анода при помощи добавления порообразующего реагента в наноразмерные порошки дисперсностью 50-70нм.

Расчет порошкового состава проводился для получения стехиометрического составачерез отдельные компоненты ($Co_{0.50}Ti_{0.50})O_3$. Взвешивание проводилось на аналитических весах высокой точности. Полученная навеска предварительно смешивалась промалывалась в агатовой ступке. Затем смесь порошков $CoTiO_3$засыпалась в цилиндрическую емкость из карбида вольфрама и заполнялась шарами из карбида вольфрама с диаметром 5мм. Карбид вольфрамовый цилиндр с шарами и порошком устанавливался в шаровую мельницу с таймером измельчения. Смесь порошков промалывалась в течение 20 минут. Измельченная смесь порошков смешивалась в водном растворе с различным количеством пропанта (порообразующим реагентом), субмикронного размера (который испаряется при низких температурах). Тонкие покрытия с различными фотокаталитическими материалами наносятся на поверхность Ni фольги (которая предварительно была отчищена) и быстро спекают в высокотемпературная 3 зонная печь SPX (Германия) при температуре 900°C в течение 2 часов в атмосфере воздуха.

Ключевые слова:*расщепление воды, генерация водорода, 3-D пористые материалы, фотоанод, TiO2, CoTiO3.*

Получения пористого фотоанода.

Для получения сверхтонких фотокаталитических анодов в качестве исходных материалов использовались наноразмерные порошки оксида кобальта Co_2O_3 и оксида титана TiO_2 (анатаз) чистотой 99.9% и со средней дисперсностью 50-70 нм. Изготовление трехмерных пористых структур, первым этапом включает в себя подготовку шихты с стехиометрическим соотношением наноразмерных порошков оксидов металлов. Например, стехиометрический состав порошка $(Co_{0.50}Ti_{0.50})O_3$.

Подбор навески порошков проводился на аналитических весах ShimadzuAX200, Япония. Полученная навеска оксидных порошков предварительно смешивалась в агатовой ступке до получения однородной массы.

Проведен дополнительный процесс перемешивания порошков оксидов металлов механоактивированием для детального смешивания. Для этого, предварительно перемешанная шихта порошков Co_2O_3 и TiO_2 засыпалась в цилиндрическую помолочную емкость из карбида вольфрама и заполнялась шарами из карбида вольфрама с диаметром 5 мм. Карбид вольфрамовый цилиндр с шарами и порошком устанавливался в шаровую мельницу «SPEX8000» оснащенный таймером времени обработки. Смесь порошков перемешивалась в течение 20 минут.

Следующим этапом проведения работ являлось добавление порообразующего агента в подготовленную шихту для получения пористой структуры материала. В качестве порообразующего агента, был выбран материал на основе аммониевых солей, способный переходить из твердого в газообразное состояние без образования промежуточной фазы, при обработке низкими температурами, а также не вступающий в реакцию с исходными материалами шихты. Использование данного материала в качестве порообразователя гарантировало его полное удаление и отсутствие в структуре исходной шихты при обработке высокими температурами. Добавление порообразующего агента проводилось в различном соотношении к массе шихты. В таблице 1 показаны параметры подготовки образцов при добавлении в шихту различного соотношения порообразующего агента.

В смесь шихты порошков Co_2O_3 и TiO_2 и порообразующего агента добавлялся этиловый спирт, который был использован в качестве связующего материала. Полученная субстанция послойно наносилась на поверхность никелевой фольги, которая дополнительно выполняла функцию токосъёмного материала при изготовлении фотоанода. Слой Co_2O_3 и TiO_2 и порообразующего агента на никелевой фольге помещался в сушильный шкаф с температурой 60 °C в течении 8 часов для полного выпаривания порообразователя и

формирования пористой структуры материала тонкопленочного слоя. Далее проводился процесс спекания образцов при температурах 900-1100 °С в течение 2 часов на воздухе.

Таблица 1 - Параметры получения тонких пленок с добавлением различного количество пропанта

№	Название	Кол-во добавленного пропанта в смесь порошков по молярной массе от массы полученного образца	Температура отжига / время
1	TiO_2/Co_3O_4	50%	1100°C/ 2часа
2	TiO_2/Co_3O_4	50%	900°C/2часа
3	TiO_2/Co_3O_4	30%	900°C/2часа
4	TiO_2/Co_3O_4	20%	1100°C/2часа
5	TiO_2/Co_3O_4	20%	900°C/2часа
6	TiO_2/Co_3O_4	15%	900°C/2часа

Микроструктура полученных тонкопленочных оксидных материалов используемых в качестве фотокатализаторов была исследована на сканирующем электронном микроскопе JSM-6490LA, компании JEOL, Япония.

Литература:

1. Pao, H.-T.; Tsai, C.-M. CO_2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. Energy Policy 2010, 38, 7850–7860.

2. Davis, S.J.; Caldeira, K. Consumption-based accounting of CO_2 emissions. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2010,107, 5687–5692.

3. Dodman, D. Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. Environ. Urban. 2009, 21, 185–201.

4. Moniz, S.; Shevlin, S.A.; Martin, D.; Guo, Z.; Tang, J. Visible-Light Driven Heterojunction Photocatalysts for Water Splitting—A Critical Review. Energy Environ. Sci. 2015, 8, 731–759.

5. Byrne, J.; Hughes, K.; Rickerson,W.; Kurdgelashvili, L. American policy conflict in the greenhouse: Divergent trends in federal, regional, state, and local green energy and climate change policy. Energy Policy 2007, 35, 4555–4573.

6. Solomon, S.; Plattner, G.-K.G.; Knutti, R.; Friedlingstein, P. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2009, 106, 1704–1709.

7. Di Primio, R.; Horsfield, B.; Guzman-Vega, M. Determining the temperature of petroleum formation from the kinetic properties of petroleum asphaltenes. Nature 2000, 406, 173–176.

8. Barbier, E. Geothermal energy technology and current status: An overview. Renew. Sustain. Energy Rev. 2002, 6, 3–65.

9. Dincer, I.; Zamfirescu, C.; Dinçer, ˙I.; Zamfirescu, C.; Dincer, I.; Zamfirescu, C. Sustainable Energy Systems and Applications; Springer Science & Business Media: New York, NY, USA, 2011; Volume 6.

10. Parida, B.; Iniyan, S.; Goic, R. A review of solar photovoltaic technologies. Renew. Sustain. Energy Rev. 2011, 15, 1625–1636.

11. Xie, W.T.; Dai, Y.J.; Wang, R.Z.; Sumathy, K. Concentrated solar energy applications using Fresnel lenses: A review. Renew. Sustain. Energy Rev. 2011, 15, 2588–2606.

12. Zamfirescu, C.; Dincer, I.; Naterer, G.F.; Banica, R. Quantum efficiency modeling and system scaling-up analysis of water splitting with Cd1-xZnxS solid-solution photocatalyst. Chem. Eng. Sci. 2013, 97, 235–255.

13. Turner, J. A Sustainable hydrogen production. Science 2004, 305, 972–974.

14. Melián, E.P.; Díaz, O.G.; Méndez, A.O.; López, C.R.; Suárez, M.N.; Rodríguez, J.M.D.; Navío, J.A.; Hevia, D.F.; Peña, J.P. Efficient and affordable hydrogen production by water photo-splitting using TiO_2-based photocatalysts. Int. J. Hydrog. Energy 2013, 38, 2144–2155.

15. Zhu, J.; Zäch, M. Nanostructured materials for photocatalytic hydrogen production. Curr. Opin. Colloid Interface Sci. 2009, 14, 260–269.

16. Fujishima, A.; Honda, K. Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode. Nature 1972, 238, 37–38.

17. Ikeda, S.; Itani, T.; Nango, K.; Matsumura, M. Overall water splitting on tungsten-based photocatalysts withdefect pyrochlore structure. Catal. Lett. 2004, 98, 229–233.

А.Л.Мереке, Р.Е.Бейсенов, А.Г.Умирзаков, Б.А.Рахметова, А.А.Шайкенова, М.А. Муратов

Суды фотокаталитикалық ыдырату үшін кеуекті фотоанодты алу

Аңдатпа.Күн сәулесінің көмегімен суды фотокаталитикалық ыдырату көп мөлшердегі энергияны өндірудегі қолайсыз өнімдерсіз және зиянды заттарсыз алуға мүмкіндік беретін келешегі бар технология болып табылады. Осы жұмыста әртүрлі мөлшердегі кеуектүзгіш агент қосылған металл оксидтер негізіндегі кеуекті фотокатализатордың көмегімен ыдыратудың әдістері қарастырылған.

Түйін сөздер:судың ыдырауы, сутегінің генерациялануы, 3-D кеуекті материалдар, фотоанод, TiO_2, $CoTiO_3$.

A.L.Mereke, R.E. Beissenov, A.G. Umirzakov, B.A.Rakhmetova, A.A.Shaikenova, M.A. Muratov

Synthesis of a porous photo anode for photocalytic water splitting

Abstracrt. This paper presents the photocatalytic splitting of water using sunlight which is a promising technology capable of producing large amounts of energy without by-products and harmful substances. This paper discusses the method of splitting using a porous photocatalyst based on metal oxides with a different amount of a pore-forming agent.

Keywords:water splitting, hydrogen generation, 3-D porous materials, photo-anode, TiO2, CoTiO3.

УДК 666.972.7

В.П. Селяев[1], Р.Е. Нурлыбаев[2],
Н.Н. Киселёв[1], О.В. Лияскин[1], И.Б. Сангулова[3]
[1]ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
[2]ТОО "SAVENERGY", г. Алматы, Республика Казахстан
[3]НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»[2], г.Алматы, Республика Казахстан
indiraberkinbaykyzy@gmail.com

ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ СЖАТИИ И СДВИГЕ ВАКУУМНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПАНЕЛЕЙ

Аннотация. *В данной статье представлены диаграммы деформирования при сжатии и сдвиге вакуумных теплоизоляционных панелей, определение модуля сдвига вакуумной теплоизоляции**,**процесс испытания вакуумной панели на сдвиг, диаграммы испытания китайского образца вакуумной теплоизоляции и вакуумной теплоизоляции на основе пирогенного микрокремнезема и на основе диатомита. Представлена оценка работы конструкций с применением вакуумных теплоизоляционных панелей благодаря вакуума внутри панелей. Показаны результаты зависимости модуля сдвига вакуумной теплоизоляционной панели от состава наполнителя панели, величины вакуума и прочностных характеристик оболочки панели.*

Ключевые слова: *вакуумная теплоизоляция, пирогенный микрокремнезем, диатомит,плотность, деформация, наполнитель, вакуумная панель.*

Механические характеристики утеплителей крайне важны при их применении в конструкция подвергающихся интенсивным механическим воздействиям. Теплотехнические характеристики вакуумной теплоизоляции позволяют использовать её в ограждающих конструкциях [1]. Использование вакуумных при утеплении плоских кровель, балконов, полов требует знания особенностей работы под нагрузкой материала. Это делает актуальной задачу исследования механических характеристик вакуумных панелей [2].

В качестве образцов были изготовлены вакуумные теплоизоляционные панели на основе пирогенного микрокремнезема и диатомита размером 100мм на 100мм на 10 мм. Плотность образцов составила 170 и 260 $кг/м^3$ соответственно. Для сравнения испытывалась панель китайского производства в металлизированной оболочке. Оболочка образцов представляет собой сваренный с трех сторон термической сваркой герметичный пакет из двухслойного пластика (PET/PE) [3].

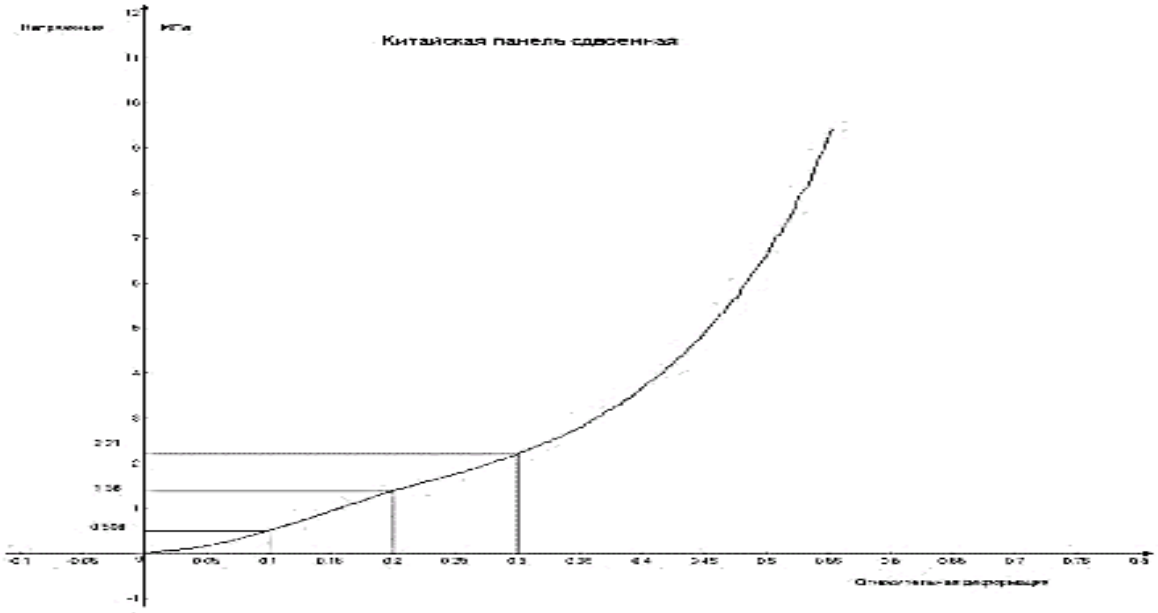


Рисунок 1 – диаграмма, полученная при испытании китайского образца вакуумной теплоизоляции.

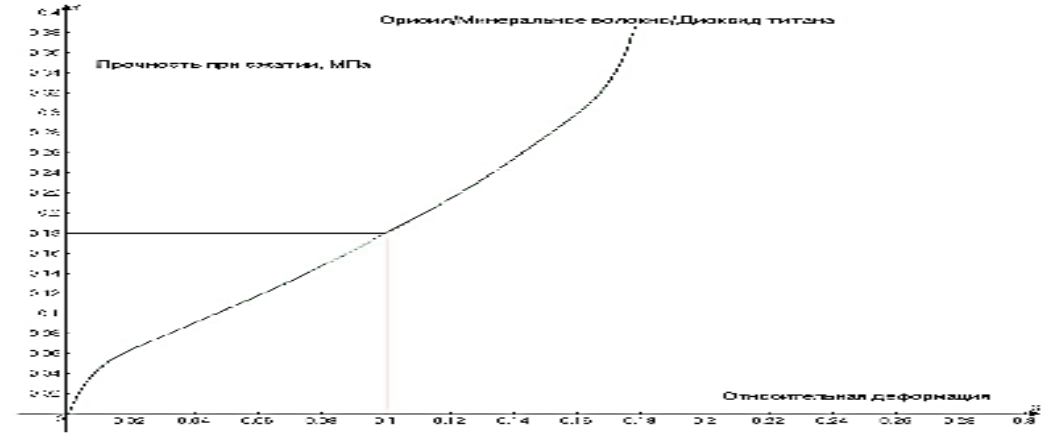


Рисунок 2 – диаграмма, полученная при испытании вакуумной теплоизоляции на основе пирогенного микрокремнезема.

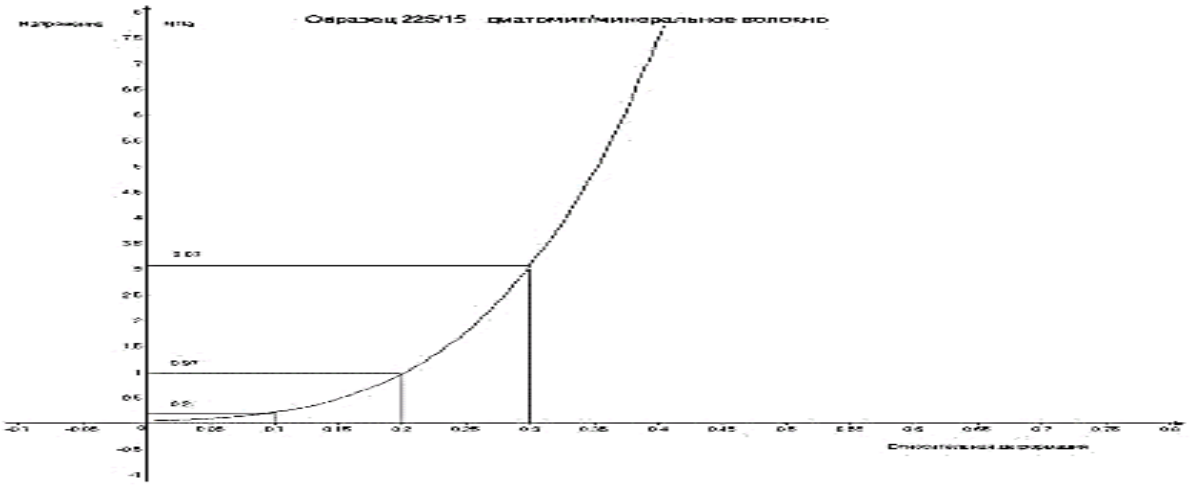


Рисунок 3 – диаграмма, полученная при испытании вакуумной теплоизоляции на основе диатомита

Как видно из рисунков 1, 2, 3 во всех случаях вакуумных панели под сжимающей нагрузкой ведут себя как самоупрочняющийся материал. Под нагрузкой панель уплотняется без нарушения целостности оболочки, что при наличии защиты от колющих и режущих повреждений дает возможность применения подобных панелей в конструкциях с умеренной точечной нагрузкой.

Определение модуля сдвига вакуумной теплоизоляции

Сложность оценки работы конструкций с примененинием вакуумных теплоизоляционных панелей заключается в том, что сыпучие материалы не могут эффективно работать при сдвиге. Однако при наличии вакуума внутри панели это становиться возможным [4].

С целью определения модуля сдвига вакууных теплоизоляционных панелей были изготовлены образцы с наполнителем на основе пирогенного микрокремнезема размером 100x100x10 мм, упакованные в три вида оболочек: 50 мкм PA/50 мкм PE, 12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 50 мкм PE-LD, 12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 50 мкм PE-LD + защитный слой из стеклопластика . Образцы закреплялись с помощью клея COSMO CA-500.200 к станине с одной стороны и с другой стороны к пластине через которую передавалась нагрузка на панель от пресса. Процесс испытания показан на рис. 4. Результаты испытаний приведены на рисунках 5, 6, 7.

Рисунок 4 – Процесс испытания вакуумной панели на сдвиг

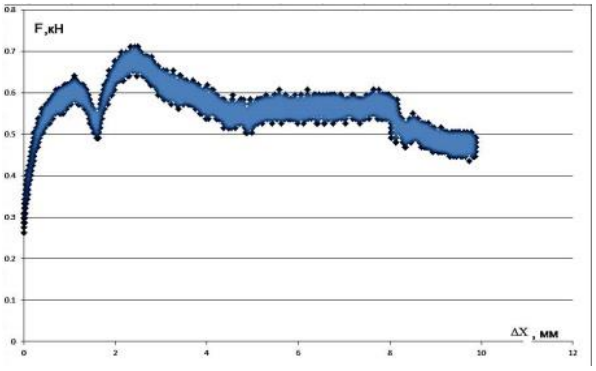


Рисунок 5 – диаграмма, полученная при испытании образца с оболочкой (12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 50 мкм PE-LD + защитный слой из стеклопластика)

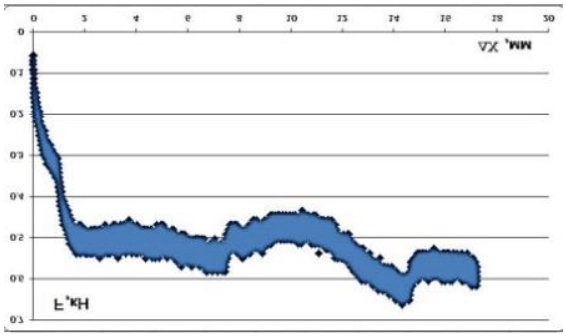


Рисунок 6 – диаграмма, полученная при испытании образца с оболочкой (12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 50 мкм PE-LD)

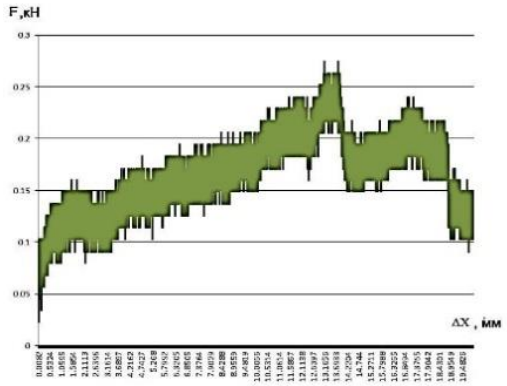


Рисунок 7 – диаграмма, полученная при испытании образца с оболочкой (50 мкм PA/50 мкм PE)

Значение модуля сдвига определялось по ниже приведенной формуле :

$$G = \frac{\tau_{xy}}{\gamma_{xy}} = \frac{F/A}{\Delta x/I} = \frac{FI}{A\Delta x}$$

$\tau_{xy} = F/A$ – касательное напряжение;
F – действующая сила;
A – площадь, на которую действует сила;
$\gamma_{xy} = \Delta x/I = tg\theta$ – сдвиговая деформация;
Δx – смещение;
I – начальная длина

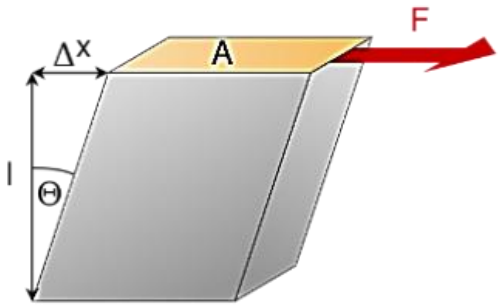


Рисунок 8 - Схема определения модуля сдвига образца

Таблица 1 – Результаты испытаний на сдвиг вакуумных панелей

№	Наименование оболочки панели	A, м. кв.	F, Н	ΔX, м	L, м	G, ГПа
1	12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 50 мкм PE-LD + защитный слой из стеклопластика)	0,01	700	0,0022	0,01	0,000318
2	12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 12 мкм PETmet / 50 мкм PE-LD	0,01	550	0,002	0,01	0,000275
3	50 мкм PA/50 мкм PE	0,01	250	0,0137	0,01	0,0000175

Таблица 2 – Сравнение Модуля упругости различных материалов

Материал	G, ГПа
Алмаз	478
Сталь	79,3
Медь	45,5
Полиэтилен	0,117
Резина	0,0006
Образец-1	0,000318
Образец-2	0,000275
Образец-3	0,0000175

Как видно из полученных результатов, модуль сдвига вакуумной теплоизоляционной панели зависит не только от состава наполнителя панели и величины вакуума, но и прочностных характеристик оболочки панели. В процессе сдвига происходит деформация объема панели и поверхности оболочки, через которую передается нагрузка.

Литература:

1. Теплоизоляционные материалы и изделия на основе вакуумированныхдисперстных порошков микрокремнезема и диатомита: монография / В.П. Селяев, В.А. Неверов, А.К. Осипов [и др.] Саранск: Изд–во Мордов. ун–та, 2013. – 220 с.

2. Селяев, В.П. Свойства микрокремнезема из природного диатомита и его применение в производстве вакуумных теплоизоляционных панелей / В.П. Селяев, В.А. Неверов, О.Г. Маштаев, А.В. Колотушкин // Инженерно-строительный журнал. –2013. –N 7. – С. 15-25.

3. Селяев П.В., Киселев Н.Н., Лияскин О.В. Принципы создания порошковой теплоизоляции на основе микрокремнезема // Региональная архитектура и строительство. – 2016.– № 3 (28). – С. 55-59.

4. Селяев В.П., Данилов А.М., Селяев П.В., Киселев Н.Н., Маштаев О.Г., Кечуткина Е.Л. Возможность применения хлопкового волокна для производства вакуумных теплоизоляционных панелей // Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 1. – С. 112-118.

В.П. Селяев, Р.Е. Нурлыбаев,
Н.Н. Киселёв, О.В. Лияскин, И.Б. Сангулова

Вакуумды жылуизоляциялық панельдердің сығылу және ығысудағы деформация диаграммалары

Аннотация. Берілген мақалада вакуумды жылуизоляциялық панельдердің сығылу және ығысудағы деформацияларының диаграммалары, вакуумды жылуизоляцияның ығысу модулін анықтау,вакуум панельдердің ығысуға сынау процесі, пирогенді микрокремнезем және диатомит негізіндегі вакуумдық жылуизоляция және Қытай үлгісі негізіндегі вакуумды жылуоқшаулағыштарды сынау диаграммалары келтірілген. Панельдер ішінде вакуум негізінде вакуумдық жылуизоляциялық панельдері бар конструкциялардың жұмысын бағалау келтірілген. Вакуумды жылуизоляциялық панельдердің ығысуға модулінің панельдердің толтырғыштарына, вакуум шамасына және панель қабығының беріктік сипаттамаларынатәуелділігі көрсетілген.

Түйін сөздер: вакуумды жылу оқшаулағыш, пирогенді микрокремнезем, диатомит, тығыздық, деформация, толтырғыш, вакуумды панель.

V. P. Selyaev, R. E. Nurlybaev,
N. N. Kiselev, O. V. Liyaskin, I. B. Sangulova

Diagrams of deformation during compression and shear of vacuum thermal insulation panels

Abstract. This article presents the devormation diagram in the compression and shear of vacuum heat insulation panels, the determination of the shear modulus of vacuum insulation, the process of testing the vacuum panel on the shift, the test diagram of the Chinese sample of vacuum insulation and vacuum insulation on the basis of pyrogenic silica and diatomite. Shows the evaluation of structures with application of vacuum heat-insulating panels due to the vacuum inside the panels. The results of the dependence of the shear modulus of the vacuum thermal insulation panel on the composition of the panel filler, the vacuum value and the strength characteristics of the panel shell are shown.

Keywords: vacuum insulation, pyrogenic silica fume, diatomite, density, deformation, filler, vacuum panel.

УДК544.032.72;621.315.592.

А.С. Чекиева[1], Н.М. Кислякова[2], Н.А.Чучвага[2]
Научный руководитель: Н.С. Токмолдин,заведующий лабораторией фотоэлектрических явлений и приборов,PhD
[1]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
[2]ТОО «Физико-технический институт», Казахстан, г.Алматы
aruqkz@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАВЛЕНИЯ В КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИНАХ ДЛЯ ФОТОВОЛЬТАИКИ

Аннотация. *В данном докладе рассматриваются общие представления о солнечной энергетике,о принципе работы фотоэлементов,отехнологических процессах микрообработки кремния, о технологии HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer), которая базируется на формировании гетероперехода при помощи тонких пленок аморфного кремния, также о важности полировки. В рамках преддипомломной практики была произведена повторная влажная химическая обработка монокристаллических кремниевых пластин n-типа проводимости, которые были очищены и протравлены ранее, также с помощью прибора Sinton были измерены времена жизни неосновных носителей заряда. Полученные результаты были сравнены с ранее очищенными и протравленными образцами. Заметили, что время жизни неосновных носителей заряда увеличилось после повторной влажной химической очистки.*

Ключевые слова: *гелиоэнергетика, монокристаллический кремний, влажная химическая обработка, полировка,HIT*

Введение. В настоящее время в общественном сознании крепнет убежденность в том, что энергетика будущего должна базироваться на крупномасштабном использовании солнечной энергии, причем в самых разных ее проявлениях. Солнце — это огромный, неиссякаемый, абсолютно безопасный источник энергии, в равной степени всем принадлежащий и всем доступный. Ставка на солнечную энергетику должна рассматриваться не только как беспроигрышный, но в долговременной перспективе и как безальтернативный выбор для человечества[1]. Гелиоэнергетика непосредственно преобразует энергию солнечного излучения в электрическую. Принцип работы фотоэлементов основан на фотоэлектрическом эффекте – преобразовании энергии фотонов в электричество[2]. Эффективность кремниевых панелей фотоэлементов составляет 14-15%, а эффективность фотоэлементов на основе галлия, индия, германия достигает 34%, но стоят они ещё дороже кремниевых, сейчас их устанавливают только на космических кораблях[3].

Анализ тенденций развития рынка солнечной энергетики показывает, что при сохранении стоимости на кристаллический кремний на современном уровне в ближайшем будущем конкурентоспособными будут технологии, обеспечивающие эффективность преобразования солнечного света порядка 20% и выше. Одной из наиболее привлекательных технологий изготовления солнечных элементов (СЭ) на основе кристаллического кремния (c-Si) является HIT (HeterojunctionwithIntrinsicThinlayer) технология, базирующаяся на формировании гетероперехода при помощи тонких пленок аморфного кремния (a-Si:H), нанесенных на поверхность пластины c-Si. СЭ изготовленные по такой технологии обладают всеми преимуществами классических СЭ на основе кристаллического кремния, включая высокую эффективность достигающую на сегодняшний день 24,7%, что соответствует уровню рекордных величин для монокристаллического кремния, и в то время как они могут быть полностью изготовлены при низких температурах. Неоспоримым преимуществом данной технологии, безусловно, является высокий показатель КПД, достигающий уровня 24,7% в промышленном производстве. Дополнительными преимуществами этой технологии являются низкий, по сравнению с классическими СЭ на c-Si, температурный коэффициент снижения мощности и низкотемпературный процесс формирования таких структур, что позволяет использовать более тонкие пластины c-Si, и следовательно, производить более экономный расход материала, что невозможно при использовании высоких температур вследствие деформации пластин c-Si [4].

Для уменьшения внешнего отражения света от поверхности ФЭП и улучшения внутреннего отражения на пластинах делается текстурирование поверхности. На одной из стадий влажной химической очистки пластин производится текстурирование – стравливание слоёв кремния в направлении (111), так, чтобы на поверхности монокристаллической кремниевой пластины получились пирамидки. Поэтому для производства ФЭП предпочтительней использовать кремниевые пластины с ориентацией (100)[5,6]. Высота пирамид обычно составляет около нескольких микрон, одновременно с текстурированием или непосредственно до его проведения производят травление поверхности от нарушенного слоя,образовавшемся при резки слитка на пластины. Для финальной очистки от загрязнений, а также стравливания оксида кремния с поверхности используют плавиковую кислоту (HF)[7,8]. Полный метод очистки пластины включает в себя обезжиривание в перекиси водорода (окисление) и щёлочи (удаление оксида), промывку водой, травление нарушенного слоя в щёлочи, очистку от металлов в кислотах и удаление оксидной плёнки в плавиковой кислоте. Во время процесса окисления вместе захватываются загрязнения поверхности, которые потом стравливаются вместе с оксидной плёнкой во время процесса восстановления[9].В ходе выполнения работ была проведена повторная влажная химическая обработка монокристаллических кремниевых пластин, также измерены времена жизни неосновных носителей зарядана приборе Sintonи сравнены с образцами прошлого года.

Изначально для утонения кремниевых пластин использовалась шлифовка с помощью абразивных материалов. Но уже со второй половины 1970-х годов появились тенденции к уменьшению толщины пластины, а методы шлифования, соответственно, изменились. В существующих сегодня методах утонения применяется грубое и тонкое шлифование, а также травление (сухое или мокрое) для получения гладкой поверхности. Сегодня для получения гладкой поверхности чаще всего применяют травление пластины кислотами (HF или HNO3).Обычно таким методом можно снять слой в 10–30 мкм. Еще одной слабой стороной стандартных методов утонения пластин является необходимость перемещения пластин с одного рабочего столика на другой при переходе на следующий этап обработки. Поэтому толщину пластин ограничивают 120– 150 мкм, чтобы снизить риск изломов и трещин. Процесс полировки подобен используемым в настоящее время методам шлифовки. Полирующее вещество подается на вращающийся диск с прикрепленными к нему мягкими площадками, диск прижимается к полируемой пластине, удерживаемой на держателе. Этот метод объединяет в себе химический и механический процессы, проходящие на уровне молекул и атомов. В качестве полировального раствора используется коллоидный раствор оксида кремния в гидроксиде аммония (NH_4OH), который обычно смешивают с деионизированной водой в соотношении 1:20. Размер частиц раствора обычно не превышает 100 нм. Кремниевую пластину полируют, чтобы добиться абсолютно гладкой поверхности. После полирования на поверхности не должно оставаться никаких загрязнений или трещин. Проверка электронным микроскопом показывает, что этой цели удается достичь. Это означает, что в процессе полировки, в отличие от шлифовки, не образуются хрупкие поверхности, следовательно, его можно считать безопасным способом обработки пластин[10].

В данной работе представлены результаты повторной влажной химической обработки монокристаллических кремниевых пластин n-типа проводимости,которые были очищены и протравлены ранее, также с помощью прибора Sinton были измерены времена жизни неосновных носителей заряда(Таблица 1). Повторная влажная химическая очистка состоит из следующих шагов:

1. Очистка от металлов в растворе HF+HCl при комнатной температуре - 3минуты
2. Промывание водой – 2 минуты(дважды)
3. Сушка пластин
4. Процесс оксидирования в растворе HNO_3 (40%) при 75℃ – 4 минуты ($Si + 4HNO_3 = SiO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$).
5. Промывание водой – 2 минуты(дважды)
6. Сушка пластин
7. Стравливание оксидного слоя в растворе – 2 минуты

HF(8%) при комнатной температуре (стравливает оксидную плёнку с образованием SiF_4).

8. Промывание водой – 2 минуты(дважды)
9. Сушка пластин

Таблица 1 - Очистка образцов, которые были очищены и протравлены ранее.

№ образца	KOH%	Время травления (мин.)	Дата травления	τ (время жизни в мкс)	τ (время жизни в мкс)от 05.02.19г
17-1	5%	1	26.09.18	3,13	4,06
17-6	5%	2	26.09.18	6,38	7,05
18-4	5%	2	04.10.18	7,98	11,58
17-12	5%	6	28.09.18	7,4	11,02
17-14	5%	8	28.09.18	8,12	10,02

Из таблицы 1 можно заметить,что время жизни неосновных носителей заряда(τ) заметно увеличилось после поторной влажной химической обработки.То есть, неосновные носители

заряда,в моем случае дырки, сгенерированные в подложке светом, будут существовать относительно долго перед тем как рекомбинируют с электронами.

Заключение

Кремниевые солнечные элементы ввиду своей эффективности, распространенности исходного материала, занимают видное место среди исследований в области фотовольтаики. В введении были изложены важные процессы микрообработки кремния как очистка, полировка, травление и текстурирование пластин. При травлении слоёв кремния в направлении (111) образуя пирамиды с квадратным основанием, можем достичь уменьшения внешнего отражения света от поверхности ФЭП и улучшения внутреннего отражения на пластинах.Результаты повторной влажной химической обработки монокристаллических кремниевых пластин, которые были очищены и протравлены ранее, показали, что время жизни неосновных носителей заряда увеличилось. Предположительно при повторном травлении на пластинах стало меньше дефектов и поверхность ровнее, тем самым и увеличилось время жизни неосновных носителей заряда.

Литературы:

1. Ж.И. Алфёров, В.М. Андреев, В.Д. Румянцев Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики. //Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,Санкт-Петербург, Россия.-2004.-С. 1
2. Солнечные батареи. **Фотоэлектрические преобразователи (солнечные батареи, солнечные модули) //[электронный ресурс]- режим доступа:**http://aenergy.ru/solnechnye-batarei
3. И.Я. Львович, С.Н. Мохненко, А.П. Преображенский Альтернативные источники энергии.//Воронежский институт высоких технологий.-2011.-С. 2
4. Д.Л.Орехов Разработка технологии гетероструктурных солнечных элементов на кристаллическом кремнии с использованием промышленных реакторов плазмохимического осаждения. Диссертация. -2015.- С. 5
5. Seidel H. et al. Anisotropic Etching of Crystalline Silicon in Alkaline Solutions // J. Electrochem. Soc. – 1990. – Vol. 137.–P. 3612.
6. Campbell P., Green M.A. Light trapping properties of pyramidally textured surfaces // J. Appl. Phys. – 1987. – Vol. 62. –P.243–249.
7. Froitzheim A. et al. Interface recombination in heterojunctions of amorphous and crystalline silicon // Journal of Non-Crystalline Solids. – 2002. – Vol. 299-302. – P. 663–667.
8. Kern W. Overview and Evolution of Silicon Wafer Cleaning Technology. Handbook of Silicon Wafer Cleaning Technology,2nd Edition, 2008. – P. 3–92.
9. Чучвага Н.А. Кислякова Н.М., Аймаганбетов К.П., Ракыметов Б.А., Токмолдин Н.С. Исследование влияния влажной химической обработки на поверхность кремниевых монокристаллических пластин. Вестник. Серия физическая. No4 (67). 2018.- С. 2-3
10. Е.МухинаТехнология обработки ультратонких полупроводниковых пластин //Электроника: Наука, Технология, Бизнес 3.-2009.- С. 1-2

А.С. Чекиева, Н.М. Кислякова, Н.А.Чучвага

Фотовольтаика үшін кремний пластинасын улау(травление) процесстерін зерттеу

Аңдатпа.Берілген баяндамада күн энергетикасы, фотоэлементтердің жұмыс істеу принципі, кремний микроөңдеу технологиялық үдерістері, аморфты кремнийдің жұқа қабыршықтарын пайдалана отырып, гетероэлементтің қалыптасуына негізделгенHIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer) технологиясы, сондай-ақ жылтыратудың маңыздылығы жайлы жалпы ақпараттар талқыланды.Диплом алды тәжірибенің бөлігі ретінде дымқыл химиялық өңдеу былтыр тазартылып, уланған монокристаллды n-типті кремний пластиналары үшін қайталанды және негізгі емес заряд тасымалдаушылардың өмір сүру уақыты Sinton құрылғысы арқылы өлшенді.Нәтижелер алдын-ала тазартылып,уланған үлгілермен салыстырылды. Біз қайталап жасалған дымқыл химиялық тазалаудан кейін негізгі емес заряд тасымалдаушылардың өмір сүру уақытының ұзарғанын байқадық.

Түйін сөздер:күн энергетикасы, монокристаллды кремний, химиялық өңдеу, жылтырату, HIT.

A.S. Chekiyeva, N.M. Kislyakova, N.A. Chuchvaga

A study of etching processes in silicon wafers for photovoltaics

Abstract. This report discusses general ideas about solar energy, the principle of solar cells, technological processes ofsilicon microtreatment, the HIT(Heterojunction with Intrinsic Thin layer) technology , which is based on the formation of a heterojunction using thin films of amorphous silicon, also about the importance of polishing.As part of the pre-diploma practice, wet chemical treatment was repeated for monocrystalline n-type silicon wafers, which were cleaned and etched earlier, and the lifetimes of non-basic carriers were measured using the Sinton device.The results were compared with previously cleaned and etched samples. We noticed that the lifetime of non-basic carriers increased after repeated wet chemical cleaning.

Key words:solar energetics, monocrystalline silicon, wet chemical treatment, polishing, HIT.

УДК 621.039.533.6, 621.351

А.Г. Умирзаков [1,2],А.Л. Мереке[1,2], Д.А. Муратов[1,2], Б.А. Ракметов[1], Р.Е. Бейсенов[1,2]

Научный руководитель – Бейсенов Р.Е., заведующий лаборатории ЭПР спектроскопии им. Ю.В. Горелкинского, PhD.

[1]НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет»,

[2]ТОО «Физико-технический институт», Алматы, Республика Казахстан

arman_umirzakov@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО АНОДА МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Аннотация. *В статье приводится методика изготовления пористого никелевого анода. Метод заключается в смешивании металла и порообразователя с различной концентрацией порошка с последующим процессом прессования и спекания. Образцы подвергаются механической обработке и травлению. Слой электролита напыляется импульсным лазерным осаждением. В статье в качестве аналитического оборудования используются сканирующий электронный микроскоп и энерго-дисперсионный рентгеноспектральный анализ.*

Ключевые слова: *тонкопленочный твердооксидный топливный элемент, пористый анод, электрохимическое травление, импульсное лазерное осаждение.*

Пористая анодная микроструктура играет важную роль в повышении производительности ТОТЭ. Для генерирования высокой плотности мощности, необходимо получить высокопористый анод с размерами пор близких к наноуровню, что обеспечит максимальное количество участков электрохимической реакции и облегчит диффузию газа к электролиту.

Научная работа направлена на решение актуальнейшей проблемы по снижению рабочих температур твердооксидных топливных элементов с 850 – 1000 °С до 400 – 550 °С, что достижимо путем уменьшения толщины напыляемого на пористый анод электролитического слоя до микронного уровня. При этом анод должен обладать высокой каталитической активностью и развитой пористой структурой.

В работе использовались порошки компании Aldrich Chemistry чистотой 99.99%. Учитывая параметры пресс-формы горячего пресса, а также держателя мишени камеры ИЛН, проводилась пробоподготовка никеля и пористого агента.

Горячее прессование – одновременное применение высокой температуры и сжимающего напряжения, чтобы объединить мелкозернистые порошки в частично или полностью спеченные структуры [1]. Измельченная смесь порошков помещается в пресс-форму, затем в камеру для горячего прессования, где происходит откачивание камеры до вакуума 10^{-6} Торр., образец испытывает давление до 2000 тонн на см^2. Нагрев осуществлялся в 3 этапа:

1 – нагрев до 900 °С со скоростью 25 градусов в минуту (всего 36 минут);

2 – удержание температуры 900°С (в течение 60 минут);

3 – охлаждение 5 °С в секунду (до комнатной температуры).

Следующим этапом было электрохимическое травление Ni, так как потенциал увеличивался, количество травленного Ni также увеличивалось. Пассивация никеля происходит с увеличением времени, что способствует образованию NiO. Травление проводилось в 30% -ном растворе FeCl при комнатной температуре. Процесс проводился в двух электродных ячейках и под действием ультразвука.

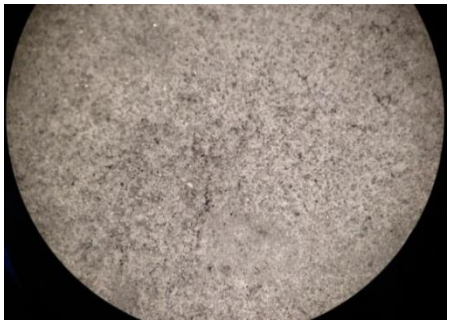
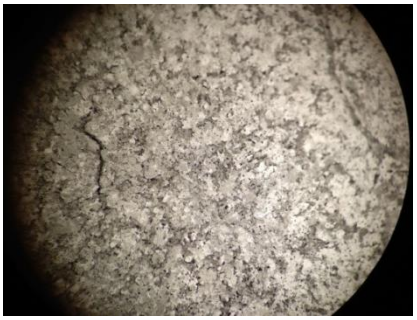
а)  б) 

Рисунок 1–Поверхность образца под микроскопом после отжига
(а – соотношение 75/25; б – соотношение 60/40)

Кроме хорошей каталитической активности, никель обладает высокой микротвёрдостью и устойчивостью к коррозии, низкой теплопроводностью и химической стабильностью при высоких температурах [2].

На рисунке 1 представлены микрофотография поверхностипористого анода после горячего прессования с различными соотношениями порошков. EDX анализ после горячего прессования (рисунок 2) показывал на успешный процесс отжига и формирования пористой структуры, содержание Ni98% указывает на отсутствие пористого агента в структуре образца.

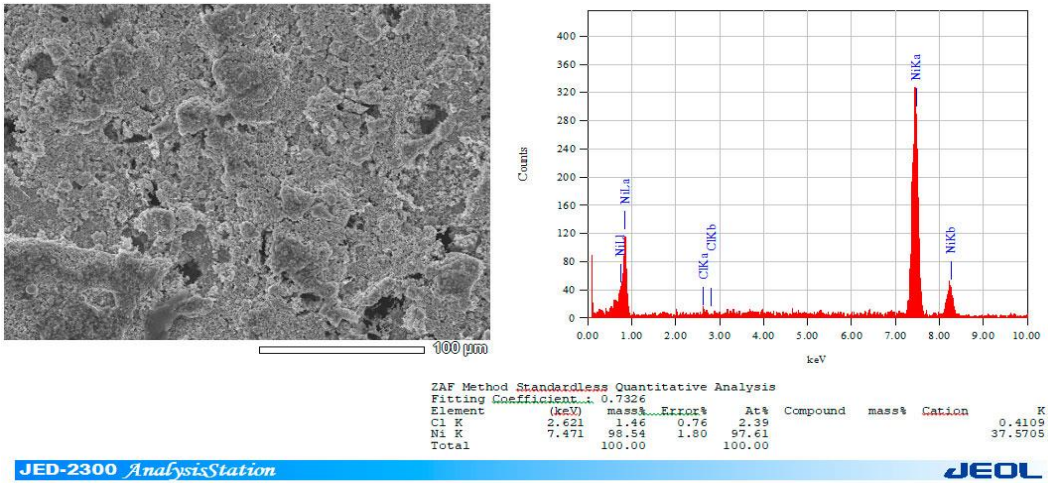
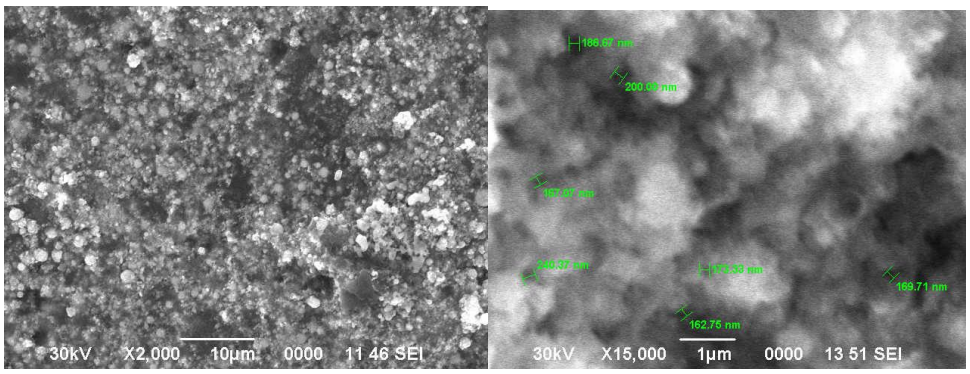


Рисунок 2 - EDX анализ слоя YSZ осажденного методом ИЛН



(a) (b)

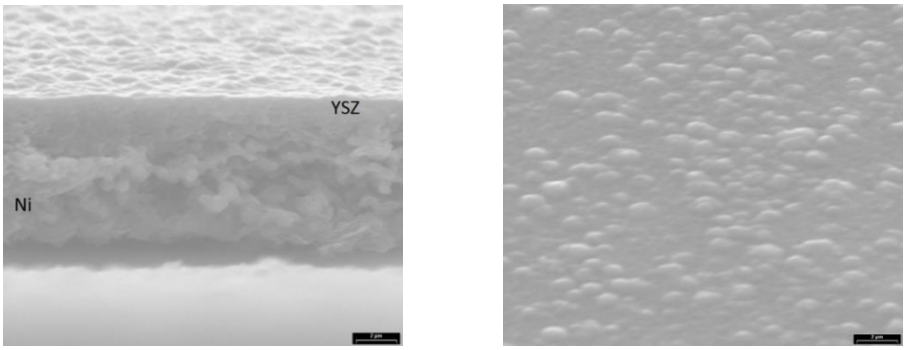
Рисунок 3 – изображения СЭМ изготовленного пористого никелевого анода.

СЭМ изображения четко показывают поверхностную и объемную пористую структуру анода с размерами пор 100 нм - 1 мкм. Крупные поры позволяют топливу легко достигать интерфейса анод/электролит.

Для выравнивания поверхностного распределения пор, проводили дополнительную обработку поверхности никеля для получения не только плоской поверхности, но и поверхности с небольшими порами (размер <500 нм) (рисунок. 4а, б), так что можно было бы осадить непрерывный тонкопленочный электролит и избежать как газовой утечки, так и добиться электрической герметичности. Гладкая поверхность изготовленного никелевого анода позволит осаждать гладкую непрерывную пленку с диоксидом циркония стабилизированную оксидом иттрия (YSZ) толщиной 3 мкм, что представляет собой не только слой электролита, но и слой который эффективно блокирует водород от катода.

Метод импульсного лазерного напыления (ИЛН) является одним из наиболее подходящих методов напыления тонких пленок с точки зрения стабильности процесса, возможности независимого регулирования основных параметров процесса напыления, и как результат, получение однородных покрытий с необходимыми структурными и эксплуатационными характеристиками, а также возможности обработки поверхностей с большей площадью. Эксимерный лазер KrF длиной 248 нм при 7 Гц и 380 мДж был использован для осаждения слоя электролита на поверхность пористого никелевого анода [2]. В этой работе плотный слой электролита YSZ (толщиной около 1-2 мкм) осаждался при 150 мТорр и 650 °C в атмосфере 96% аргона, 4% водорода, чтобы избежать окисления никеля.

Поверхностные и поперечные СЭМ изображения были выполнены для изготовленного пористого никелевого анода после импульсного лазерного осаждения (рис. 5а, б). Из изображений осажденного тонкого (0,5-3 мкм), гладкого и не содержащего поры электролита видно отсутствие трещин, не допускающих диффузию, как топлива, так и воздуха.



(а) (б)

Рисунок 5 -СЭМ изображения пористого анода и электролита: а) поперечное сечение анода после осаждения электролита; б) поверхность электролита после осаждения.

Заключение

Пористый анод был получен методом горячего прессования порошков никеля и пористого агента. Размер пор в пределах 100 до 500 нм, что позволяет H_2 проходить через анод к слою электролита YSZ. Тонкий слой электролита YSZ распыляется импульсным лазерным осаждением. Были получены результаты анализа SEM и EDS. Анализ показывает осаждение тонкого (0,5-3 мкм), гладкого и не содержащего поры электролита, который не позволит диффузию как топлива, так и воздуха. Анализ EDS показывает правильное соотношение материала после отжига в печи при 800 °C, наличие кислорода из-за взаимодействий после выгрузки из печи.

Литературы:

1. Фергус Б., Джеври У. Оксидные анодные материалы для твердооксидных топливных элементов // Твердотельная ионика, 2006. Изд. 177 (17-18). стр.1529-1541.

2. Агарвал М., Кумар В., Маллади С., Баласубраманиам Р. и Балани К. Влияние плотности тока на импульсное ко-электроосаждение нанокристаллических сплавов никель-медь // ЖОМ, 2010. Изд. 62. №. 6. стр. 88-92.

3. Липилин А.С., Неуймин А.Д., Пальгуев С.Ф. Исследование водородных электродов, изготовленных методом горячего прессования, в цепях с оксидным твердым электролитом // ИБ "ППТЭЭ и ТЭ". – 1975. – Вып. 2(64). – С. 69-81.

4. Коровин Н.В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. // М.: издательство МЭИ, 2005. –280 с.

5. Линд Л.Р., Кушман Дж.Х., Николс Р.Дж., Уиман Ч.Е. Топливный этанол из целлюлозной биомассы // Наука, 1991. Изд. 25. стр. 1318-1323.

А.Г. Умирзаков, А.Л. Мереке, Д.А. Муратов, Б.А. Ракметов, Р.Е. Бейсенов

Қатты оксидті отын элементтерінде пайдалануға арналған кеуекті анодты ыстықтай басу (прессту) әдісі арқылы алу

Аңдатпа. Бұл жұмыста жұқа қабықшалы қатты оксидті отын элементіне арналған кеуікті никелді анодты дайындаудың қарапайым әдісі қолданылады. Кеуікті никелді анод метал мен кеуіктүзгішті әртүрлі қатынаста араластырып кейін оларды прессте және термоөңдеу арқылы жасалады. Бұл жұмыста никел мен алюминий ұнтақтарын престеу арқылы кеуікті никель анодын алу жолдары көрсетілген. Кейін алынған анодты үлгіні қыздырылады және құрылымнан алюминиді кетіру жұмысы жүргізіледі. Электролит қабаты импульсті лазермен қондыру әдісімен жалатылады. Мақалада сараптама жасайтын қондырғы ретінде сканерлеуші электронды микроскоп пен энерго-дисперсиялы рентгеноспектралды талдау аспабы қолданылады.

Түйінді сөздер: жұқа қабықшалы қатты оксидті отындық элемент, кеуікті анод, электрохимиялық өңдеу, импульсті лазермен тұндыру.

Umirzakov A.G., Mereke A.L., Muratov D.A., Rakmetov B.A., Beisenov R.E.

Obtaining of a porous anode by hot pressing method for solid oxide fuel cells application

Abstract. The work represents a simple fabrication method of a porous nickel anode for thin film solid oxide fuel cells. The porous nickel anode is fabricated using a metal/pore-former mixing method with different rations of powder followed by pressing and heat treatment. The process of obtaining a porous nickel anode by pressing of nickel and aluminum powders is shown. Further sintering of the samples and etching of aluminum from the obtained anode structure. The electrolyte layer was sputtered by pulsed laser deposition. Scanning electron microscope and energy-dispersive X-ray spectroscopy analysis are represented in article.

Keywords: thin-film solid oxide fuel cell, porous anode, electrochemical etching, pulsed laser deposition.

СЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ»

УДК 538.9

Ж.Е. Аяганов[1], Н.Р. Гусейнов[1]
Научный руководитель: Д.Г Батрышев[2], PhD
[1]Национальная нанотехнологическая лаборатория, КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
[2]КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
zhanibek13@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ КАТАЛИТИЧЕСКОГО СЛОЯ НА ТИП ПОЛУЧАЕМЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Аннотация. *Углеродная нанотрубка (УНТ) представляет собой трубчатую структуру, состоящую из атомов углерода, имеющую диаметр порядка нанометра, и длину от нескольких нанометров до нескольких микрон. УНТ в 100 раз прочнее стали и в шесть раз легче. Она такая же твердая как алмаз, но теплоемкость вдвое выше, чем у чистого алмаза. Электропроводность в 1000 раз выше, чем у меди. УНТ термически стабильна до 4000 К. В зависимости от диаметра и хиральности УНТ может проявлять как металлические, так и полупроводниковые свойства. Тем не менее, важно отметить, что все эти превосходные свойства были предсказаны для атомно-идеальной УНТ, которая далека от УНТ, которые практически производятся сегодня [1]. Много работ посвящено влиянию таких параметров как температура, давление газа и концентрация катализатора на рост УНТ. В нашей работе мы исследуем влияние толщины каталитического слоя на тип получаемых нанотрубок.*

Ключевые слова*: магнетронное распыление, никель, химическое парофазное осаждение, углеродные нанотрубки*

Для нанесения тонких пленок катализатора нами был использован метод магнетронного распыления. В качестве подложек был использован кремний. Перед нанесением слоя катализатора подложки тщательно очищались. На первом этапе подложки кипятились в деионизированной воде. Затем помещались в раствор деионизированной воды, аммиачной воды и перекиси водорода в соотношении 5:1:1 при температуре 80^{o}C на 10 минут. Следующим этапом была очистка в растворе состоящем из шести частей деионизированной воды, одной части соляной кислоты (37%), 1 часть перекиси водорода. После чего подложки промывались в деионизированной воде [2]. На кремниевые подложки методом магнетронного распыления наносились тонкие слои никеля, от 0.5 до 10 нм. Контроль над толщиной напыляемого слоя осуществлялся с помощью кварцевого резонатора непосредственно во время напыления и с помощью атомно-силового микроскопа после. Далее проводился отжиг тонких пленок при температуре 860^{o}C в водородной среде, это приводит к образованию нанокластеров никеля на поверхности кремния. Синтез УНТ осуществлялся методом химического парофазного осаждения (CVD) в трубчатом герметичном проточном кварцевом реакторе при атмосферном давлении в потоке водорода. Источником углерода были пары этанола. При достижении температуры синтеза включалась продувка газа через барботер, находящийся при комнатной температуре и заполненный этанолом. Особенность этанола состоит в том, что выращенные в этаноле УНТ практически не содержат аморфного углерода благодаря травильному эффекту радикала OH [3]. Свойства полученных образцов были исследованы методом сканирующей электронной микроскопии (SEM), а также рамановской спектроскопией (рис.1).

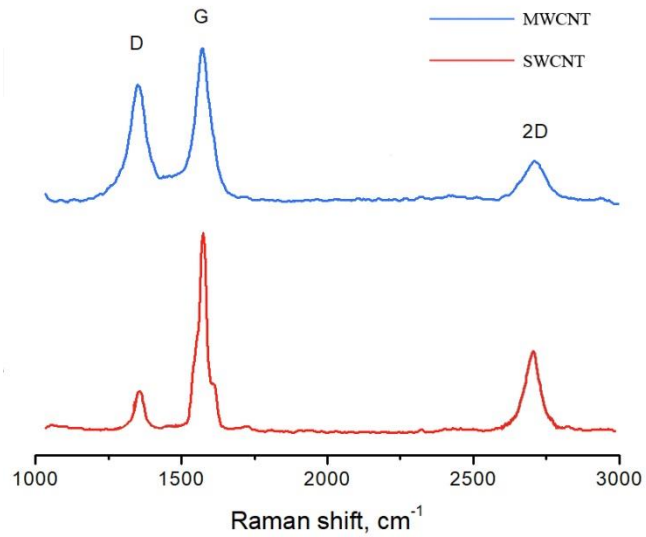


Рисунок 1 – Рамановские спектры полученных образцов

Заключение

В результате экспериментов нами были синтезированы углеродные нанотрубки на поверхности кремниевых подложек с напыленными тонкими пленками никеля в качестве катализатора. При толщине слоя менее 1 нм происходит рост одностенных углеродных нанотрубок, а при увеличении толщины слоя растут многостенные углеродные нанотрубки, что подтверждается результатами рамановской спектроскопии. Дальнейшее увеличение толщины катализатора приводит лишь к увеличению диаметра МУНТ.

Литература:

1. Mukul Kumar. Carbon Nanotubes - Synthesis, Characterization, Applications // InTech. – 2011. - P.147.

2. https://en.wikipedia.org/wiki/RCA_clean

3. G. Yu et al. Etching effects of ethanol on multi-walled carbon nanotubes // Carbon 44. – 2006. – P.1218–1224.

Zh.E. Ayaganov, N.R. Guseinov, D.G. Batryshev

Influence of catalytic layer thickness on type of obtained carbon nanotubes

Abstract. This paper describes a method for synthesizing carbon nanotubes on thin nickel films as a catalyst. The influence of the thickness of the catalyst layer on the growth of carbon nanotubes is considered. The average size of the catalyst nanoclusters formed after annealing depends on the thickness of the initial nickel film. In the course of the work, it was found out that during the deposition of a catalyst with a thickness of less than one nanometer with unchanged synthesis conditions, single-walled carbon nanotubes grow, in all other cases multi-walled carbon nanotubes grow.

Keywords: magnetron sputtering, nickel, chemical vapor deposition, carbon nanotubes.

Ж.Е. Аяганов, Н.Р. Гусейнов, Д.Г Батрышев

Көміртекті нанотүтікшелердің түрлерін алуға каталитикалық қабат қалыңдығының әсері

Аңдатпа. Бұл жұмыста катализатор ретінде жұқа қабыршақты никель негізіндегі көміртекті нанотүтікшелерді синтездеу сипатталған. Көміртекті нанотүтікшелерді өсіруге катализатор қабатының қалыңдығы әсер ететіні қарастырлған. Қыздырылғаннан кейінгі катализатор нанокластерлерінің орташа өлшемі бастапқы никель қабыршағының қалыңдығына байланысты. Жұмыс барысында бір нанометрден төмен қалыңдықтағы катализаторды синтездеу жағдайын өзгертпей тозаңдату барысында бір қабырғалы көміртекті нанотүтікшелер өсуі анықталды, ал басқа жағдайларда көп қабырғалы көміртекті нанотүтікшелер өсетіні байқалды.

Түйін сөздер: магнетронды тозаңдату, никель, химиялық буфазалы тәріздес тұндыру, көміртекті нанотүтікшелер.

УДК 54.05

К. Аскарулы[1], С. Азат[2,3], М.Б. Жаксыбек[3], Д.Е. Чоганбеков[3], О.С. Капизов[3]
Научный руководитель: С.Азат, PhD
[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
[2]Институт проблем горения, г. Алматы, Казахстан
[3]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

АМОРФНЫЙ ДИОКСИД КРЕМНИЯ ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ

Аннотация. *Основными составляющими рисовой шелухи (РШ) являются целлюлоза, лигнин и кремнезем. В этой статье описывается синтез оксида кремния (SiO_2) из рисовой шелухи. В ходе разработанного исследования рисовая шелуха была обработана промывкой, кислотным выщелачиванием и нагреванием с целью получения чистого золы. Диоксид кремния из рисовой шелухи был получен нагреванием при 600°C течение 4 часов. Характеристики образца исследовались следующими методами: рентгеновской дифракцией (XRD), сканирующей электронной микроскопией (SEM), термогравиметрическим анализом (TG), инфрокарасной спектроскопией (IR), анализом BET (Измерение площади поверхности и пористости) и рентгенофлуоресцентным анализом (РФА). Рентгенограмма показала образование оморфного пористых материалов. Конецный продукт диоксида кремния получился с чистотатой 99.5%. Удельная площадь поверхности составляет 465 $м^2/г$.*

Ключевые слова: *SiO_2, рисовая шелуха, диоксид кремния, синтез, отход.*

Введение

Рисовая шелуха является широко доступным сельскохозяйственным отходом [1] и его доля составляет один из пяти ежегодного мирового производства риса. На основе данных, опубликованных Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) в 2017 году мировое производство риса оценивается в 758.9 млн.тонн [2]. В среднем на рисовых полях 28% приходится на рисовую шелуху, что дает годовой объем мирового производства в ~212.5 млн. тонн. РШ формируется из твердых материалов, в том числе кремнезема и лигнина, которые защищают семена. Каждый килограмм размолотого белого риса дает примерно 0.28 кг рисовой шелухи как отходного продукта производства риса [3]. ~75% РШ составляет органического летучего вещества, а остальная часть ~25% веса составляет зола и обычно известна как зола рисовой шелухи (ЗРШ). ЗРШ свою очередь, содержит около 85-90% аморфного SiO_2 [4]. ЗРШ может быть использована в качестве добавки к почве и в качестве добавки в цемент и сталь и среди прочего. Однако для таких целей используются только небольшие количества по сравнению с общим производством рисовой шелухи.

Экспериментальная часть

Для этого эксперимента мы выбрали РШ из Кызылординской области Республики Казахстан. РШ с длиной около 5-10 мм предварительно промывали водой из под крана, сразу же промывали горячей дистиллированной водой и сушили при 100°C (12 ч).

Образец (50 г) сырья обрабатывалис HCl раствором и нагревали при 90°C в течение 2 часов. Подготовленный образец непрерывно промывали дистиллированной водой до 7 pH и отделяли РШ от воды фильтрованием, потом РШ сушили при 100°C (12 ч) и затем нагревали при 600°C (4 ч) в муфельной печи для получением белой золы РШ (БЗРШ). Цвет получающейся золы был различным в зависимости от температуры. При 400-500°C были извлечены черный пепел, а при 750-900°C был получен серый пепел из-за высокой эффективности сгорания, что привело к высокому остаточному содержанию углерода. Белая зола были пролечены при 550-700°C (4 часов). Оптимальную температуру взяли 600°C. После окончания процесса масса золы составляла около ~9 г. Затем белую золу растворяли в

гидроксид натрия и нагревали до 90°C при непрерывном перемешивании (2 ч), чтобы твердый SiO_2 превратит в водорастворимый силикат. Водорастворимый силиката натрия фильтровали через вакуумный насос для удаления нерастворимых остатков. После фильтрации из силикат натрия востанавливали SiO_2 с концентрированный соляной кислатой (HCL). Конечный продукт пропускали через фильтр и промывали горячей водой для удаления побочных продуктов (остатка Na, Cl). В конце, очищенный SiO_2 сушили в лабораторном сушильном печи при 120°C. После сушки получаем белый пористый порошок (SiO_2) с чистатой ~99.5%.

Результаты и обсуждения

Выход золы из РШ и его чистота зависят от метода производства. Наибольший выход конечного чистого продукта (11,5%) образуется при предварительной кислотной обработке (БЗРШ+HCl) (таблица 3). Содержание SiO_2 варьируется в пределах ~ 90,1-99,5% в зависимости от чистоты используемых реагентов (кислоты и ее состава).

Таблица 1. Выход БЗРШ из РШ во время методов предварительная обработкой с HCl и без (термически)

Методы	Выход, мас.%	
	WRH	SiO_2
Предварительная обработка HCl	16	11,5
Термическая об.	14,9	11,6

Таблица 2. Выход WRH, кремнезема из РШ при прямом сжигании в муфельной печи

Температура (τ=4 ч)	Выход, мас.%	
	ЗРШ	РШ 100%
500°C	17,9	100
550°C	15,4	100
600°C	14,9	100
6 0°C	16	100
700°C	15,5	100
750°C	15,5	100
800°C	15	100

Таблица 3. Выход БЗРШ, кремнезема из РШ при предварительной обработкой HCl

Выход, %	БЗРШ	SiO_2	РШ
РШ	16	11,5	100

Элементный состав РШ, БЗРШ представлен рентгеновским флуоресцентным анализом (XRF) (табл. 4).

Таблица 4. Элементный анализ аморфного кремнезема (600 ° C)

Elemental composition	**Samples name**		
	RH (Raw) %	WRH+HCl	WRH
Na_2O	0.365	3.578	0.079
MgO	0.311	n/d	0.03
Al_2O_3	0.23	0.032	0.134
SiO_2	90.194	95.871	99.506
SO_3	2.021	0.018	0.021
CL	0.278	0.279	0.041
K_2O	2.949	0.021	0.074
CaO	2.618	n/d	0.036
MnO	0.138	n/d	n/d
Fe_2O_3	0.570	0.014	0.071
CuO	0.071	n/d	n/d
ZnO	0.037	0.006	0.007
Tm_2O_3	0.172	n/d	n/d
PtO_2	0.047	n/d	n/d

n /d - не обнаружено

Рентгеноструктурный и TG анализ: Полученный порошок SiO_2 находится в аморфном состоянии, что подтверждается рентгенофазовым анализом. На рентгенограммах наблюдается диффузный пик в области 2θ = 24° (рис. 1 левый), типичный для аморфной структуры SiO_2.

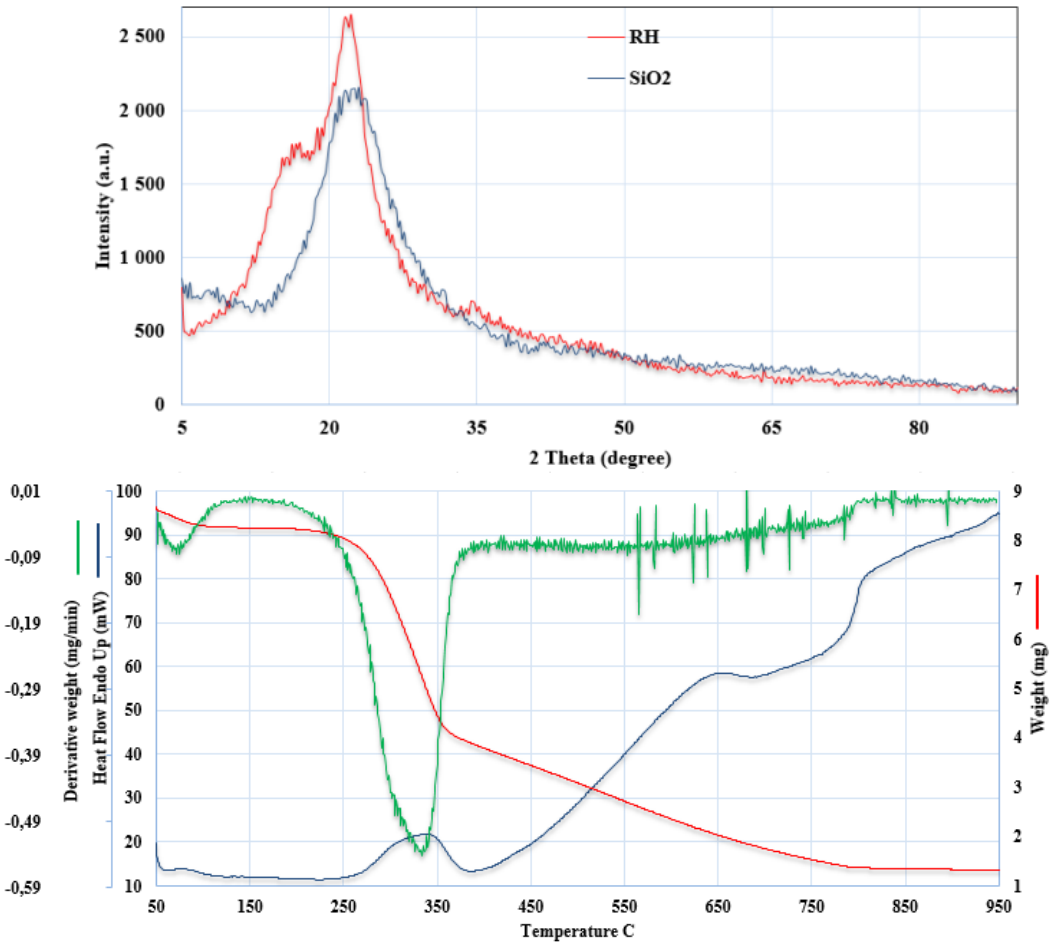


Рисунок 1 – Рентгенограмма SiO_2 полученного из РШ (левый) и TGA и DTG рисовой шелухи (правый)

Аморфная структура очень пористая и имеет большую площадь поверхности, так что это также дает высокую активность для химической обработки и абсорбции. В общем случае SiO_2 в этих условиях имеет гораздо больший потенциал для коммерческого использования, чем минеральные источники SiO_2, которые характеризуются кристаллическими формами с более высокой температурой.

TG и DTG анализ был использован для определения наличия органических компонентов в РШ (рис. 1 правый). Кроме того, эти кривые TGA-DTG были разделены на три фазы термического разложения рисовой шелухи следующим образом; Фаза I для сушки и испарения легких компонентов (50-250°C), фаза II для удаления летучих компонентов гемицеллюлозы и целлюлозы (250-400°C) и, наконец, фаза III для разложения лигнина (400-900°C). Тем временем остаток после 700 ° C был помечен как твердые остатки. Можно видеть, что начальная потеря веса происходит в диапазоне 50-250°C. Вторая стадия выявляет быструю и большую потерю веса при температуре между 300-400 ° C.

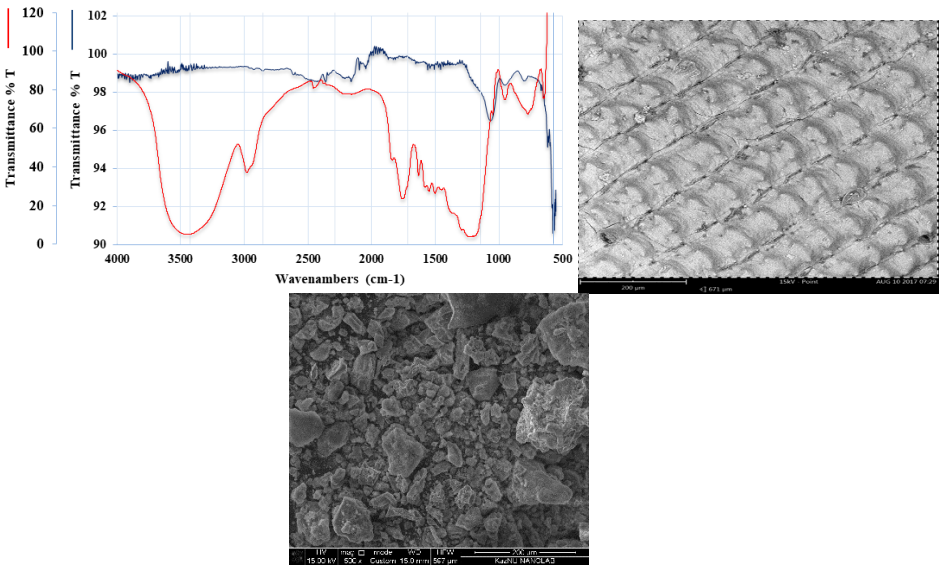


Рисунок 2 – FTIR-спектры РШ (красный) и SiO_2 (синий) (левый) и SEM-изображения РШ перед термообработкой (середина) и после SEM SiO_2 (правый)

Функциональные группы, присутствующие в RHs и SiO2, были идентифицированы по спектрам FTIR-ATR (рис. 2 левый). Широкий пик на рис. 2 (красный) около 3500 $см^{-1}$ соответствует -O-H-валентным колебаниям молекул воды. Пик поглощения при 2926 $см^{-1}$ можно отнести к симметричным и асимметричным валентным колебаниям алифатических связей C-H в группах $-CH_3$ и CH_2 в структурах целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин соответственно и 2114, 1423 и 1383 $см^{-1}$ связаны с валентными колебаниями –C–H метиленовых групп. Пик при 1632 $см^{-1}$ можно объяснить валентными колебаниями -C= O карбонильных групп в альдегидах и кетонах. Пик при 1515 $см^{-1}$ соответствует -C-O-группам растяжения карбоксилатов. Широкие пики при 1095, 898, 796, 662 и 471 $см^{-1}$ относятся к валентным колебаниям силоксановых групп. Заметный пик поглощения на рис. 2 (синий) при 1055 $см^{-1}$ можно отнести к модам вибрации силоксановой (Si-O-Si) сети, что указывает на высококонденсированную сетку кремнезема [5] и является в соответствии с литературой [6]. Спектры полученного SiO_2 не показывают никакой другой полосы, связанной с органическими или неорганическими примесями.

Морфология: сравнения поверхностных структур RH и полученного оксида кремния были представлены SEM Quanta 3D (компания FEI, США). На рис. 2 показаны SEM-изображения исходного образца и после отжига. Как видно из рисунков, образцы в исходном виде являются очень плотными. Шероховатость наноразмеров по SEM-изображенем SiO_2 обусловлена морфологией наночастиц кремнезема, диспергированных в объеме. Морфологию частиц полученного порошка кремнезема изучали на сканирующем электронном микроскопе марки Quanta 200i 3D (компания FEI, США) (Национальная лаборатория нанотехнологий КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан). SEM-изображение с небольшим увеличением для образца диоксида кремния представляет собой наноразмерную шероховатость, которая обусловлена морфологией наночастиц диоксида кремния.

Заключение

Высокочистый SiO_2 синтезировался из РШ с использованием физико-химическим методом. HCl предварительно обрабатывали РШ и нагревали при 90°C в течение 2 ч, затем БЗРШ смешивали с 100 мл NaOH при 90°C, что приводило к высокочистому содержанию диоксида кремния. Чистота полученного кремнезема составляет около от 90%-99,5% (%). Успешный синтез высокочистого порошка нанокремнезема возможен при использовании метода, описанного в этом исследовании. Полученный кремнезем аморфный. Рентгенограмма показывает только следы кварца (кристаллическая форма кремнезема).

Диоксид кремния имеет небольшой размер частиц, что делает его пригодным для использования в резиновой и чернильной промышленности. Мезопористая структура кремнезема делает его потенциальным каталитическим (или носителем катализатора) материалом.

Литературы:

1. Hossain SK S., Lakshya Mathur & Roy P.K. (2018). Rice husk/rice husk ash as an alternative source of silica in ceramics: A review, Journal of Asian Ceramic Societies, 6:4, 299-313.

2.http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Rice/Images/RMM/RMM_APR17_H.pdf

3.https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2017/09/06/rising-from-the-ashes-renewable-silica-from-rice-husk-ash/

4. Battegazzore, D., Bocchini, S., Alongi, J., & Frache, A. (2014). Rice husk as bio-source of silica: preparation and characterization of PLA–silica bio-composites. RSC Advances, 4(97), 54703-54712.

5. Melndez-Ortiz, H. I., Perera-Mercado, Y., Mercado-Silva, J. A., Olivares-Maldonado, Y., Castruita, G., & García-Cerda, L. A. (2014). Functionalization with amine-containing organosilane of mesoporous silica MCM-41 and MCM-48 obtained at room temperature. Ceramics International, 40(7), 9701-9707.

6. Umeda, J., & Kondoh, K. (2010). High-purification of amorphous silica originated from rice husks by combination of polysaccharide hydrolysis and metallic impurities removal. Industrial crops and products, 32(3), 539-544.

К.Асқарұлы, С.Азат, М.Б. Жақсыбек, Д.Е. Чоганбеков, Ө.С. Капизов

Күріш қауызынан аморфты кремний оксидін алу

Аңдатпа. Күріш қауызынан (КҚ) негізгі құрамы целлюлоза, лигнин және кремний болып табылады. Бұл мақалада күріш қауызынан кремний оксидін (SiO_2) синтездеу сипатталады. Зерттеу барысында күріш қауызының таза күлін алу мақсатында қышқыл сілтілеу жуу және қыздыру арқылы алынады. Күріш қауызынан кремний диоксидін 4 сағат бойы 600°С қыздырылып алынды. Үлгінің сипаттамасы келесі әдістермен зерттелді: рентген дифракциясы (XRD), сканерлейтін электрондық микроскоп (SEM), термогравиметриялық талдау (TG), инфрақызыл спектроскопия (IR), BET анализі (үстіңгі және кеуектілік ауданын өлшеу) және рентгенофлуоресцентті талдау (РФА). Рентгенограмма оморфты кеуекті материалдардың пайда болуын көрсетті. Кремний диоксидінің конец өнімі тазалығы 99.5% болды. Беттің меншікті ауданы 465 $м^2/г$ құрайды.

Түйін сөздер: SiO_2, күріш қауызы, кремний диоксиді, синтез, қалдық.

K. Askaruly, S. Azat, M.B. Zhaksybek, D.E. Choganbekov, O.S. Kapizov

Amorphous silica from rice husk

Abstract. The main components of rice husks (RH) are cellulose, lignin and silica. This article describes the synthesis of silicon oxide (SiO_2) from rice husk. In the course of the developed study, the rice husk was treated with acid leaching, washing and heating in order to obtain pure ash. Silicon dioxide from rice husk was obtained by heating at 600°C for 4 hours. Characteristics of the sample were investigated by the following methods: x-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), thermogravimetric analysis (TG), infrad spectroscopy (IR), BET analysis (Measurement of surface area and porosity) and x-ray fluorescence analysis (XRF). The x-ray showed the formation of an amorphous porous material. The final product of silicon dioxide was obtained with a purity of 99.5%. The specific surface area is 465 m^2/g.

Keywords: SiO_2, rice husk, silicon dioxide, synthesis, waste.

УДК 537.63:537.39:539.26

Е.А. Әбдірахман
Научные руководители: А.В.Паничкин, зав. лаб. «Металловедение» Института металлургии и обогащения, к.т.н.; Исмагулова М.Ш., ассоц. профессор, к.т.н; Майлина Х.Р., ассоц профессор, к.ф.-м.н..
Казахский Национальный Исследовательский Университет имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
mailxp@mail.ru

ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В СПЛАВАХ ТИТАНА

Аннотация. *Изучено явление электропластичности, возникающее при одновременной обработке металла давлением и пропусканием импульсов электрического тока большой плотности. Для достижения электропластического эффекта при меньшем расходе электроэнергии необходимо, чтобы длительность импульсов электрического поля была меньше или равна времени релаксации, когда успевают появиться неравновесные группы дислокаций. Установлено, что использование резистивного нагрева существенно снижает напряжения деформации в сплаве титана и увеличивает область равномерной деформации. Это делает данный метод нагрева очень перспективным при обработке давлением, в частности способом штамповки листового материала из титановых сплавов.*

Ключевые слова: *Сверхпластичность, электропластический эффект, титановые сплавы, дислокация, деформация, обработка давлением.*

Пластическая деформация (ПД) является одним из самых распространенных методов обработки материалов для придания им нужной формы, так как этот метод модифицирует структуру материала, значительно повышая ее качество. В некоторых случаях ПД оказывается невозможной из-за высокого сопротивления материала деформированию. В 1969 г. был открыт электропластический эффект (ЭПЭ), когда при одновременном воздействии на нагруженный металл электрическим током плотностью до 1000 А/мм^2, наблюдается явление сверхпластичности. Чтобы избежать испарения металла за счет выделения джоулева тепла, ток возбуждают очень короткими импульсами (~100 мкс) с низкой частотой (~1 Гц). ЭПЭ проявлялся в скачкообразных удлинениях образцов при прохождении по ним каждого импульса тока без какого-либо существенного теплового эффекта и без дилатации образцов [1]. ЭПЭ во время обработки металлов давлением (ОМД) проявляется в снижении сопротивления металла деформированию на 25-30%, увеличении его пластичности, включая остаточную, на десятки процентов, в улучшении структуры, текстуры и фазового состава материала.

ЭПЭ состоит из ряда физических эффектов [2,3]:

- действие электронного ветра,
- действие пинч-эффекта,
- возможное спиновое разупрочнение металлов.

ПД кристаллов на микроскопическом уровне в большинстве случаев осуществляется за счет движения дислокаций. Величина эффекта нарастает пропорционально плотности тока, а также энергии ускоренных электронов, следовательно, ЭПЭ связан с созданием «электронного ветра» в решетке металла, с возникновением и усилением электронного ускорения движущихся дислокаций. Длительность коротких импульсов электрического поля напряженности от десятков до сотен В/м определяется диэлектрическим (максвелловским) временем релаксации Θ_m [4]:

$\Theta_m = \varepsilon_0 \varepsilon \rho / 4\pi$,

где $\varepsilon_o = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная; ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды; ρ – удельное сопротивление материала, а значения напряженности

электрического поля составляют от десятков до сотен В/м. Это вызывает поляризацию дислокаций в поверхностных и приповерхностных слоях обрабатываемого материала и их ориентацию по направлению линий электрического поля. Время максвелловской релаксации определяет время установления зарядовой нейтральности в материале, нарушенная при приложении скачка электрического поля.

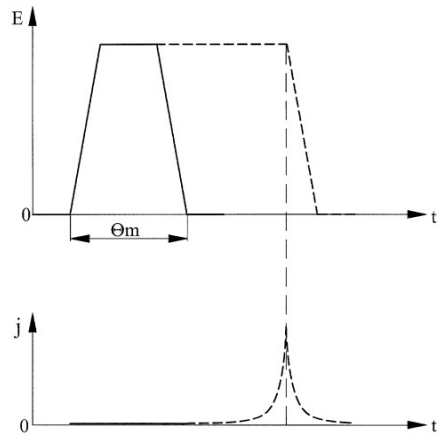


Рисунок 1 – Формы напряженности электрического поля и соответствующие формы плотности тока

При наложении электрического поля существует короткий промежуток времени, в течение которого дислокации лишаются облака, состоящего из свободных электронов, и представляют цепочку положительно ионизированных атомов или молекул, как бы закрепленную стопором, вокруг которого под действием электрического поля они могут перестраиваться, стремясь занять место вдоль силовых линий электрического поля. Как видно из рис. 1, заметный ток появляется только после окончания времени релаксации, в режиме, когда длительность импульса превышает Θ_m (показано пунктиром). Следовательно, для достижения ЭПЭ при меньшем расходе электроэнергии необходимо, чтобы длительность импульсов электрического поля, была меньше или равна Θ_m.

Время Θ_m зависит от свойств материала. В металлах, где концентрация электронов в условиях термодинамического равновесия достигает 10^{22} см$^{-3}$, Θ_m имеет значения порядка $0{,}63\cdot10^{-17}$ сек.

Значение требуемой напряженности электрического поля E рассчитывается из условия, чтобы потенциал электрического воздействия на дислокацию E·d, где d – длина дислокации, был много больше, чем тепловой потенциал $\varphi_т$. Тепловой потенциал определяется как $\varphi_т=kT/q$, где $k=1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана; $q = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл – заряд электрона; T – абсолютная температура. При комнатной температуре $\varphi_т=0{,}026$ В. Для десятикратного превосходства электрического воздействия над тепловым получаем условие: $E=10\varphi_т/d$. Для дислокаций с длиной d=100 мкм получаем E=26 В/см, а для d=10 мкм, E=260 В/см. Таким образом, для эффективного воздействия на дислокации достаточна напряженность электрического поля от десятков до сотен В/см при длительности импульсов порядка максвелловского времени релаксации.

Наибольшее действие импульсный ток оказывает в тех случаях, когда к приходу каждого из последующих импульсов успевают появиться неравновесные группы дислокаций, т.е. при $f\,t_ф(t) \ll 1$, где $t_ф$ время формирования таких групп после микропластической деформации, вызванной очередным импульсом тока [5]. Физическая природа этого вклада состоит в том, что под влиянием импульсов тока наиболее неравновесные группы дислокаций положительного знака открепляются от своих препятствий безактивационным путём. При этом резко возрастают силы, действующие на дислокации в направлении тока. Группы же дислокаций отрицательного знака открепляются от стопоров только термофлуктуационным путём. К тому же это открепление затрудняется встречным током. Происходящее во время деформации упрочнение материала препятствует появлению новых неравновесных групп дислокаций. Поэтому время формирования $t_ф$ таких групп после микропластической деформации, вызванной очередным импульсом тока, с ростом общей деформации должно возрастать. Качественно это можно учесть, полагая $t_ф = \bar{l}/\bar{v} = \varepsilon_0/\dot{\varepsilon}$, где $\bar{v}$ средняя скорость термофлуктуационного движения дислокаций в

отсутствии импульсов тока, а $\bar{l}$ – среднее перемещение дислокаций, открепившихся от стопоров, $\dot{\varepsilon}$ – скорость пластической деформации, $\varepsilon_0 = b\bar{l}\,\mathrm{N}$, а N – общая плотность дислокаций обоих знаков, b – вектор Бюргерса. Когда $f > f_0 = t_{\text{ф}}^{-1}(t_0)$, дислокационный ансамбль будет реагировать не на каждый очередной импульс тока, «пропуская» с увеличением f всё большее число импульсов.

Исследования эффекта электропластичности выполнены в лаборатории металловедения АО Института металлургии и обогащения на примере сплавов титана [6].

Испытания сплава 27 на разрыв в условиях резистивного нагрева проводили при температурах 950-960°С, что соответствует температурной области, в которой наблюдается максимальное проявление эффекта сверхпластичности. Эти температуры соответствуют области выше точки начала фазового перехода ά→β на границе области β-фазы. Однако, ввиду того, что резистивный нагрев позволяет за очень короткое время достигать требуемых температур, то появляется возможность проводить испытания в условиях, когда равновесие в соотношении α и β фаз не достигается.

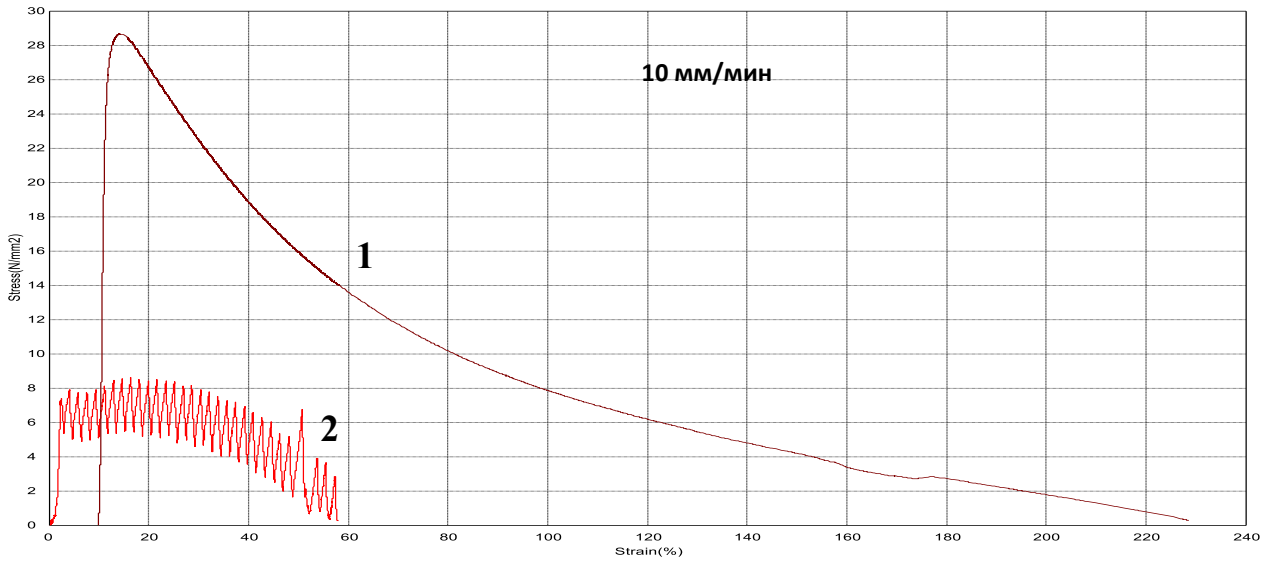


Рисунок 2 – Влияние электропластического эффекта на кривые деформации сплава 27, полученные в результате испытания на разрыв при 960°С со скоростью 10 мм/мин. 1-обычный нагрев; 2 – резистивный нагрев

Сопоставление деформационных кривых сплава 27, полученных в условиях резистивного и обычного нагрева, показывает, что напряжения, возникающие при растяжении образца, разогреваемого электрическим током, существенно ниже в сравнении с деформируемым в условиях нагрева в печи сопротивления (рис. 2 кривая 2). Разница между ними увеличивается с повышением скорости деформации.

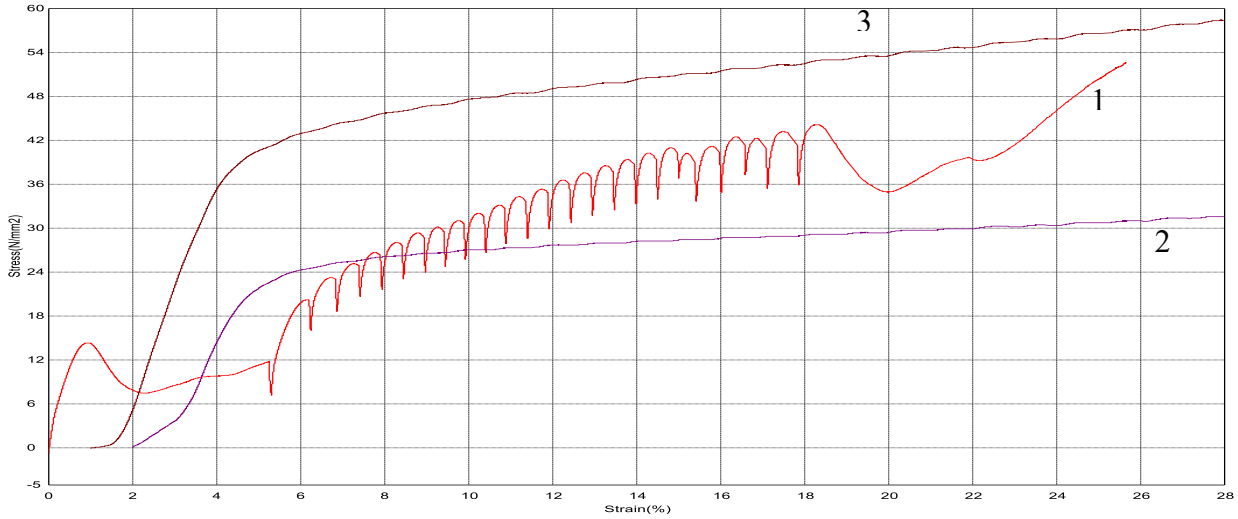


Рисунок 3 – Зависимость напряжений от степени деформации титанового сплава 27 при испытаниях на сжатие со скоростью 1 мм/мин в условиях обычного (кривые 2, 3) и дискретного резистивного нагрева (кривая 1) в интервале 935-940^{0}С.
1 – 935-940^{0}С , 2 – 950^{0}С , 3 – 925^{0}С

Так, среднее значение величины напряжений в области максимума на кривой деформации для образцов, деформированных в условиях резистивного нагрева при скорости 10,1 и 0,1 мм/мин, соответственно равно 7.2, 5.2 и 2.6 МПа, в то время как при нагреве в обычных условиях при этих скоростях пик на кривой деформации приходится на 28.5, 10.6, 4.35 МПа. При этом в случае испытаний в обычных условиях нагрева равномерная деформация происходит лишь до 6-7%.

Сопоставление кривых деформации, полученных при испытаниях на сжатие в условиях периодического и непрерывного резистивного нагрева, с кривыми полученными при испытании на сжатие в обычных условиях нагрева показывает (рис. 3), что при скоростях деформации 0; 5; 1 мм/мин влияние резистивного нагрева на величину напряжений практически не прослеживается. Кривые деформации, полученные при резистивном нагреве, лежат в интервале между кривыми, полученными при постоянных температурах в условиях обычного изотермического нагрева. Однако учитывая, что деформации подвергается всего 60-70% длины образца, то можно говорить о незначительном снижении величины напряжений деформации в условиях резистивного нагрева.

Проведенные исследования влияния резистивного нагрева на процесс деформации титанового псевдо альфа сплава 27 показали, что в условиях этого способа нагрева сверхпластический эффект не развивается, что объясняется неравномерностью нагрева после развития локальной деформации ввиду различного сопротивления участков испытываемых образцов. Между тем, установлено, что использование резистивного нагрева существенно снижает напряжения деформации и увеличивает область равномерной деформации. Это делает данный метод нагрева очень перспективным при обработке давлением, в частности способом штамповки листового материала из титановых сплавов.

Литература:

1. Троицкий О.А. Электромеханический эффект в металлах / О. А. Троицкий // Письма в ЖЭТФ. – 1969. –Т. 10. – С. 18–22.

2. Спицын В.И. Электропластическая деформация металлов / В.И. Спицын, О.А. Троицкий. – М.: Наука, 1985. – 160 с.

3. Троицкий О.А. Физические основы и технологии обработки современных материалов (теория, технологии, структура и свойства) / О.А.Троицкий, Ю.В.Баранов, Ю.С.Авраамов, А.Д.Шляпин. – М. –И.: Изд-во РХД, АНО ИКИ, 2004. – Т. I. – 590 с. –Т. II. – 467 с

4. Троицкий О.А, Сташенко В.И, Евсеев Ю.А, Кузнецов В.М, Петров В.М, Сурма А,М. Патент №2005127525, кл. B21B 1/100, Способ механической обработки давлением металлов и полупроводников с применением электропластического эффекта, -М.- 2007.

5. Миронов В.М., Миронов Д. В., Мазанко В. Ф., Герцрикен Д.С., Лопата Л. А., Бевз В.

Влияние эффекта Троицкого на диффузионные процессы в деформируемых металлах при электроконтактном припекании. Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии №3 2013.

6. Паничкин А.В, Имбарова А.Т, Аубакирова Р.К, Мамаева А.А. Исследование сверхпластичности титанового сплава в условиях резистивного нагрева. //Сборник трудов Международный научно-практической конференции «Нанотехнологии в материаловедении – новый вектор индустриализации Казахстана», посвященной 85-летнему юбилею академика А.К.Омарова. 26-27 сентября 2014г. С. 52-60.

Е.А. Әбдірахман

Титан қорытпаларындағы электрпластикалық эффекті

Аңдатпа. Металды бір мезгілде қысыммен және үлкен тығыздықты электр тоғының импульстерін өткізумен өңдегенде туындайтын электрпластикалық құбылыс зерттелген. Электрпластикалық эффекте аз электроэнергияны тұтынып жету үшін электр өрістің импульстарының ұзақтығы аз немесе релаксация уақытына тең болу қажет, яғни, дислокациялардың теңсіздік топтары пайда болғанда. Резистивтік қыздыруды қолданғанда титан қорытпаларында деформацияның кернеуінің едәуір азайуы және біртекті деформацияның ауданы артатыны анықталған. Бұл қысыммен өңдеу кездегі қыздыру әдісінің перспективтігін білдіреді, әсіресе титан қорытпаларынан жасалған парақты материалдарды қалып әдісімен дайындағанда.

Түйін сөздер: асқынпластикалық, электропластикалық эффект, титан қорытпалары, дислокация, деформация, қысыммен өңдеу.

Y. A. Abdyrahman

Electroplastic effect in titanium alloys

Abstract. The phenomenon of electroplasticity that occurs when a metal is simultaneously processed by pressure and passing high-current electrical pulses is studied. To achieve the electroplastic effect with less power consumption, it is necessary that the duration of the electric field pulses be less than or equal to the relaxation time when non-equilibrium dislocation groups have time to appear. It is established that the use of resistive heating significantly reduces the strain stress in the titanium alloy and increases the area of uniform strain. This makes this method of heating very promising for pressure treatment, in particular, the method of forming sheet material from titanium alloys.

Keywords: superplasticity, electroplastic effect, titanium alloys, dislocations, deformations, forming.

УДК 546.221:539.23

С.М. Әжігерей, Ж.К. Калкозова

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

Ғылыми жетекші: Ж.К. Калкозова, к.ф.-м.н.

sandu_13_97@mail.ru

ГИДРОТЕРМАЛДЫ СИНТЕЗДЕУ ӘДІСІМЕН ZnS ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛАРЫН АЛУ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. *Бұл жұмыста мырыш сульфидін (ZnS) гидротермалды әдіспен синтездеу арқылы морфологиясы бақыланатын жұқа қабықшалар алынды. Синтезделген ZnS үлгілерінің морфологиясы сканерлеуші электрондық микроскопия әдісімен, рентгенқұрылымдық талдау әдісі арқылы алынған үлгілердің кристалдық құрылымы зерттелді. Зерттеу нәтижесінде ZnS нанобөлшектерінің беті тегіс наносфера пішінде болатындығы анықталды, төсеніш бетінде өлшемдері 60-400 нм аралығындағы ZnS сфералары түзілді. ZnS сфераларының бір-бірімен қосарланып кетуі және одан кіші немесе үлкен пішіндегі сфералардың болуы, ZnS бөлшектерінің синтездеу кезінде жұмыс ерітіндісінің концентрациясына, синтездің технологиялық параметрлеріне тәуелді екендігі анықталды. Синтезделген ZnS үлгілерінің кристалдық құрылымы рентгенқұрылымдық*

талдау арқылы зерттеліп, олардың кристалдық фазаларының құрылымы анықталды. Талдау нәтижесі бойынша синтезделген ZnS үлгілері кубтық симметриялы, яғни сфалерит нанокристалдар түрінде түзілгендігі анықталды.

Түйін сөздер: *Мырыш сульфиді, гидротермалды синтез, сканерлеуші электрондық микроскопия, рентгенқұрылымдық талдау.*

Соңғы уақыттары ғылымда көптеген зерттеулер негізінде цинк және титан оксидтеріне, цинк және кадмий сульфидтеріне үлкен қызығушылық танытуда. Себебі мұндай материалдарды күн және су энергиясында, отын элементтерінде оптикалық, электрондық, магниттік және термоэлектрондық және т.б қондырғылар негізінде қолданылады. $A^{II}B^{VI}$ тобына жататын ZnS жартылай өткізгіш материалы кең тыйым салынған аймаққа (~3.6 эВ) ие. ZnS практикалық қолдану тұрғысынан жоғары қызығушылық тудырады, себебі құны салыстырмалы төмен бағаға және әртүрлі қасиеттерге ие. ZnS кең тыйым салынған аймаққа ие болғандықтан, оны қондырғаларда люминофор, детектор, светодиод және т.б жартылай өткізгішті материал негізінде қолданылады. Сонымен қатар, ZnS тыйым салынған аймақтың енін азайту және оптикалық абсорбцияны арттыру үшін ZnO/ZnS типті гетероқұрылымдарда қолданылады [1].

Бұл жұмыста ZnS-нің нанобөлшектері гидротермалды әдіспен синтезделді. Синтездеу үшін мырыш ацетаты ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) және тиомочевина ($(NH_2)_2CS$) қолданылды. Концентрациясы 0.01-ден 0.5М мырыш тұздарының ерітіндісі дистелденген суда магниттік араластырғыш көмегімен бөлме температурасында 30 минут араластырылды. Содан кейін ерітіндіге тиомочевинаны қосып, алынған ерітіндіні магнитті араластырғышта бөлме температурасында 30 минут бойы қайта араластырылды. Синтез бейтарап және сілтілі ортада жүргізілді. Соңғы жағдайда ерітіндінің pH қажетті мәнін алу үшін аммоний гидроксиді ерітіндісі (NH_4OH) қосылды. Нәтижесінде pH 10 мәніне дейін жеткізілді. Сілтілік ортаны пайдалану арқылы ZnS синтезінің процесін айтарлықтай тездетеді, өйткені [2] тиомочевина қышқыл ортада жеткілікті тұрақты, ал сілтілік ортада $(NH_2)_2CS + 2OH^- \leftrightarrow S^{2-} + H_2CN_2 + 2H_2O$ күкірт иондарының пайда болуымен деструкция болады. Сондықтан металдар тұздарының қатысуымен тиісті сульфидтер пайда болады. Синтез 70-90ºС температура аралығында фторопласт стаканда жүргізілді.

Синтезделген ZnS үлгілерінің кристалдық құрылымы рентгенқұрылымдық талдау арқылы зерттеліп, олардың кристалдық фазаларының құрылымы анықталды. 85°С температурада синтезделген ZnS жұқа қабықшасы 200°С, 250°С және 300°С температурада термиялық жасытудан өткізіліп, оларға рентгенқұрылымдық талдау жасалынды. Сараптама нәтижесі бойынша алынған үлгілердің құрылымы поликристаллиттерге, яғни мырыш сульфидінің сфалерит түріндегі құрылымына сәйкес келді. Бұл құрылым бойынша мырыш пен күкірт бір-бірімен өзара байланысқан кубтық торға ие екендігін көрсетеді. Шыңдардан байқап тұрғанымыздай, үлгілердің құрылымдық қасиеттері температураға тікелей тәуелді екендігі байқалды. Яғни температура артқан сайын поликристаллиттік күйден кристалдық күйге ауыса бастайды. Оны біз сфалерит құрылымының (111), (220) және (311) жазықтығына сәйкес келетін шыңдардың өсуінен байқай аламыз. Halder-Wagner әдісі бойынша есептеулер жүргізіліп, поликристаллиттер өлшемі сәйкесінше 17,4 Å, 16,5 Å және 25,7 Å болды. Алынған нәтижелер ICSD бойынша 01-077-3378 нөмірлі карточкасына сәйкес келді.

Әдебиеттер:

1. Schrier J., Demchenko D.O., Wang L.-W. Optical Properties of ZnO/ZnS and ZnO/ZnTe Heterostructures for Photovoltaic Applications // Nano Lett., 2007, Vol.7(8), P.2377-2382.

2. Herrmann J., Knoche W., Neugebauer R. Hydrolysis of thiamine // J. Chem. Soc. Perkin Trans, No.3, Part.2, 1995, P.463-468.

С.М. Әжігерей, Ж.К. Калкозова

Получение тонких пленок ZnS методом гидротермального синтеза и исследование их свойств

Аннотация. В данной работе методом гидротермального синтеза получены тонкие пленки ZnS с наблюдаемой морфологией. Морфология синтезированных образцов ZnS исследованы методом сканирующего электронного микроскопа, методом рентгеноструктурного анализа исследована их кристаллическая структура. Выяснено, что наночастицы ZnS имеют поверхность гладкой наносферы, на подложках образовывались сферы ZnS размерами 60-400 нм. В зависимости от концентрации рабочего раствора, технологических параметров синтеза возможно слипание сфер ZnS и образование сфер с меньшими или большими размерами. Методом рентгеноструктурного анализа исследована кристаллическая структура образцов ZnS и структура их кристаллических фаз. Анализ показал что синтезированные образцы ZnS имеют кубическую симметрию, т.е. они образовываются в виде нанокристаллов сфалерита.

Ключевые слова: Сульфид цинка, гидротермальный синтез, сканирующая электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ.

S.M. Azhigerey, Zh.K. Kalkozova

Preparation of thin ZnS films by hydrothermal synthesis and investigation of their properties

Abstract. In this work, thin ZnS films with observed morphology were obtained by the method of hydrothermal synthesis. The morphology of the synthesized ZnS samples was studied using a scanning electron microscope, and their crystal structure was studied by X-ray diffraction. It was found that ZnS nanoparticles have a smooth nanosphere surface, ZnS spheres with sizes of 60-400 nm were formed on the substrates. Depending on the concentration of the working solution, the technological parameters of the synthesis, sticking of ZnS spheres and the formation of spheres with smaller or larger sizes is possible. The crystal structure of ZnS samples and the structure of their crystalline phases were investigated by X-ray analysis. The analysis showed that the synthesized ZnS samples have cubic symmetry, i.e. They are formed as sphalerite nanocrystals.

Keywords: Zinc sulfide, hydrothermal synthesis, scanning electron microscopy, x-ray diffraction.

УДК 538,97; 539.23; 539.216.1 ГРНТИ 29.19.22; 29.19.16

Ә.Р. Әсембаева[1], Р.Р. Немкаева[2], Н.Р. Гусейнов[2], А.П. Рягузов[2]

Научный руководитель: А.П. Рягузов, к.ф.-м.н.

[1]КазНИТУ имени К.И. Сатпаева

[2]ННЛОТ, КазНУ им аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

Aliya.asembaeva@mail.ru

СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ АМОРФНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ПАЛЛАДИЯ

Аннотация. *В данной работе приведены результаты исследования аморфных углеродных пленок, модифицированных наночастицами палладия, полученных методом магнетронного совместного распыления комбинированной мишени из углерода и палладия. Морфология и толщина a-C<Pd> пленок были определены методом сканирующей электронной микроскопии. Методом спектроскопии комбинационного рассеяния было показано влияние наночастиц палладия на структурные свойства синтезированных пленок.*

Ключевые слова: *аморфная углеродная пленка, наночастицы палладия, алмазоподобный углерод, спектроскопия комбинационного рассеяния (RS).*

1. Введение

В настоящее время низкоразмерные аллатропные модификации углерода являются одним из основных предметов изучения исследователей в сфере нанотехнологии [1]. В особенности, тонкие алмазоподобные пленки но основе аморфного углерода вызывают особый интерес благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам. Особенности свойств таких пленок определяются присутствием в аморфной структуре sp^3, sp^2 и sp гибридизированных связей, а так же их соотношением [2,3]. Так же, структурные, оптические, электронные свойства a-C пленок можно варьировать в широком диапозоне путем модифицирования металлическими элементами, не вступающие в химическую связь с

атомами углерода [4]. Модифицирование a-C пленок позволяет получать углеродные материалы с новыми свойствами и расширить спектр их применения.

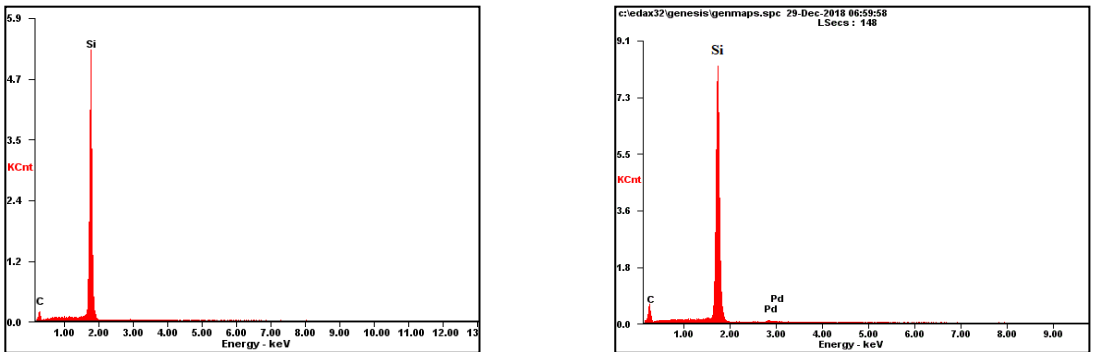
Одним из методов обеспечивающие высокую чистоту технологических процессов является магнетронное распыление [5]. Магнетронное распыление дает возможность получать тонкие пленки в условиях среднего и высокого вакуума с высокой производительностью.

2. Методика эксперимента

Аморфные углеродные алмазоподобные пленки с наночастицами палладия синтезировались методом магнетронного со-распыления в атмосфере аргона (99.999%) при постоянном токе. В качестве комбинированной мишени исползовались углеродные диски (с чистотой 99.999%) и тонкие проволоки палладия (99.9%). Давление рабочего газа в камере состовляла 0.7 Па. Температура подложек при синтезе была <50°C. Углеродные пленки одновременно напылялись на поверхность кварцевых и кремниевых подложек, предворительно прошедших через несколько этапов очистки.

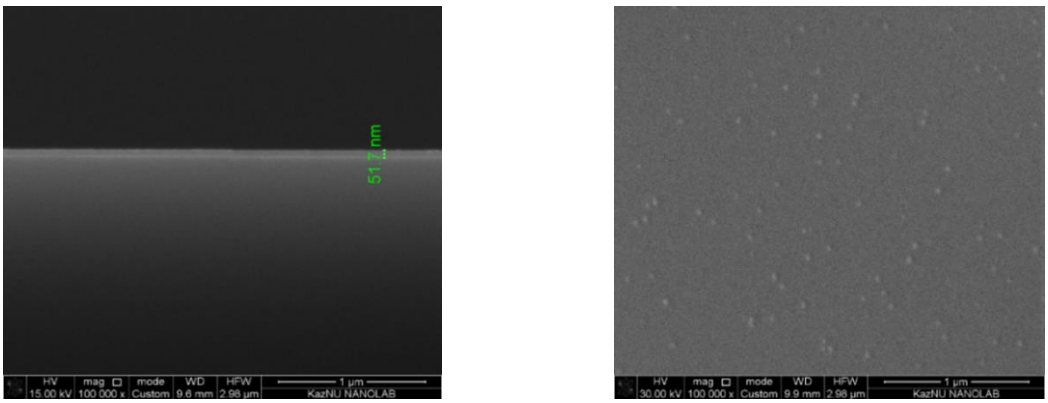
Элементный состав и концентрация палладия в аморфноых углеродных пленках определялась методом EDS. Энерго-дисперсионный рентгеновский микроанализ показал, что концентрация палладия в пленках изменялась от 3.85 ат.% до 11.27 ат.%. На рисунке 1 показаны результаты EDS анализа синтезированных пленок без примеси и с частицами палладия.

Толщина a-C<Pd$_X$> пленок в зависимости от концентрации палладия изменялась от 49.5 до 81.6 нм. На рисунке 2, в качестве примера, приведены СЭМ изображение скола кремниевой подложки и морфология поверхности пленки с концентрацией Pd 4.62 ат.%. Так же, видно (рис.2 б), что наночастицы палладия имеют сферическую форму.



а) б)

Рисунок 1 – EDS анализ a-C<Pd> пленок а) X_{Pd}= 0 ат.% и б) X_{Pd}= 4.62 ат.%



а) б)

Рисунок 2 – СЭМ изображения a-C<Pd> пленки а) толщина и б) морфология поверхности X_{Pd}=4.62 ат.%

3. Результаты и обсуждения

Для изучения влияния наночастиц палладия на структуру пленок использовался метод спектроскопии комбинационного рассеяния (Рамановская спектроскопия-RS). Исследования пленок проводились на установке NTegraSpectra (NT-MDT, Россия). Для возбуждения колебательных мод использовался лазер с длиной волны излучения, равной 473нм.

Спектры комбинационного рассеяния углеродных материалов зависят от концентрации, распределения и соотношения sp^3, sp^2 и sp гибридизированных связей и фаз. Алмазу и графиту соответствуют четкие пики на частотах 1580 см$^{-1}$ (G пик) и 1332 см$^{-1}$. RS спектрам аморфных углеродных структур характерны две отчетливые полосы колебательных мод (G и D-disordered), в интервале частот 1550-1600 и 1350-1420 см$^{-1}$, соответственно. Смещение G пика в низкочастотную область объясняется разупорядочением структуры [6].

На рис.3 показана зависимость интенсивности RS спектров пленок от концентрации частиц Pd. Из спектров хорошо видно, что положение основного G пика находится на частоте ~1555 см$^{-1}$ и с увеличением концентрации не меняется. Такое положение G пика характерна DLC (алмазоподобные) пленкам с концентрацией sp^3 узлов в интервале 40–70%.

На рис.4 показано разложение RS спектров a–C<Pd> пленок на гауссовские составляющие. Спектры с высокой достоверностью разлагаются на три пика. Согласно работе [6] пик 3 соответствует полосе G, а положения пиков 2 и 1 можно отнести к полосе D и фононной плотности sp^3 гибридизированных связей, соответственно.

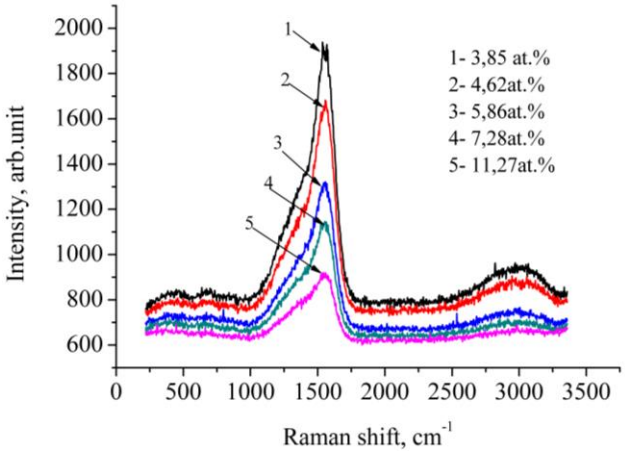
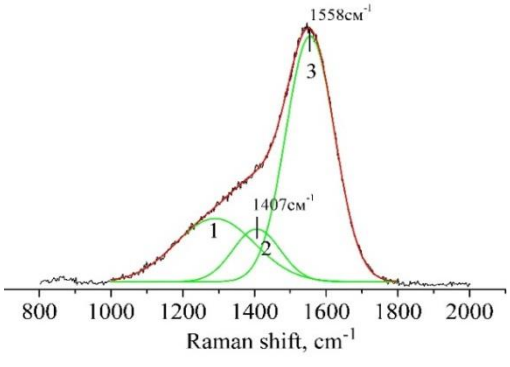


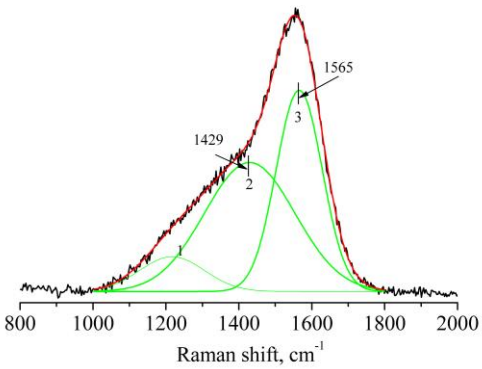
Рисунок 3 – Зависимость интенсивности RS a-C<Pd> пленок от концентрации Pd синтезированных на кварцевой подложке

На рис.4 (б, в, г) показаны изменения RS спектров пленок в зависимости от концентрации Pd. С ростом концентрации палладия интенсивность второго пика (D) увеличивается, а положение первого пика, соответствующий, колебаниям sp^3 узлов, смещается в низкочастотную область. Такое изменение основной полосы RS спектров говорит об увеличении в аморфной матрице концентрации sp^2 узлов.

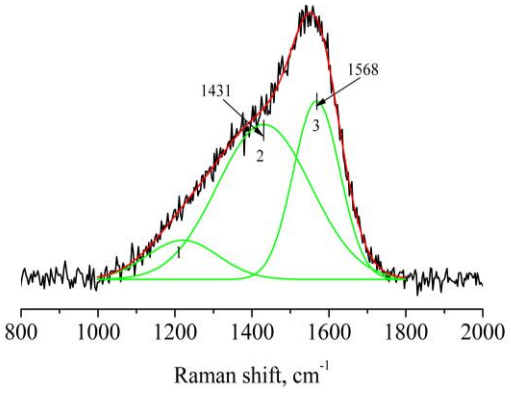
Таким образом, при больших концентрациях Pd, происходит переход из DLC структуры в структуру где преобладают sp^2 узлы и sp^3 связи, возможно, служат соединяющими элементами графитоподобных кластеров.



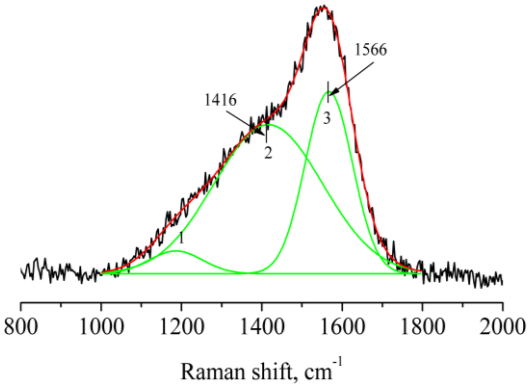
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3 – Спектроскопия комбинационного рассеяния пленок a-C<Pd_x>:
а) X_{Pd}=0.0 ат.%, б) X_{Pd}=4.62 ат.%, в) X_{Pd}=7.29 ат.%, г) X_{Pd}=11.27 ат.%

Заключение

Методом комбинационного рассеяния были проведены исследования по влиянию концентрации палладия на локальную структуру синтезированных образцов. Показано, что рост количества наночастиц палладия приводит к заметному росту плеча в области дополнительного пика D в рамановском спектре и увеличению его интенсивности. Такое изменение в спектрах свидетельствует об увеличении концентрации sp^2 узлов и степени графитизации a-C<Pd> пленок. Таким образом, можно заключить, что модифицирование a-C пленок наночастицами палладия приводит к существенному изменению структурных свойств.

Литературы:

1. Soga T., Sharda T., Jimbo T. Precursors for CVD growth of nanocrystalline diamond // Физика твердого тела. 2004. Т. 46, вып. 4, с.702–706.

2. Acun A., Zhang L., Bampoulis P., Farmanbar M., A. van Houselt, et al. Germanene: the germanium analogue ofgraphene // J. Phys. Condens. Matter. 2015. V. 27, 443002.

3. Mikulski P., Patik J., Rozploch F. Gaussian interpretation of the optical absorption edge tail in amorphous hydrogenated carbon a-C:H // J. of non – crystalline solids. 1994. V.176, p. 230-236.

4. Garcia-Zarco O., Rodil S.E., Camacho-López M.A. Deposition of amorphous carbon–silver composites // Thin Solid Films. 2009. V. 518, p. 1493–1497

5. McKenzie D.R., McPhedran R.C., Savvides N. Analysis of films prepared by plasma polymerization of acetylene in D.C. magnetron. // Thin Solid Films. 1983. V. 108. No 3. p. 247-256

6. Ferrari A.C., Robertson J. Interpretation of Raman spectra of disordered and amorphous carbon // Physical Review B. 2000. V.61, Issues 20, p. 14095-14107.

Ә.Р. Әсембаева, Р.Р. Немкаева, Н.Р. Гусейнов, А.П. Рягузов

Палладий нанобөлшектерімен модификацияланған жұқа аморфты көміртекті қабыршақтардың құрылымдық қасиеттері

Аңдатпа. Берілген жұмыста көміртегі және палладийдан тұратын, комбинацияланған нысананы магнетрондық тозаңдандыру әдісімен алынған, палладий нанобөлшектерімен модификацияланған аморфты көміртект қабыршақтардың қасиеттерін зерттеу жұмыстарының нәтижелері көрсетілген. a-C <Pd> қабыршақтарының морфологиялық қасиеттері сканирлеуші электрондық микроскопия әдісімен зерттелді. Комбинациялық шашырау спектроскопиясы көмегімен палладий нанобөлшектренің концентрациясының синтезделген қабыршақтардың құрылымдық қасиеттеріне әсері көрсетілді.

Түйін сөздер: аморфты көміртекті қабыршақ, палладий нанобөлшектері, алмазтектес көміртегі, комбинациялық шашырау спектроскопиясы

A.R. Assembayeva, R.R. Nemkayeva, N.R. Guseinov, A.P. Ryaguzov
Structural properties of amorphous carbon thin films modified
By palladium nanoparticles

Abstract. This work presents the results of a study of amorphous carbon films modified by palladium nanoparticles obtained by the method of magnetron co-sputtering of a combined carbon and palladium target. The morphology and thickness of a-C <Pd> films were determined by scanning electron microscopy. The effect of palladium nanoparticles on the structural properties of the synthesized films was shown by Raman spectroscopy.

Keywords: amorphous carbon films, palladium nanoparticles, diamond–like carbon, Raman spectroscopy

УДК 538,97; 539.23; 539.216.1

Ф. Бекмұрат, Р.Р. Немкаева, Н.Р. Гусейнов, М.М. Мырзабекова, А.П. Рягузов
Научный руководитель: А.П. Рягузов, к.ф.-м.н.
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
zh.fariza1@mail.ru

СТРУКТУРА И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА A-C <IR> ПЛЕНОК

Аннотация. *Тонкие аморфные алмазоподобные углеродные (DLC) пленки модифицированные наночастицами иридия были синтезированы методом магнетронного ионно-плазменного со-распыления в атмосфере аргона. Проведены исследования морфологии поверхности методом атомно-силовой микроскопией. Кроме этого, исследована локальная структура DLC a-C<Ir> пленок методом рамановской спектроскопией (RS). Методом RS, на длине волны 473 нм, показано, что наночастицы иридия существенно не влияют на формирование структуры углеродной пленки. Получена зависимость оптической ширины запрещенной зоны (E_g) DLC пленок от концентрации иридия.*

Ключевые слова*: наночастицы иридия, алмазоподобная углеродная пленка, рамановская спектроскопия, структура DLC, магнетронное со-распыление.*

Введение. В последнее десятилетие наблюдается интенсивный рост исследований в области аморфных алмазоподобных углеродных пленок. DLC пленки получили широкое применение в качестве твердых покрытий, обладающих высокими антифрикционными свойствами и химически стойкими в агрессивных средах [1, 2]. Не мало важный интерес вызывают металлические наночастицы в диэлектрической углеродной матрице. Подобные материалы обладают уникальными физико-химическими свойствами, а изменение размеров наночастиц, их формы и распределение в матрице позволяет задавать и контролировать механические и физические свойства [3-7].

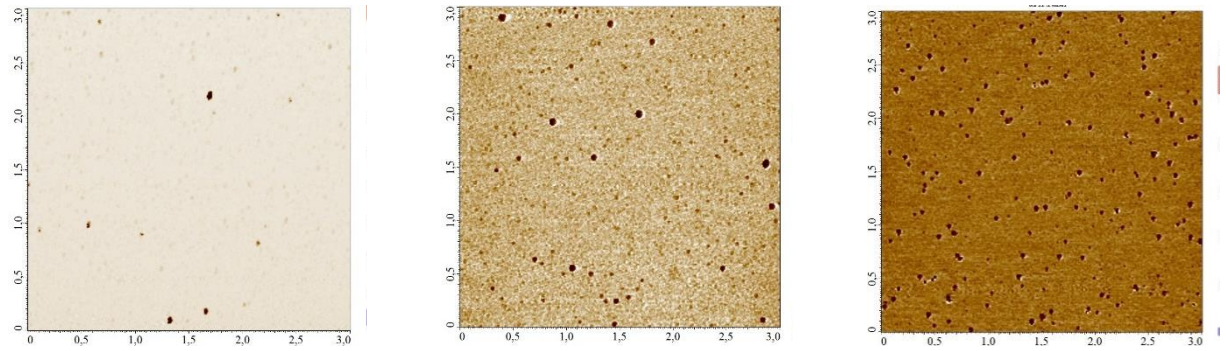
Одним из перспективных методов получения углеродных пленок является метод магнетронного ионно-плазменного со-распыления. Магнетронный метод синтеза, в отличие от многих других используемых методов является мощным инструментом создания наноструктурированных многокомпонентных покрытий различного назначения. Кроме того, этот метод позволяет проводить структурную и примесную модификацию аморфных углеродных (a-C) пленок.

Иридий металл – платиновой группы, относится к инертным веществам и вступает в химическую реакцию с некоторыми химическими элементами только при температурах выше 600°C-1000°C-1200°C, с углеродом связей не образует. Иридий выступает в углеродной матрице как самостоятельный элемент структуры. При организации модифицированной углеродной пленки атомы иридия формируют наночастицы равномерно распределенные по объему пленки. Наночастицы иридия в аморфной углеродной пленке могут обладать свойствами, которые не проявляются в макро состоянии. Кроме этого, наночастицы иридия определенным образом могут влиять на структуру и свойства углеродной матрицы. Поэтому исследование таких композитных материалов вызывает определенный научный и практический интерес.

Методика эксперимента

Синтез тонких алмазоподобных пленок с наночастицами Ir проводился методом ионно-плазменного магнетронного со-распыления комбинированной углеродной мишени (99.999 ат.%) на кварцевых и кремниевых подложках в атмосфере инертного газа Ar (99.999 ат.%). При синтезе пленок температура подложки не превышала 50°C и давление газа Ar составляло 0,7 Па. В качестве иридия (99.9 ат.%) использовалась проволока диаметром 0.125 мм. Размер и количество наночастиц иридия в единице объема изменялись от количества отрезков проволоки Ir в зоне распыления углеродной мишени.

Концентрация иридия в a-C пленках определялась методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией (EDS) с использованием устройства EDAX (AMETEC Materials Analysis Division, USA) на базе установке растрового электронного микроскопа Quanta 200i 3D (FEI Company, USA). Концентрация X_{Ir} менялась от 0.0 ат.% до 1.58 ат.%. Морфология поверхности DLC пленок изучалась на атомном силовом микроскопе (AFM). На рисунке 1 приведены результаты AFM поверхности для трех различных концентраций X_{Ir}. Из привиденных снимков видно, что, наночастицы иридия в углеродной матрице формируют сферическую форму и имеют максимальный размер ~80 нм. Локальная структура образцов исследовалась рамановской спектроскопией (RS) на установке NTegraSpectra (NT-MDT, Russia). Изучение спектров пропускания проводили на спектрофотометре Lambda-35. Все пленки получались при одинаковых условиях и времени синтеза.



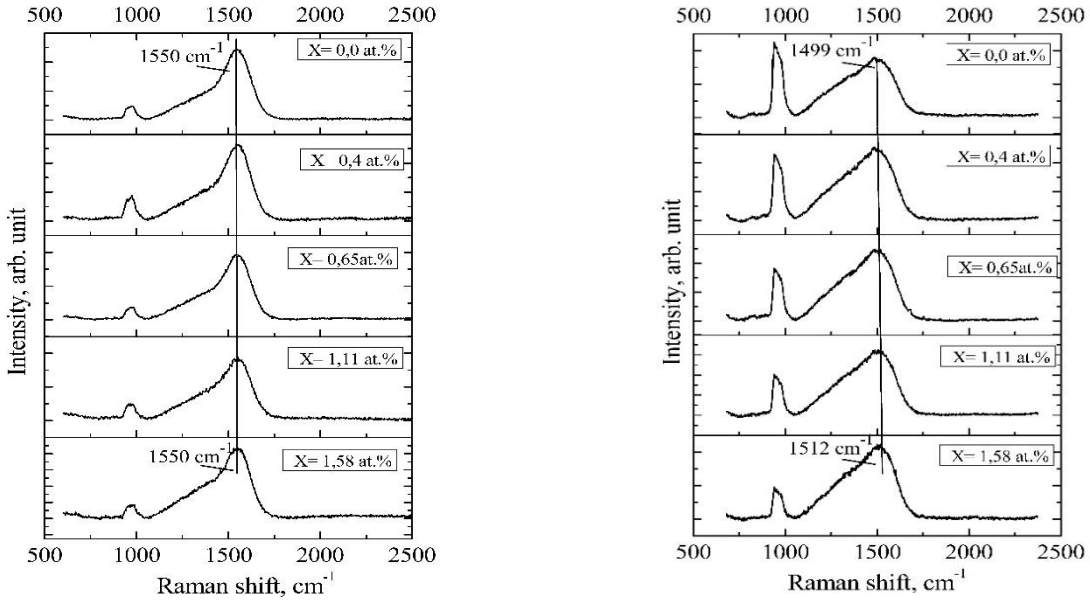
а) X_{Ir}= 0.0 ат. % б) X_{Ir}= 0.65 ат. % в) X_{Ir}= 1.58 ат. %

Рисунок 1 – АСМ поверхности DLC a-C <Ir> пленок

Результаты исследований и их обсуждение

Спектры RS получали с использованием лазеров на длине волны 473 нм и 633 нм. Как известно [8, 9], рамановские спектры углеродных структур характеризуются двумя основными полосами излучения, которые относятся к интервалам частот 1500–1600 $см^{-1}$ и 1340-1420 $см^{-1}$, и обозначаются G и D пиками соответственно. Пик G (graphite) относится к пику графита. На рисунке 2 показаны RS алмазоподобных углеродных пленок a-C<Ir> на кремниевой подложке. Видно что, все спектры характерезуются основным пиком G и плечом в низкочастотной области.

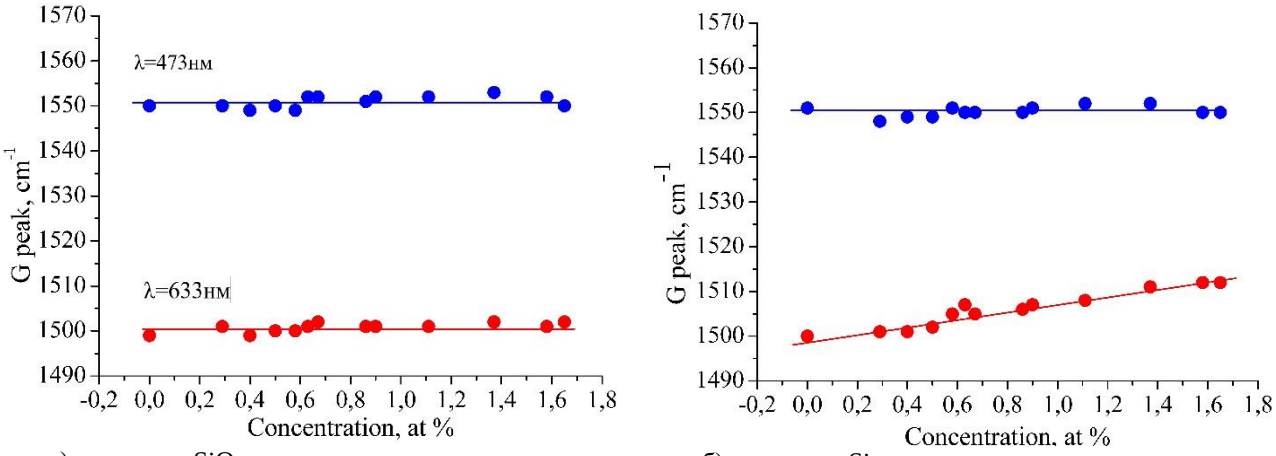
С увеличением концентрации иридия (рис. 2 а), пик G не меняет своего положения и определяется на частоте 1550 $см^{-1}$. Такое положение G пика соответствует алмазоподобной структуре [9] и процентное содержание sp^3 гибридизированных связей может составлять порядка 55-70 %. На рисунке 2б, при возбуждении на длине волны 633 нм, выявлено смещение G пика в высокочастотную область, т.е. наблюдаем, переход в графитоподобную фазу с увеличением концентрации иридия.



а) б)

Рисунок 2 – RS a-C<Ir> пленок синтезированных на кремниевой подложке при возбуждении на длине волны а) 473 нм, б) 633 нм

На рисунке 3 наглядно показано изменение положения G пика в a-C<Ir> пленках на кварцевой и кремниевой подложках. Как видно из рисунка 3(а), положение G пика, при возбуждении лазером 473 нм и 633 нм, не меняется. Изменение в положении G пика наблюдаем только при возбуждении на 633 нм в a-C<Ir> пленках на кремниевой подложке.



а) подложка SiO_2 б) подложка Si

Рисунок 3 – Зависимость положения G пика от концентрации Ir в a-C пленках

Для выяснения, на сколько, сильно меняется структура a-C пленки с концентрацией Ir, провели расчет дисперсии G пика по основным частотам возбуждения 473 нм и 633 нм, согласно [12],

$$G_{disp} = \frac{G_{pos}(473nm) - G_{pos}(633nm)}{(633-473)nm}.$$

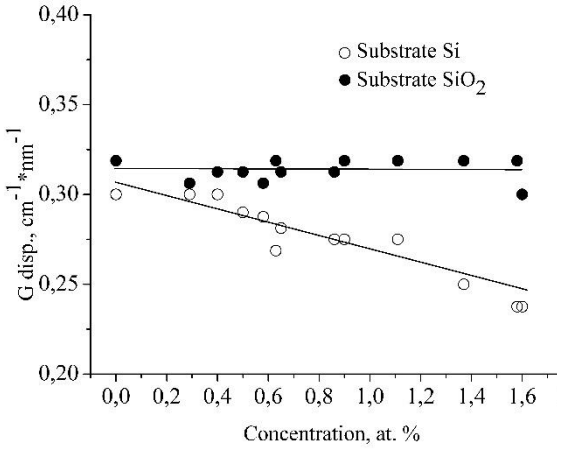


Рисунок 4 – Дисперсия G пика от концентрации Ir в a-C пленках синтезированных на кварцевой и кремниевой подложках

Из рис.4 видно, что дисперсия G пика в a-C<Ir> пленках приготовленных на кварцевой подложке существенно не меняется и ее значение ~ 0,32 $см^{-1}*нм^{-1}$. На кремниевых подложках мы наблюдаем уменьшение дисперсии G пика от ~0,3 до 0,23 $см^{-1}*нм^{-1}$. Таким образом, можно утверждать, что кристаллическая поверхность кремниевой пластины более существенно влияет на формирование структуры углеродной матрицы.

Оптические спектры пропускания и отражения исследовались в диапазоне от 190 нм до 1100 нм. На рисунке 5 можно увидеть как меняется спектр пропускания T в зависимости от вводимой концентрации иридия. По полученным данным рассчитывался коэффициент поглощение α. В аморфных пленках $\alpha \sim (h\nu - E_g)^2$, поэтому из графика зависимости $\sqrt{\alpha h\nu}(h\nu)$ определяем ширину запрещенной зоны [12]. На рисунке 6 показано нелинейное изменение E_g от 1,97 eV до 0,8 eV с увеличением концентрации иридия. Такое изменение ширины запрещенной зоны, по-видимому, связано с изменением количества sp^2 узлов и влиянием энергетического спектра наночастиц иридия на плотность разрешенных состояний внутри запрещенной зоны матрицы.

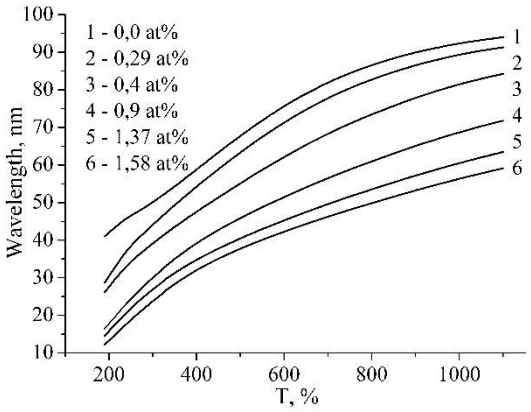


Рисунок 5 – Спектр пропускания a-C<Ir> пленок

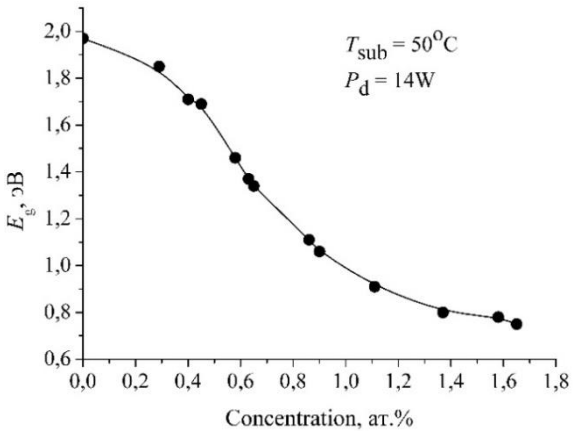


Рисунок 6 – Зависимость оптической ширины запрещенной зоны от концентрации Ir

Заключение

Методом рамановской спектроскопией изучено влияние концентрации наночастиц иридия на формирование структуры пленки. По изменению дисперсии G пика показано, что с увеличением концентрации иридия возростает sp^2 гибридизация связей и более существенно это происходит в пленках выращенных на кремниевых подложках.

Из проведенных исследований по рамановской спектроскопии, изучения оптических свойств, можно заключить, что структуру и электронные свойства аморфного углерода можно существенно изменять, модифицируя их наночастицами иридия.

Литературы:

1. Erdemir A., Donnet Ch.. J. Phys. D: Appl. Phys., 39, R311 (2006).
2. Suzuki M., T. Ohana, A. Tanaka. Diamond and Related Materials, 13 (11–12), 2216 (2004).

3. Garcı´a M. A., Ruiz-Gonza´lez M. L., de la Fuente G. F., Crespo P., Gonza´lez J. M., Llopis J., Gonza´lez-Calbet J. M., Vallet-Regı´ M., Hernando A. Ferromagnetism in twinned pt nanoparticles obtained by laser ablation // Chem. Mater. 2007, V. 19, N. 4, P 889-893.

4. Paul R., Hussain S., Pal A.K. Characterization of nanocrystalline gold/DLC composite films synthesized by plasma CVD technique // Applied Surface Science 255 (2009) P. 8076–8083.

5. Jurkeviciute A., Lazauskas A., Tamulevicius T., Vasiliauskas A., Peckus D., Meskinis S., Tamuleviciu S. Structure and density profile of diamond-like carbon films containing copper: Study by X-ray reflectivity, transmission electron microscopy, and spectroscopic ellipsometr // V. 630, 30 may 2017, P.48-58.

6. Ramirez E., Eradès L., Philippot K., Lecante P., Chaudret B. Shape Control of Platinum Nanoparticles // Adv. Funct. Mater. 2007, V. 17, P. 2219–2228.

7. Prikhodko O., Manabaev N., Guseynov N., Maksimova S., Mikhailova S., Assanov G. Optical Properties of Diamond-Like Carbon Films Modified by Platinum // Advanced Materials Research Vol. 660 (2013), P. 47-50.

9. Ferrari A.C., Robertson J. Interpretation of Raman spectra of disordered and amorphous carbon // Physical Review B. -2000 -V.61, Issues 20. -P.14095-14107.

10. Ferrari A.C., Robertson J. Resonant Raman spectroscopy of disordered, amorphous, and diamondlike carbon // Physical review B, 2001 - V 64, 075414

11. Ferrari A.C., Robertson J. Raman spectroscopy of amorphous, nanostructured, diamond-like carbon, and nanodiamond // Phil. Trans. R. Soc. Lond. A (2004) V. 362, P. 2477–2512

12. Мотт Н.Ф., Дэвис Э.А. Электронные процессы в некристаллических веществах. –М.: Мир, 1982.-662с.

Ф. Бекмұрат, Р. Р. Немкаева, Н.Р. Гусейнов, М. М. Мырзабеков, А. П. Рягузов

A-C <IR> қабыршақтың құрылымы және оптикалық қасиеттері

Аңдатпа. Жұқа аморфты алмазтектес көміртекті (DLC) қабыршақтар аргон атмосферасында магнетронды ионды-плазмалық шашырату әдісімен синтезделді. Атомдық-күштік микроскопия әдісімен беттің морфологиясына зерттеу жүргізілді. Бұдан басқа, Раман спектроскопиясы (RS) әдісімен DLC a-C<Ir> қабыршақтың жергілікті құрылымы зерттелді. RS әдісімен, 473 нм толқын ұзындығында иридий нанобөлшектері көміртекті пленка құрылымының қалыптасуына айтарлықтай әсер етпейтіні көрсетілген. DLC қабыршақтарының оптикалық тыйым салынған аймағының (Eg) енінің иридий концентрациясына тәуелділігі алынды.

Түйін сөздер: Иридия нанобөлшектері, алмас тәрізді көміртекті қабыршақ, Раман спектроскопиясы, DLC құрылымы, магнетронды бүрку.

F. Bekmurat, R. R. Mamkaeva, N. R. Guseinov, M. M. Myrzabekova, A. P. Ryaguzov

Structure and optical properties of A-C <IR> films

Abstract. Thin amorphous diamond-like carbon (DLC) films modified by iridium nanoparticles were synthesized by magnetron ion-plasma co-sputtering in argon atmosphere. The surface morphology was studied by atomic force microscopy. In addition, the local structure of DLC a-C<Ir> films was studied by Raman spectroscopy (RS). The RS method, at a wavelength of 473 nm, shows that iridium nanoparticles do not significantly affect the formation of the carbon film structure. The dependence of the optical band gap (Eg) of DLC films on the iridium concentration was obtained.

Keywords: the nanoparticles of Iridium, diamond-like carbon film, Raman spectroscopy, the structure of the DLC, magnetron co-sputtering.

УДК 621.9.047.7-621.385.833

М.Ф. Кәдір, М.Т. Ысқақ, М.С. Баталова, Б.Е. Алпысбаева
Ғылыми жетекші: PhD докторы Б.Е. Алпысбаева
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
meruyert.kadir@mail.ru

АНОДТАУ ПРОЦЕСІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН НЕГІЗГІ ПАРАМЕТРЛЕР

Аңдатпа. *Нанокеуекті алюминий оксидін анодтау процесі арқылы алу қарапайым және арзан әдіс болып табылады және қосымша талдау жұмыстарын талап етеді. Кеуекті құрылымдардың қалыптасуын және оның қалыңдығының өсуін анықтайтын бірнеше негізгі факторлар бар. Осы зерттеу жұмысында құрылымы ретті нанокеуектерді қалыптастыру үшін анодтау процесінің шарттары белгілі болды. Сонымен қатар кеуекті құрылымдар анодтау процесінің негізгі параметрлерінен тәуелділігі анықталды.* Түрлі кернеу мәндерінде, төменгі және бөлме температураларында, ортофосфор және қымыздық қышқыл электролиттерінде, түрлі жұмыс шарттарында (арнайы ұяшық және шыны стақан) кеуекті құрылымдар қалыптастырылып, өзара салыстыру жұмыстары жүргізілді.

Түйін сөздер: *анодтау процесі, темпетарура, анодты ток кернеуі, электролит.*

Алюминий қабықшасын анодтау процесі көмегімен қышқыл электролитінде алу әр түрлі жылдамдықта, тұрақтылықта, эффективтілікте өтуі мүмкін екендігі белгілі. Кеуекті қабаттардың геометриялық құрылымын анықтайтын электрохимиялық анодтау процесінің негізгі параметрлері процесс температурасы, анодтау уақыты, электролит құрамы және анодты токтың кернеуі [1]. Осы параметрлердің негізінде әр түрлі кеуек диаметріндегі, түрлі қалыңдықтағы кеуекті алюминий оксиді қалыптасады.

Температураның әсері: Алюминийдің анодты қышқылдану реакциясының жылдамдығы және басқа да реакциялар үшін $k = A * e^{-Ea/RT}$ Аррениус теңдеуіне сәйкес процестің температурасынан тәуелді болады. Осылайша, температурамен реакцияның өсу жылдамдығы экспоненциалды болады, яғни Вант-Гофф эмпирикалық ережесіне сәйкес реакция жылдамдығы температура әр 10°C температураға артқанда 2-4 есеге дейін артады [2]. Анодтау кезінде электролиттің температурасын өсіру селективтілігін қамтамасыз ету үшін бөлме температурасынан төмен болу керек.

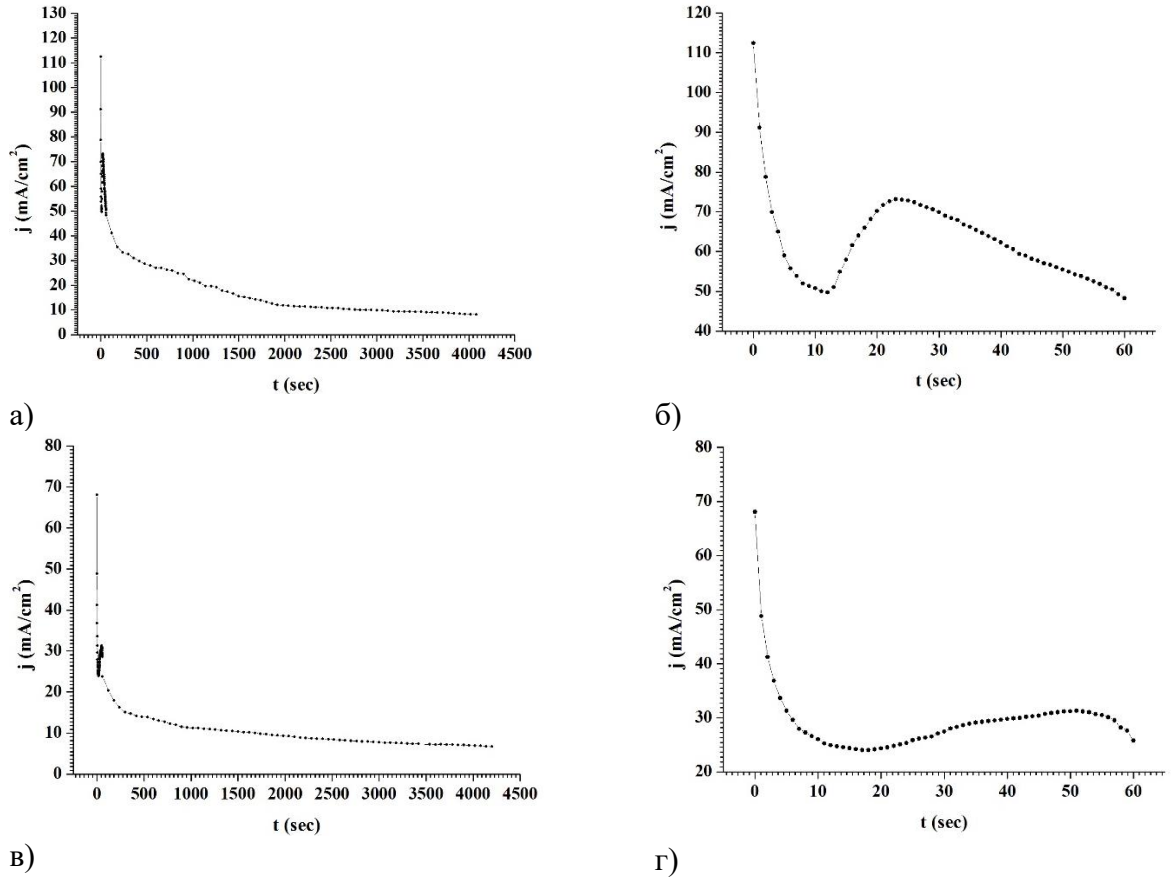
Анодтау уақытының әсері: [3] жұмыста алынған кеуекті қабаттардың қалыңдығы анодтау уақытына тура пропорционалды екені көрсетілді. Процесс қаншалықты ұзақ жүрсе, кеуекті қабат соншалықты қалың болады [4].

Электролит құрамы мен концентрациясының әсері: Электролит құрамын таңдау барысында біріншіден, қышқыл түрінің тәуелділігіне байланысты әр түрлі диаметрдегі кеуектерді қалыптастыруға болады. Кеуекті қабықшалар қышқылдарда күкірт қышқылында, фосфор, хром, қымыздық және бейорганикалық және органикалық қышқылдарда тезірек өседі [5]. Белгілі бір кернеу үшін электролиттің түрі мен концентрациясын белгілеп алу ретті өскен наноқұрылымдарды алу үшін қажет.

Кернеудің әсері: Көптеген нәтижелердің негізінде оксидтің геометриялық өлшемдері мен олардың қалыптасуы кернеуінің арасында сызықтық тәуелділік болатыны белгілі болды [5]: D = −1.7 + 2.8U, мұнда D — оксидті ұяшықтың өлшемі (нм), U — анодты кернеу (В). Реттелген наноқұрылымды өсуді алу үшін белгілі кернеу жағдайында электролиттің түрі мен концентрациясын таңдау қажет. Қымыздық қышқылда алюминийді өсіру (~30...120 В) және фосфор қышқылында (~80...200 В) [2].

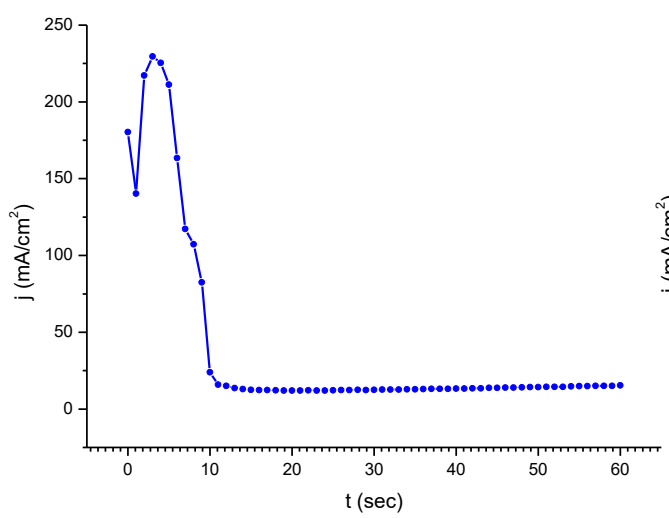
Кеуекті құрылымның қалыптасуына анодтау процесін бақылап отыруға мүмкіндік беретін бірнеше параметрлер әсер етеді. Негізгі параметрлер бастапқы алюминидің химиялық тазалығы, анодтау процесі кезіндегі электролит температурасы, электролит концентрациясы және электролитке қатысты алюминидің орналасу шарты.

Кеуекті алюминий оксидінің түрлі этаптарда қалыптасу уақытын анықтау үшін ток тығыздығының U=70В кернеуде анодтау процесі уақытына тәуелділігі анықталды (сурет 1). Сонымен қатар нәтижелерді салыстыру үшін зерттеу түрлі температурада жүргізілді (Т=4°С және Т=20°С). Төмендегі графиктерде анодтау процесінде кеуектердің қалыптасуы және олардың ары қарай өсуі кезіндегі ток тығыздығы мәнінің өзгерісі көрсетілген. Анодтау процесі басында жұқа барьерлік қабат өсе бастайды және Al_2O_3 қабықша қалыңдығының өсуімен (0 ~12 секунд аралығы, сурет 1,а,б). ток ақырындап төмендей бастайды. Содан кейін Al_2O_3 қабықшасының құрылымдалуы жүреді, нуклеация және терең емес кеуектер пайда болады. Осының салдарынан анодтаудың беттік ауданы артады, 12-24 секундтарда (сурет 1,а,б) токтың аздап өсуі байқалады. Және беттік қабатында кеуекті құрылым қалыптасады да, кеуектер терең өсе бастайды. Ал ток монотонды төмендейді (25 секунд-70 минут аралығы, сурет 1а, б).

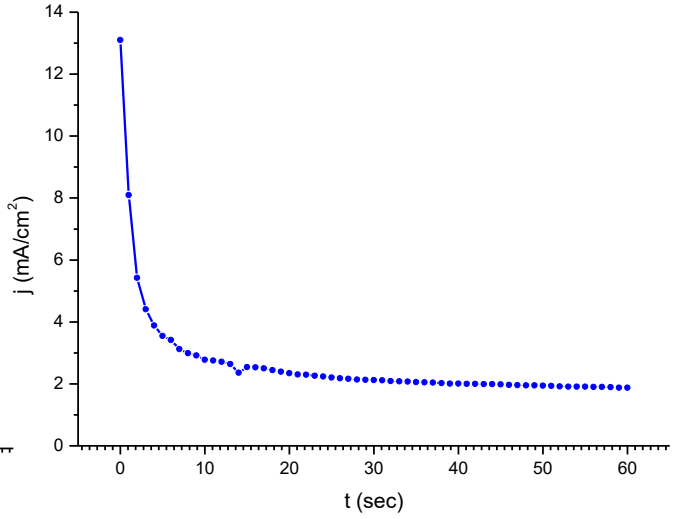


Сурет 1 – Анодтау уақытының анодты токтан тәуелділігі 0.4 М $(COOH)_2$ ертіндісінде (U=70 В) а, б) Т=20°С; в, г) Т=4°С

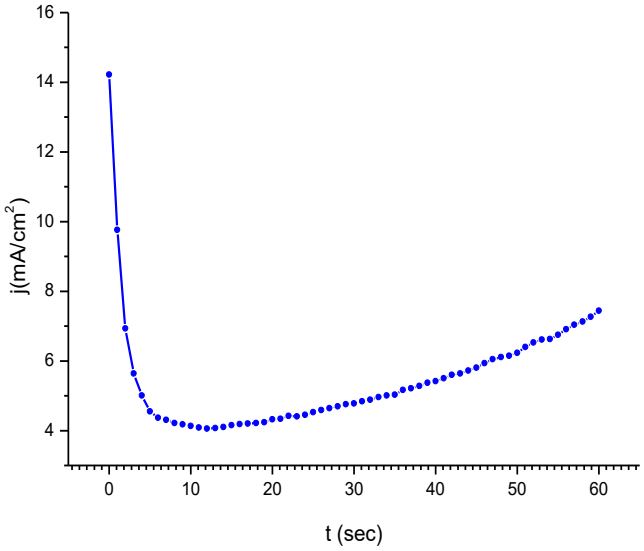
Анодтау процесінің ток тығыздығына тәуелділігі Т=4°С температура кезінде тек осы айырмашылыққа ұқсас, төменгі температурада процесс баяу жүреді. Екі нәтижені салыстырып, бірінші жағдайда ток тығыздығының өсуі 12-ші секундта, ал екінші жағдайда 20-шы секундта бақыланады. Сонымен қатар кеуектердің терең өсуі бірінші жағдайда 25-ші секундта бақыланады, ал Т=4°С температурада процесс 50-ші секундта бақыланады. Т=4°С температурада ток тығыздығының өсуі баяу жүреді (20 - 50 секунд).



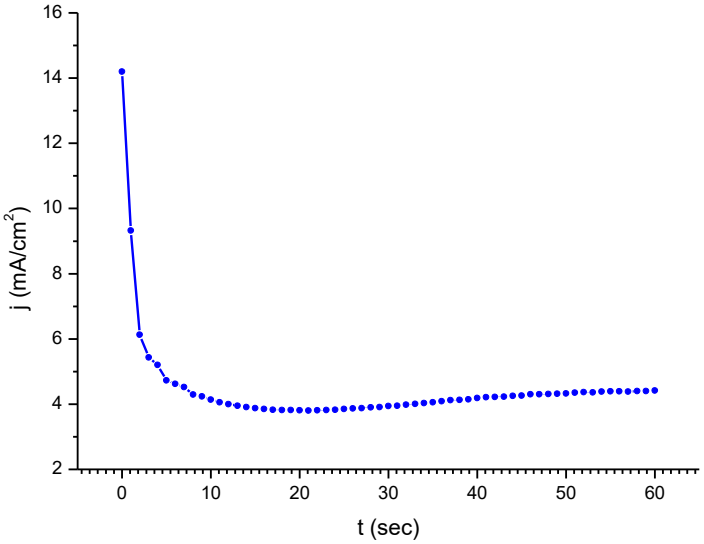
а) U=70В, $T_б$=21°С,
ортофорфор қышқылы, стақан



б) U=70В, $T_б$=23°С,
ортофорфор қышқылы, ұяшық



в) U=40В, $T_б$=22°С,
қымыздық қышқыл, стақан

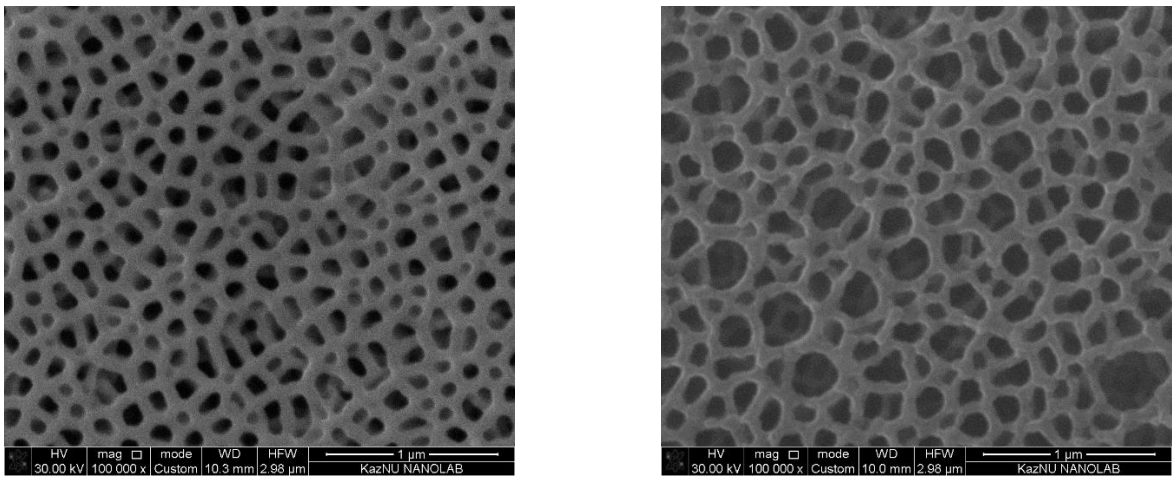


г) U=40В, $T_б$=23°С,
қымыздық қышқыл, ұяшық

Сурет 2 – Түрлі шарттарда жүргізілген анодтау процесі уақытының токтан тәуелділік графигі

Жоғарыда 2 а, б, в, г суреттерде түрлі шарттарда (арнайы ұяшық және шыны стақан) жүргізілген анодтау процесі уақытының токтан тәуелділік графигі көрсетілген. Графиктерде көріп тұрғандай тәуелділік аздаған айырмалыққа ие. Ол электрод пен электролит арасындағы электрохимиялық процестің шартына байланысты болуы мүмкін. Мұндай айырмашылықтың негізгі факторлары электродтардың ара қашықтығы мен ыдыс көлемі. Толығырақ талдау жұмыстары үшін қосымша зерттеу жұмыстары жүргізіледі.

Төменде U=70В кернеуде төменгі температурада алынған кеуекті алюминий оксидінің СЭМ бейнесі көрсетілген.



Сурет 3 – Кеуекті алюминий оксидінің СЭМ бейнесі

Әдебиеттер:

1. Аверин И.А., Губич И.А., Печерская Р.М. Формирование и исследование пористых оксидных пленок на алюминии. // Нано- и микросистемная техника. 2012. № 6. с. 11–14.

2. Белов А.Н., Гаврилов С.А., Шевяков В.И. Особенности получения наноструктурированного анодного оксида алюминия. // Российские нанотехнологии. — 2006. — Т. 1. — № 1–2.

3. Зимина Т.М., Муратова Е.Н., Спивак Ю.М., Дрозд В.Е., Романов А.А. Технологии формирования и применение нанослоев и нанопористых композиций Al2O3 для микро- и нанотехники // Нано — и микросистемная техника. 2012. № 12. с. 15–24.

4. Investigation of Nanoporous Thin Film Alumina Templates / © 2004 The Electro-chemical Society.

5. Муратова Е.Н., Спивак Ю.М., Мошников В. А., Петров Д.В., Шемухин А.А., Шиманова В.В. Влияние технологических параметров получения слоев нанопористого Al_2O_3 на их структурные характеристики // Физика и химия стекла. 2013. Т. 39. № 3. с. 473–480.

М.Ф. Кәдір, М.Т. Ысқақ, М.С. Баталова, Б.Е. Алпысбаева

Основные параметры влияющие на процесс анодирования

Аннотация. Получение нанопористого оксида алюминия, не смотря на то, что является простым и дешовым методом, требует детального анализа процесса анодирования. Так как сущестует несколько основных факторов, которые определяют рост пористой структуры и ее толщину. В данной работе были исследованы условиях процесса анодирования, при которых можно было выявить наиболие приямлемые условия получения пористой структуры с заданными струткурными параметрами и определить зависимости структуры от основных параметров процесса анодирования.

Ключевые слова: процесс анодирования, темпетарура, анодное напряжение, электролит

M.F. Kadir, M.T. Yskak, M.S. Batalova, B.E. Alpysbayeva

The main parameters affecting the anodizing process

Abstract. Obtaining nanoporous aluminum oxide, in spite of the fact that it is a simple and cheap method, requires a detailed analysis of the anodizing process. Since there are several main factors that determine the growth of the porous structure and its thickness. In this work, the conditions of the anodizing process were investigated, under which it was possible to identify the most acceptable and acceptable conditions for obtaining a porous structure with given structural parameters and to determine the structure's dependencies on the main parameters of the anodizing process.

Keywords: anodizing process, temperature, anode voltage, electrolyte

УДК 537.311:322

С. Кейінбай, К.Х. Нусупов, Н.Б. Бейсенханов,
Д.И. Бакранова, А.А. Турахун, А.А. Султан
Научный руководитель - Н.Б. Бейсенханов, зам. зав. лабораторией, д.ф.-м.н., профессор
[1]Казахстанско-Британский технический университет, Казахстан, г. Алматы
beisen@mail.ru

ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ ТОЛСТОЙ АМОРФНОЙ ПЛЕНКИ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Аннотация. *Методом магнетронного распыления в высокочастотном режиме 13,56 МГц при одновременном распылении мишени кремния и мишени графита осуществлен синтез толстых пленок карбида кремния на поверхности c-Si. Обнаружено новое явление – преобладание укороченных Si–C-связей в аморфной пленке карбида кремния, приведшее к смещению максимума ИК-спектра в область выше 800 см$^{-1}$ – вплоть до 870 см$^{-1}$. Результаты могут быть трактованы воздействием высокочастотного поля в процессе осаждения методом магнетронного распыления, способствующего уплотнению структуры пленки.*

Ключевые слова: *кремний, полупроводники, карбид кремния, кристаллизация, магнетронное распыление*

Важные для полупроводниковой электроники физико-химические свойства карбида кремния, такие как широкая запрещенная зона (E_g = 2,3–3,5 эВ), высокие температура плавления (2830°C), химическая стойкость, теплопроводность, подвижность носителей заряда и твердость (33400 Мн/м^2) [1] обусловили его широкое применение в **радиационно-стойкой электронике, высокотемпературной электронике, высокочастотной электронике, оптоэлектронике** [1,2], а также в качестве жаростойких материалов при изготовлении нарезных дисков и буров. Электронные приборы на основе SiC обладают высоким быстродействием и возможностью работы при температурах до 600ºC [3,4].

Различие в параметрах решеток карбида кремния и монокристаллического кремния составляет ~20%, а разница в их термических коэффициентах расширения ~8%. Поэтому, выращивание эпитаксиальных слоев SiC на подложке Si является нетривиальной задачей [5]. Например, методом ионной имплантации удается получить аморфные пленки SiC с последующей их кристаллизацией в процессе отжига (900-1300°C) [6]. Были достигнуты успехи по синтезу тонких эпитаксиальных пленок SiC на Si методом замещения атомов [7,8]. Метод магнетронного распыления получил распространение благодаря относительно большим скоростям роста, хорошей адгезии пленок SiC и достаточно низкой стоимости технологического процесса [9]. В [10] предложен метод осаждения аморфного a-$Si_{1-x}C_x$ с помощью радиочастотного магнетронного со-распыления двух или нескольких мишеней.

В данной работе методом магнетронного распыления осуществлен синтез толстой аморфной пленки SiC на монокристаллической подложке Si. При одновременном распылении мишеней кремния и графита в высокочастотном режиме 13,56 МГц осуществлено осаждение толстых пленок SiC_x на поверхности c-Si при следующих условиях: мощность магнетрона – 150 Вт, расход газа аргона 2,4 л/ч, давление в камере 0,4 Па, температура подложки – 100°C. Продолжительность осаждения составила 10800 сек (3 часа, образцы серии №59 и №60).

Анализ ИК-спектра пленки SiC_x показывает наличие интенсивного SiC-пика в области 416 – 1250 см$^{-1}$, имеющего максимум в области 870 см$^{-1}$ и амплитуду 0,473 с двумя пиками при 821 и 874 см$^{-1}$. Полуширина пика составила 320 см$^{-1}$ (рисунок 1), что указывает на аморфную природу пленки SiC [4-6, 11]. В спектре на рисунке 1 также наблюдается пик естественного окисла SiO_2 с максимумом при 1106 см$^{-1}$ и амплитудой 0,047.

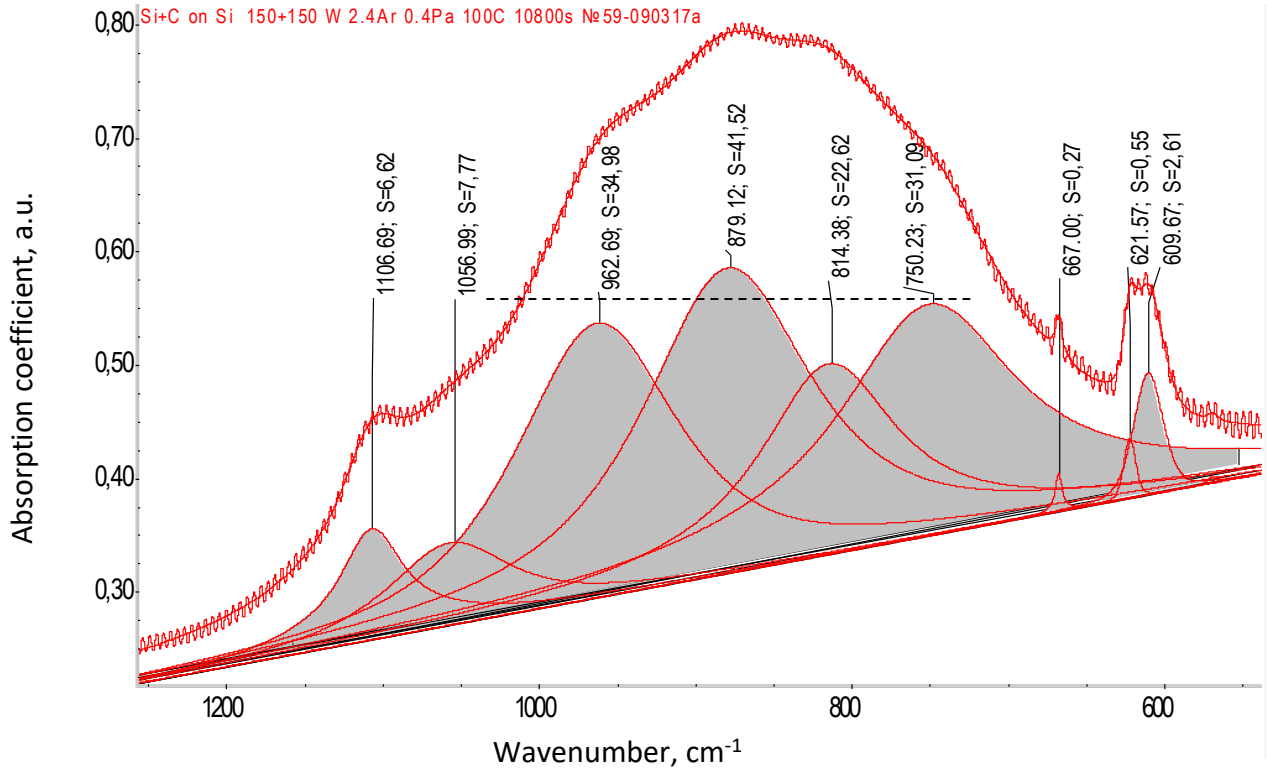


Рисунок 1 – Разложение ИК-спектра поглощения пленки SiC_x, осажденной на поверхности пластины Si магнетронным распылением в высокочастотном режиме (13,56 МГц, 150 Вт, 10800 с, Ar – 2,4 л/ч, 0,4 Па)

Особенностью SiC-пика на рисунке 1 является расположение максимума в области 870 $см^{-1}$, т.е. выше значения 795,9 $см^{-1}$, характерного для тетраэдрически ориентированных Si–C-связей. Это предполагает превалирование укороченных SiC-связей в прочных и плотных нанокластерах, а также на поверхности мелких нанокристаллов, поглощающих в области выше 800 $см^{-1}$ [11].

Выполнено разложение SiC-пика образца №59 на компоненты (рисунок 1), определены их площадь и положение в спектре. Наблюдаются интенсивные пики с максимумами при 750,2 $см^{-1}$, 814,3 $см^{-1}$, 879,1 $см^{-1}$, 962,6 $см^{-1}$.

Компонента с максимумом при 750,2 $см^{-1}$ (рисунок 1) была отнесена к слабым удлиненным Si–C-связям аморфного карбида кремния. Действительно, при исследовании аморфных ионно-синтезированных слоев карбида кремния [4,6,11], положение максимума SiC-пика находилось в пределах 700 – 760 $см^{-1}$. После отжига при температуре 900ºС пик смещался до ~795-800 $см^{-1}$, увеличивал свою амплитуду и сужался, указывая на преобладание Si–C-связей тетраэдрической ориентации поликристаллической фазы SiC. Наблюдались включения мелкокристаллической, крупнокристаллической и аморфной фазы SiC после отжига [12].

Компоненты при 814.3 и 879.1 $см^{-1}$ (рисунок 1) были отнесены к поглощению укороченных Si–C-связей, превалирующих на поверхности мелких нанокристаллов. Действительно, H. Mutschke et.al [13], анализируя работы по изучению эмиссии малых частиц SiC диаметром 0,3-3 μm в космических объектах, отмечают, что широкий пик в области 11,3 μm (~885 $см^{-1}$) был интерпретирован различными авторами как эмиссия малых частиц SiC между частотами поперечных (~795 $см^{-1}$) и продольных (~960 $см^{-1}$) оптических фононов. В связи с этим, компоненты с максимумами при 814,3 $см^{-1}$ и 879,1 $см^{-1}$ могут указывать на присутствие групп мелких нанокристаллов SiC (таблица 1), отличающихся

размерами, а компонента с максимумом при 962,6 $см^{-1}$ на присутствие мелких нанокластеров, названных в работах [7,8] дилатационными диполями.

Исходя из вышеизложенного, почти половина (49,3%) Si-C-связей находятся в составе очень мелких нанокристаллов с размерами менее 3 нм [11]. Это можно отнести к необычному результату, так как пленка не была подвергнута отжигу. Формирование мелких нанокристаллов может быть трактовано воздействием высокочастотного поля, способствующего упорядочению структуры пленки в процессе ее «утрамбовки».

На рисунке 1 также видно, что имеется компонента с максимумом при 1106,9 $см^{-1}$, отражающая присутствие междоузельного кислорода в исследуемом образце [14]. Также в [14] было показано, что основная полоса поглощения окисла является в основном суммой четырех профилей, обусловленных поперечными (TO) валентными колебаниями мостикового кислорода, входящего в состав таких молекулярных комплексов, как $SiOSi_3$ (995 $см^{-1}$), SiO_2Si_2 (1033 $см^{-1}$), SiO_3Si (1067 $см^{-1}$), SiO_4 (1100 $см^{-1}$). Полосы, связанные с продольными валентными колебаниями связи Si–O также обусловлены движениями атомов мостикового кислорода, входящего в состав комплексов $SiOSi_3$ (1145 $см^{-1}$) и SiO_2Si_2 (1205 $см^{-1}$). На рисунке 1 положение максимума при 1106,69 $см^{-1}$ свидетельствует о превалировании в слое окисла комплексов SiO_4 (1100 $см^{-1}$). Также предполагается присутствие молекулярных комплексов SiO_3Si (1067 $см^{-1}$), обусловивших появление компоненты с максимумами при 1056,99 $см^{-1}$.

Таблица 1 – Площади *S* семи компонент SiC-пика при волновых числах *w* для ИК-спектров, подвергнутых разложению, от пленок SiC № 59.

№	Время,сек, T, °C	Параметр	Расположение максимума компоненты SiC-пика									ΣS
			SiC-кластеры (900-965 $см^{-1}$)		SiC-кристаллы (795-800 $см^{-1}$) и нанокристаллы (~800-900 $см^{-1}$)				SiC-аморфный (~700-790 $см^{-1}$) и дефектный (~790-795 $см^{-1}$)			
SiC №59	10800 100°C	*w*,$см^{-1}$	962,69		879,12		814,38			750,23	667,00	130,5
		S, о.е.	35,0		41,5		22,6			31,1	0,3	100,0
		S, %	26,8		31,8		17,3			23,9	0,2	
		ΣS	35=26,8%		64,1=49,1%				31,4=24,1%			100%

Таким образом, в работе показано новое явление – превалирование укороченных Si–C-связей в аморфной пленке карбида кремния, приведшее к смещению максимума ИК-спектра в область выше 800 $см^{-1}$ – вплоть до 870 $см^{-1}$. Результаты могут быть трактованы воздействием высокочастотного поля в процессе осаждения методом магнетронного распыления, способствующего уплотнению структуры пленки в процессе ее «утрамбовки».

Литературы:

1 Liao F., Girshick S.L., Mook W.M., Gerberich, W.W., Zachariah, M.R. Superhard nanocrystalline silicon carbide films // Appl. Phys. Lett. − 2005. − 86. − P. 171913 − 171915.

2 Афанасьев А.В., Ильин В.А., Корляков А.В., Лебедев А.О., Лучинин В.В., Таиров Ю.М. Карбид кремния. Вклад СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Признание и перспективы // В кн. Физика и технология микро- и наносистем. − 2011. − С. 50-86 /под ред. В.В. Лучинина и В.В. Малиновского − Санкт-Петербург: Изд. Русская коллекция. – 2011. − 239 с.

3 Yan H., Wang B., Song X.M., Tan L.W., Zhang S.J., Chen G.H., Wong S.P., Kwok R.W.M., Leo W.M.L. Study on SiC layers synthesized with carbon ion beam at low substrate temperature // Diamond and related materials. − 2000. − 9. − P. 1795 − 1798.

4 Chen D., Wong S.P., Yang Sh., Mo D. Composition, structure and optical properties of SiC buried layer formed by high dose carbon implantation into Si using metal vapor vacuum arc ion source // Thin Solid Films. − 2003. − 426. − P. 1 − 7.

5 Calcagno L., Musumeci P., Roccaforte F., Bongiorno C., Foti G. Crystallization mechanism of amorphous silicon carbide. // Appl. Surf. Sci. – 184. – 2001. – P. 123–127.

6 Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Zharikov S.K., Beisembetov I.K., Kenzhaliev B.K., Akhmetov T.K., Seitov B.Zh. Structure and Composition of Silicon Carbide Films Synthesized by Ion Implantation. // Phys. Solid State. – 56(11). – 2014. – P. 2307–2321.

7 Kukushkin S.A., Osipov A.V., Feoktistov N.A. Synthesis of epitaxial silicon carbide films through the substitution of atoms in the silicon crystal lattice: a review. // Phys. Solid State. – 56 (8). – 2014. – P. 1507–1535.

8 Kukushkin S.A., Nussupov K.Kh., Osipov A.V., Beisenkhanov N.B., Bakranova D.I. Structural properties and parameters of epitaxial silicon carbide films, grown by atomic substitution on the high-resistance (111) oriented silicon. // Superlattices and Microstructures. – 111. – 2017. – P. 899-911.

9 Перекрестов В.И., Корнющенко А.С., Загайко И.В. Получение пленок карбида кремния методом магнетронного распыления составной углерод-кремниевой мишени // Журнал нано- та електронної фізики. – 7 (2). – 2015. – 02016(5cc).

10 Joung Y.-H., Kang H.I., Kim J.H., Lee H.-S., Lee J., Choi W.S. SiC formation for a solar cell passivation layer using an RF magnetron co-sputtering system. // Nanoscale Res. Lett. – 2012. – 7(1):22.

11 Nussupov K.Kh.,Beisenkhanov N.B. The Formation of Silicon Carbide in the SiCx Layers (x = 0.03–1.4) Formed by Multiple Implantation of C Ions in Si. In book: Silicon carbide – Materials, Processing and Applications in Electronic Devices. – 2011. – Ed. Moumita Mukherjee. – InTech. − Chapter 4. – P. 69 − 114.

12 Chen D., Cheung W.Y., Wong S.P. Ion beam induced crystallization effect and groth kinetics of buried SiC layers formed by carbon implantation into silicon // Nuclear Instruments and Methods in Phys.Res. B. – 148. – 1999. – P. 589–593.

13 Mutschke H., Andersen A.C., Clément D., Henning T. Peiter. Infrared properties of SiC particles // Astron. Astrophys. – 1999. – V. 345. –P. 187–202.

14 Лисовский И.П., Индутный И.З., Гненный Б.Н., Литвин П.М., Мазунов Д.О., Оберемок А.С., Сопинский Н.В., Шепелявый П.Е. Фазово-структурные превращения в пленках SiOx в процессе вакуумных термообработок // Физика и техника полупроводников. – 2003. – Т. 37, вып.1. – С. 98-103.

S. Keiinbay, K.Kh. Nussupov, N.B. Beisenkhanov, D.I. Bakranova, A.A. Turakhun, A.A. Sultan
IR spectroscopy of a thick amorphous silicon carbide film

Abstract. The synthesis of thick films of silicon carbide on the Si surface was carried out by magnetron sputtering in the high-frequency mode (13.56 MHz) of silicon and graphite targets. A new phenomenon was observed - the prevalence of shortened Si–C-bonds in an amorphous silicon carbide film, which led to a shift of the maximum of the IR spectrum to a region above 800 cm^{-1} – up to 870 cm^{-1}. The results can be interpreted by the impact of the high-frequency field in the process of deposition by the method of magnetron sputtering, contributing to the compaction of the structure of the film.

Keywords: silicon, semiconductors, silicon carbide, crystallization, magnetron sputtering.

С. Кейінбай, К.Х. Нусупов, Н.Б. Бейсенханов, Д.И. Бакранова, А.А. Турахун, А.А. Султан
Қалың аморфты кремний карбиді қабыршақтарының ИК-спектроскопиясы

Аңдатпа. 13,56 МГц жоғары жиілік режимінде кремний және графит нысаналарын магнетрондық ыдырату арқылы Si бетіне кремний карбидінің қалың жұқа қабыршақтары синтезделді. Жаңа құбылыс табылды - аморфты кремний карбиді қабыршағында қысқа Si–C-байланыстарының басымдығы, бұл ИК спектрінің максимумын 800 $см^{-1}$-ден ауытқуға – 870 $см^{-1}$-ге дейін әкеп соқты. Нәтижелер пленка құрылымының тығыздалуына ықпал ететін магнетронды шағылыстыру әдісімен тұндыру процесінде жоғары жиілікті өрістің әсерімен түсіндіріледі.

Түйін сөздер: кремний, жартылай өткізгіш, кремний карбиді, кристаллдану, магнетрондық ыдырату.

УДК539.23:621.793

Е.Р. Ким, Е.Р. Кедрук, Л.В. Гриценко
Научный руководитель: Л.В. Гриценко, д-р PhD, ассоц. профессор
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, ул. Сатпаева 22, г. Алматы, Казахстан
lena15.m@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО СИНТЕЗА НА МОРФОЛОГИЮ СЛОЁВ CdS И ZnS

Аннотация. *Отработана техника осаждения слоёв сульфида кадмия и сульфида цинка с контролируемой морфологией низкозатратным гидротермальным методом. Изучено влияние температуры синтеза на морфологию синтезированных образцов. Синтезированные полупроводниковые материалы перспективны для создания люминофоров и фотоэлектрических преобразователей энергии.*

Ключевые слова: *сульфид кадмия, сульфид цинка, гидротермальный синтез, морфология.*

Введение. Развитие современной электроники тесно связано с научными исследованиями в области тонкоплёночных полупроводниковых материалов, в частности сульфида кадмия и сульфида цинка. Разнообразие свойств данных соединений обуславливает широкое применение в современном приборостроении [1-3]. Сульфиды кадмия и цинка, являясь широкозонными полупроводниками, вызывают повышенный интерес с точки зрения практических применений для создания фотоприёмников, фотоэлектрических, регистрационных и люминесцентных устройств, в оптоэлектронике, медицине, лазерной технике, QD-LED дисплеях и т.д. [4, 5]. В последние годы многообещающим методом синтеза CdS и ZnS стал гидротермальный метод ввиду его низкой стоимости, высокой эффективности и потенциала использования в промышленном производстве. Гидротермальный синтез широко используется для получения кристаллов различной морфологии, такой как кубы, сферы, оболочки, трубки.

В данной работе слои сульфида кадмия и сульфида цинка были получены гидротермальным методом синтеза, привлекающим большое внимание из-за низкой стоимости, низкотемпературной и экологичной технологии. Морфология синтезированных образцов была исследована на электронном растровом микроскопе с вольфрамовым катодом прямого накала (FEI Company) Quanta 200i 3D, а также на сканирующем *атомно-силовом микроскопе* компании NTD-MT «NanoEducator».

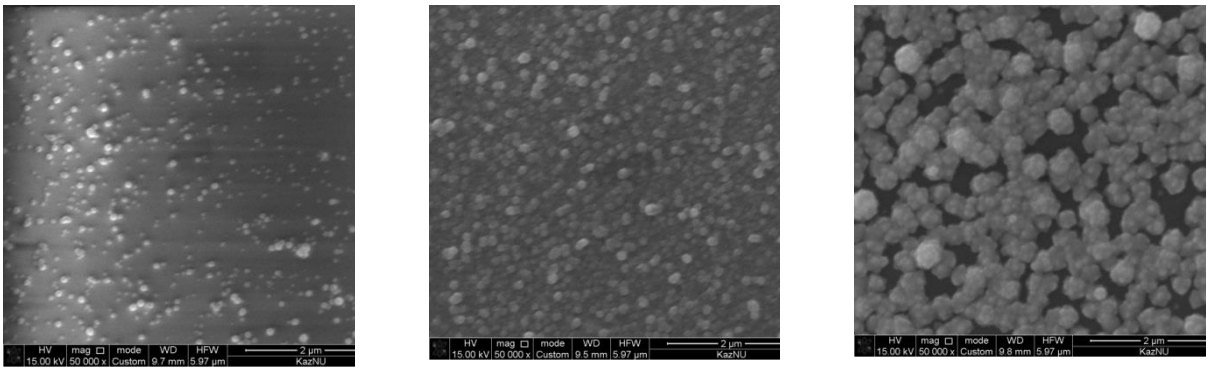
В качестве подложек для образцов были использованы кремниевые полированные пластины, а также стеклянные слайды. Перед проведением синтеза все подложки были очищены сначала в ацетоне с использованием ультразвуковой ванны в течение 15 минут, затем в специальном водном моющем растворе с добавлением гидроксида аммония (NH_4OH, 25%) и пероксида водорода (H_2O_2, 30%) в течение 20-25 минут для создания гидрофильной поверхности.

Раствор роста для синтеза слоёв сульфида кадмия был получен путём растворения 1M ацетата кадмия ($(CH_3COO)_2Cd{\times}2H_2O$) и 1M тиомочевины ($NH_2CSNH_2$) в дистиллированной воде, а при синтезе слоёв ZnS водный раствор содержал 0.1M ацетата цинка ($Zn(CH_3COO)_2{\cdot}2H_2O$) и 0.1M тиомочевины. Легирование плёнок ZnS атомами меди осуществлялось добавлением в базовый раствор 1-40 вес.% ацетата меди (II) $Cu(CH_3COO)_2{\cdot}H_2O$. Каждый из растворов был тщательно перемешан с использованием магнитных мешалок при комнатной температуре до полного растворения содержащихся солей.

Гидротермальный синтез проводился в закрытом фторопластовом либо стеклянном стакане. При синтезе образцов сульфида кадмия температура изменялась от 60ºС до 80ºС. Рост наноструктурированных слоёв ZnS происходил при температурах 70 и 90ºС. Подложки в стакане были расположены практически вертикально. Сторона роста была обращена к стенкам стакана.

Продолжительность синтеза варьировалась от 2-х до 6-ти часов для CdS и 2-х до 24-ёх часов для образцов ZnS. После проведения синтеза все образцы промывались дистиллированной водой, тыльная сторона очищалась 10% раствором соляной кислоты, затем высушивались в сушильном шкафу температуре 100-110 ºС в течение 10-15 минут.

Поверхность, её структура и свойства играют значительную роль при создании приборов на основе полупроводниковых соединений. Влияние различных параметров гидротермального синтеза, таких как температура, продолжительность, концентрация компонентов раствора на морфологию синтезированных образцов CdS и ZnS было изучено методом сканирующей электронной микроскопии.



а б с

Рисунок 1 – Морфология образцов CdS, синтезированных в течение 2 часов; а – 60ºС; б – 70ºС; с – 80ºС

Исследование морфологии образцов сульфида кадмия показало (рисунки 1, 2), что однородный слой, состоящий из частиц сферической формы, формируется в течение 2-х часов. Увеличение температуры синтеза от 60ºС до 80ºС ведет к увеличению размера частиц от 45 нм до 250 нм и толщины слоя от 250 нм до 850 нм соответственно.

Отмечено, что при температуре 70ºС образуются сплошные однородные плёнки CdS, тогда как при 60ºС и 80ºС формируются отдельные частицы или шарообразные скопления из них. Влияние температуры синтеза на размер частиц и толщину слоя представлено в таблице 1.

Таблица 1. Влияние температуры синтеза на размера частиц CdS

№	Температура синтеза	Размер частиц, нм	Толщина слоя, нм
1	60ºС	45±15	250±15
2	70ºС	100±15	350±15
3	80ºС	250±15	850±15

Было проведено сравнение образцов, синтезированных при одинаковой температуре 70ºС, но с различной продолжительностью синтеза от 2 до 6 часов (рисунки 1, 2). Замечено, что при более продолжительном синтезе размер шарообразных частиц CdS практически не меняется, а толщина растущего слоя равномерно увеличивается от ~350нм до ~970нм.

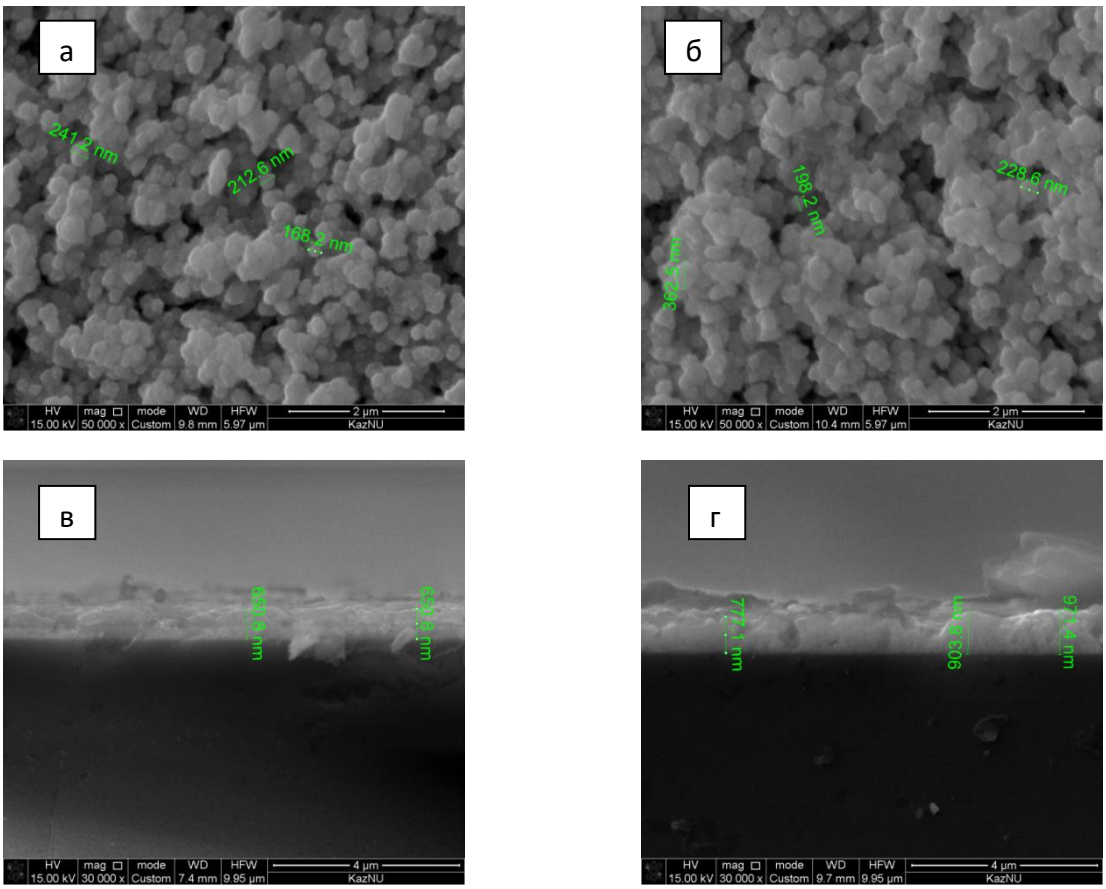


Рисунок 2 – Морфология образцов CdS, синтезированных при 70ºС;
а, в – 4 часа; б, г – 6 часов

Результаты исследования поверхности полученных образцов CdS методами электронной и атомно-силовой микроскопии совпадают (рисунок 3).

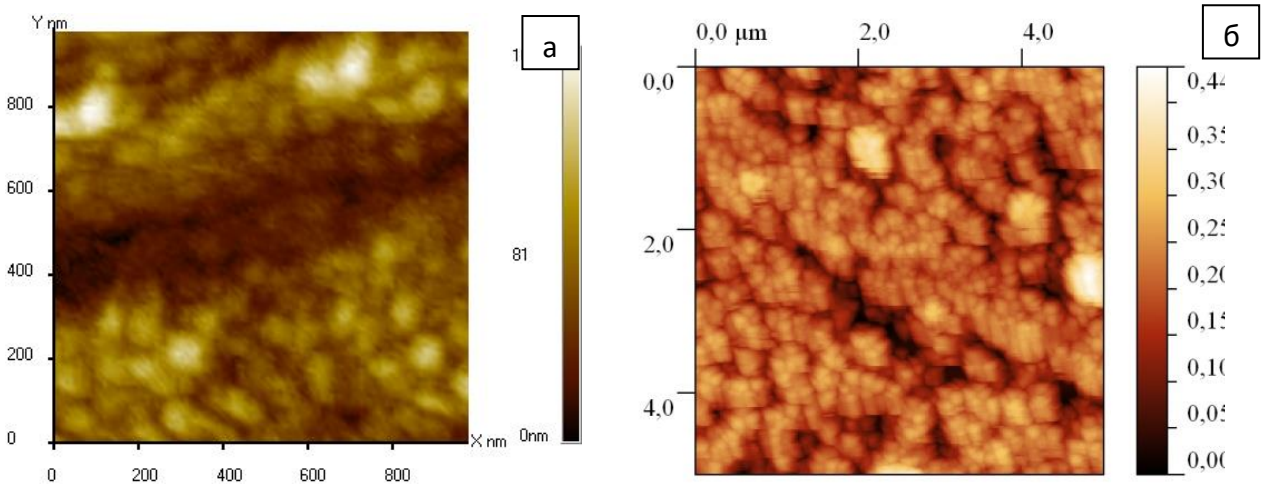


Рисунок 3 – AFM результаты исследования морфологии образцов CdS,
продолжительность синтеза 2 часа; а – 70ºС; б – 80ºС

При исследовании морфологии образцов сульфида цинка, легированного медью, синтезированных гидротермальным методом, было отмечено, что частицы ZnS имеют сферическую форму, при этом увеличение температуры синтеза и его продолжительности ведёт к увеличению как размеров частиц, так и толщины растущей плёнки (рисунки 4, 5).

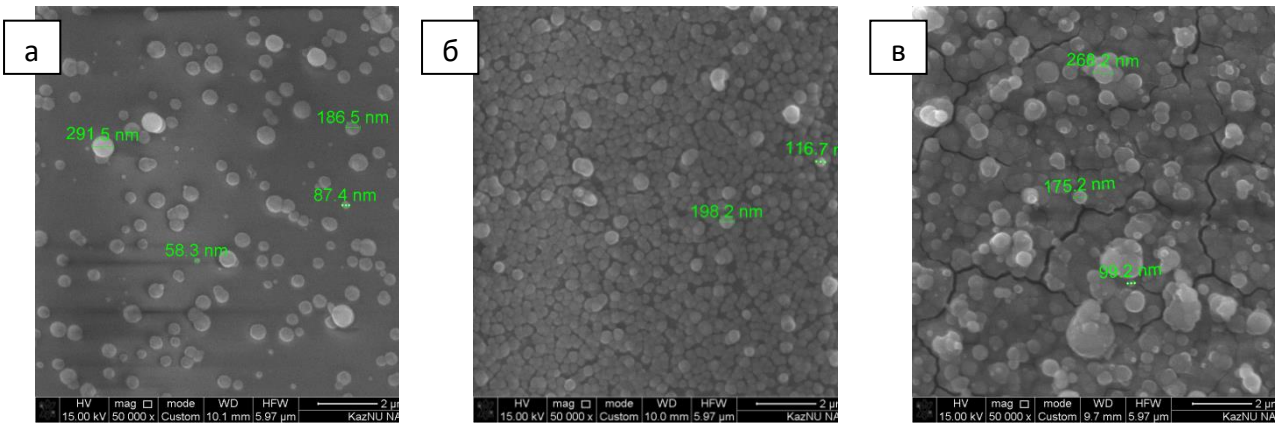


Рисунок 4 – Морфология образцов ZnS:Cu (20 вес.%), синтезированных при температуре 70ºС; а – 1 час, б – 2 часа, в – 12 часов

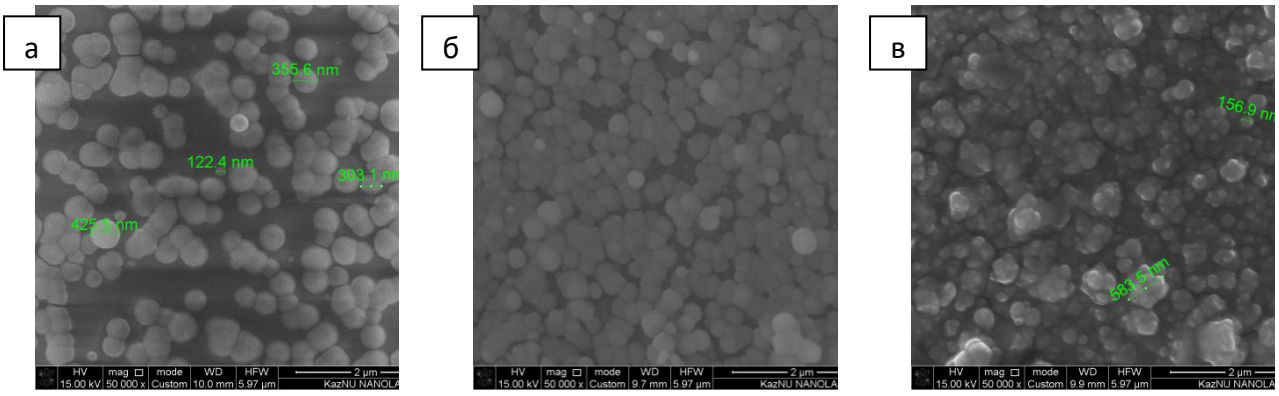


Рисунок 5 – Морфология образцов ZnS:Cu (20 вес.%), синтезированных при температуре 90ºС; а – 1 час, б – 2 часа, в – 12 часов

В зависимости от параметров синтеза диаметр сфер варьировался от 50нм до 500 нм. Через два часа после начала синтеза происходит формирование равномерного слоя из сросшихся частиц сферической формы . Замечено, что количество примеси меди в пределах 1-20 вес.% не оказывает существенного влияния на морфологию поверхности образцов ZnS:Cu.

Заключение

Исследована морфология образцов сульфида цинка и сульфида кадмия в зависимости от температуры и продолжительности синтеза. Отмечено, что слои CdS и ZnS образованы частицами сферической формы. При температуре 70ºС образуются сплошные однородные плёнки CdS, а при 60ºС и 80ºС формируются отдельные частицы или шарообразные скопления их них. Замечено, что увеличение температуры синтеза и его продолжительности ведёт к увеличению как размеров частиц, так и толщины растущей плёнки. В зависимости от параметров синтеза диаметр сфер CdS варьировался от 45 нм до 850 нм, а ZnS - от 50нм до 500 нм. Замечено, что количество примеси меди в пределах 1-20 вес.% не оказывает существенного влияния на морфологию поверхности образцов ZnS:Cu.

Литературы:

1 Park S. UV-activated gas sensing properties of ZnS nanorods functionalized with Pd//Curr Appl Phys.-2014.-P. 57–62.

2 Kryshtab T. Luminescence and structure of ZnO–ZnS thin films prepared by oxidation of ZnS films in air and water vapor//Journal Lumin.- 2009.-P. 1677–1681.

3 Lin Y. CdS quantum dots sensitized ZnO spheres via ZnS overlayer to improve efficiency for quantum dots sensitized solar cells // Ceram Int.- 2014. - P. 8157 –8163.

4 Lei Y. A facile solvothermal method to produce graphene–ZnS composites for superior photoelectric applications//Appl Surf Sci.- 2014.-P. 10.
5 Fang X. ZnS nanostructures: from synthesis to applications//Prog Mater Sci.- 2011.-P. 175–287.

Е.Р. Ким, Е.Р. Кедрук, Л.В. Гриценко

Гидро-синтез синтезінің температурасын CdS және ZnS деңгейлерінің морфологиясына әсері

Аңдатпа. Кадмий сульфиді және мырыш сульфидінің төмен шығынды гидротермальды әдіспен басқарылатын морфологиямен тұндыру әдісі әзірленді. Синтезделген температураның синтезделген үлгілердің морфологиясына әсері зерттелді. Синтезделген жартылай өткізгіш материалдар фосфор мен фотоэлектрлік энергия түрлендіргіштерін құру үшін перспективалы болып табылады.

Түйін сөздер: кадмий сульфиді, мырыш сульфиді, гидротермалдық синтез, морфология.

E.R. Kim, E.Y. Kedruk, L.V. Gritsenko

Effect of hydrothermal synthesis temperature on morphology Of CdS and ZnS layers

Abstract. A deposition technique of cadmium sulfide and zinc sulfide layers with controlled morphology by a low-cost hydrothermal method has been developed. The effect of synthesis temperature on the morphology of the prepared samples was studied. Synthesized semiconductor materials are promising for creating luminophores and photoelectric energy converters.

Key words: cadmium sulphide, zinc sulphide, hydrothermal synthesis, morphology.

УДК 539.23, 537.311.32

Д.Е. Копенбаева, Ж.Н. Кожанова, Ж.К. Калкозова
Ғылыми жетекші: Ж.К. Калкозова, к.ф.-м.н.
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан
diko_97_26@mail.ru

ХИМИЯЛЫҚ ЖЕМІРУ ӘДІСІМЕН НАНОТЕКСТУРЛЕНГЕН КРЕМНИЙДІ АЛУ

Аңдатпа. *Жұмыста, күмістің нанокластерлерімен инициялanатын селективті химиялық өңдеу әдісімен алынатын кремний пластиналарындағы антишағылдырушы нанотекстураланған қабаттарын жасау әдістемесі сипатталады. Алынған үлгілердің 200-1100 нм диапазонындағы оптикалық шағылу спектрлері зерттелді, нәтижесінде кремнийдің шағылу коэффициенті* ~35% тен 2% дейін төмендеді, бұл күн элементтерінің эффективтілігін артыру үшін қолдануға болатындығын көрсетеді.

Түйін сөздер: *Металл нанокластерлері, селективті химиялық жеміру, кремний пластиналары, антишағылдырушы беттер.*

Күн элементтері – күннің көзін тікелей электр энергиясына айналдыратын электронды құрал. Бір төсеніште тізбектей жинақталатын фототүрлендіргіштер Күн модулін құрайды [1].

Күн элементтерін жарықты жинауына байланысты, химиялық құрамына, қалыңдығы мен қабаттардың кристалдық құрылымына байланысты және бір төсеніште жинақталатын элементтердің санына байланысты бөліп қарастыруға болады [2].

Жарық көзін жинау қабілеттілігіне байланысты күн элементтері бірлік және концентрататорлы болып бөлінеді. Бірлік күн элементтері жарық көзін жұтатын арнайы құралы болмайды, тек қана бет ауданына түскен жарықтың ағынын жұта алады. Концентраторлы күн элементтерінің жарық ағынының тығыздығын элементтің бетінде бірнеше есе үлкейте алатын концентрлеуші жарық құралдарыры болады (линзалар мен айналар). Концентраторлы күн элементтері өте қымбат жарықты жұтқыш материалдардан дайындалады, сәйкесінше олардың фотовольттік түрлендірушілері де жақсы көрсеткішке ие болады. Мұндай күн элементтерінің белгілеулері ретінде жарықты жұту коэффициенті көрсетіледі, ол тек күнде ғана өлшенеді. Жинақтаушы коэффициент күн элементтеріне

түсетін жарық ағынының тығыздығының оптикалық жинақтаудан кейін неше есе артатынын анықтайды [3].

Соңғы жылдары шағылу коэффициенті төмен, нанотекстурленген, антишағылдырушы кремнийдің беттерді алу үшін химиялық жеміру әдісі кеңінен қолданылуда. Қара кремнийдің шағылдыру коэффициентін 5-3%-ға дейін төмендейді. Қара кремнийді алудың бірнеше тәсілдері бар, соның ішінде, химиялық жеміру әдісіне тоқталамыз. Химиялық жеміру әдісі өте тиімді, жылдам және эксперименттің нәтижесі нақты болып келеді.

Зерттеу жұмысы барысында, меншікті кедергісі 10 Ом*м болатын, p - типті жартылай өткізгіш кремний пластиналары қолданылды. Кремний пластиналары бірнеше этаптан тұратын тазалаудан өтті. Тазалаудан кейінгі экспериментіміз екі сатыдан тұрады. Бірінші сатыда ең алдымен $AgNO_3$:HF: H_2O сулы ерітіндіні дайындап аламыз. HF: H_2O=1:4 қатынасы алынды, $AgNO_3$ концентрациясы 4, 6, 8 мМ–ге дейін өзгертілді. Бұл сулы ерітіндімізді арнайы фторлы ыдыста дайындаймыз өйткені біз фторлы қышқылды қолданамыз, белгілі болғандай фторлы қышқыл өзінен басқаның барлығын ерітіп жібереді. Бірінші сатыда кремний пластиналарының бетіне күмістің нанокластерлері отырады. Екінші сатыда кремний пластинасын H_2O_2:HF:H_2O сулы ерітіндісіне салып, ұзақтығы 60 с-тан 120 с-қа дейін шайқап ұстаймыз. Компоненттердің концентрациясы 1:2:10 қатынасындай болады және кейін дистельденген сумен жуылады. Бұл сатыда кремний пластиналарының бетіндегі жылтыр кетіп, қою қара түске айналады. Кремнийдің нанотекстурленген бетінің морфологиясы, құрылымдық автоматизация деңгейі жоғары растрлі Quanta 200i 3D (FEI Company, АҚШ, 2008) электрондық микроскопымен зерттелді. Shimadzu UV-3600 спектрофотометрімен 200-ден 1000нм-ге дейін толқын ұзындықтары аралығында шағылу коэффициентінің 35%-дан 2-3%-ға дейін төмендегені анықталды.

Әдебиеттер:

1. Wang A., Zhao J., Green M.A. 24% efficient silicon solar cells // Appl. Phys. Lett. – 1990. –Vol.57. -P. 602.

2. Peng K.Q., Yan Y.J ., Gao S.P., Zhu J. Synthesis of large-area silicon nanowire arrays via self as sembling nanoelectrochemistry // Adv.Mater. -2002.-Vol. 14. –P. 1167.

3. Sivakov V., Voigt F.,Hoffman B.,Gerliz V. and Christiansen S. Wet- Chemically Etched Silicon Nanowire Arcpitectures: Formation and Properties// Nanowires-Fundamental Research. Dr.Abbas Hasim (Ed.), ISBN: 978-953-307-327-9, InTech, 45-80. Vol. 10. P. 624–628.

Д.Е. Копенбаева, Ж.Н. Кожанова, Ж.К. Калкозова

Получение нанотекстурированного кремния методом химического травления

Аннотация. В работе описывается методика создания на кремниевых пластинах антиотражающих нанотекстурированных слоев с низким коэффициентом отражения методом селективного химического травления, инициированного металлическими нанокластерами серебра. Исследованы спектры оптического отражения полученных образцов в диапазоне 200-1100 нм, достигнуто уменьшение коэффициента отражения поверхности кремния с ~35% до 2%, что может быть использовано для повышения эффективности солнечных элементов.

Ключевые слова: нанокластеры металла, селективная химическая травления, кремниевые пластины, антиотражающая поверхность.

D.Y. Kopenbayeva, ZH.N. Kozhanova, Zh.K. Kalkozova

Synthesis of nano-textured silicon by chemical etching

Abstract. The paper describes the method of creating antireflection nano-textured anti-reflective layers on silicon wafers with a low reflection coefficient by the method of selective chemical etching initiated by metallic minimunoclusters of silver. The optical reflection spectra of the obtained samples in the range of 200-1100 nm were investigated, a decrease in the reflection coefficient of the silicon surface from ~ 35% to 2% was achieved, which can be used to increase the efficiency of solar cells.

Keywords: metal nanoclusters, selective chemical etching, silicon wafers, antireflection surface.

УДК 539.23; 539.216.1; МРНТИ 29.19.22; 29.19.21; 28.17.23

М.Н. Султангазина[1], М.Т. Габдуллин[1,2], Д.В. Щур[3], Д.В. Исмаилов[1], С.А. Оразбаев[1]
Научный руководитель: С.А. Оразбаев, PhD
[1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы Казахстан
[2]Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Казахстан
[3]Институт проблем материаловедения имени И. Н. Францевича НАН Украины, г. Киев, Украина
marjan_0309@mail.ru

ДУГОВОЙ СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В ЖИДКОЙ ФАЗЕ

Аннотация. *В данной работе проводились исследования различных структур в жидкой фазе путем подачи небольшого напряжения на графитовый электрод, что приводило к появлению новых структур в жидкой среде и образования налета на графитовом стержне.*

Ключевые слова: *Дуговой синтез, наноструктуры, углерод, СЭМ, рамановские спектры.*

Наноструктуры – структуры, физические размеры которых лежат в диапазоне от 1 до 100 нм. Они имеют ряд уникальных свойств: адсорбционные, каталитические, оптические и т.д. Поэтому наночастицы находят широкое применение в различных областях промышленности, энергетике, медицине.

На сегодняшний день существуют большое количество методов синтеза различных наноматериалов: газо-фазный метод осаждения нанопорошков, основанный на нагреве и испарении напыляемого материала, с дальнейшим осаждением на подложке в потоке несущего газа [1], метод импульсно-дугового испарения, способ получения нанопорошковв высокочастотном индукционном плазмотроне [2], метод электрического взрыва проводников [3] и т. д. Это обусловлено разнообразием состава и свойств наноматериалов, что позволяет расширить ассортимент данного класса веществ и создать новые и уникальные образцы композитных материалов.

В данной работе рассматривается метод синтеза нано- и микропорошков в дуговом разряде в жидкой фазе. Дуговой разряд в жидкой фазе используется для получения различных наноструктур, как альтернативный дуговому разряду в газовой фазе. На рисунке 1 представлена принципиальная схема электродуговой установки в жидкой фазе. Устройство для синтеза нанопорошков состоит из эбонитового каркаса с балластом для подавления вибраций, передаваемых на корпус прибора от электромагнитного вибратора во время экспериментальных работ. В качестве реакционной зоны выступает термостойкий стеклянный сосуд с измерительной шкалой для определения уровня раствора.На основании экспериментальных данных разряд в жидкости зажигают разведением первоначально сомкнутых электродов. Высокотемпературный плазменный шнур дуги, возникающий между электродами, переводит в паровую фазу, как материал анода, так и окружающую его жидкую фазу. В результате плазмохимических процессов в зоне паровой фазы образуются различные продукты синтеза, в том числе наночастицы, которые, конденсируясь, осаждаются в рабочей среде в виде сажи.

При проведении эксперимента использовались графитовые электроды марки МПГ-7 диаметром 6 мм катодный и анодный диаметром 12 мм, был выбраны режимы 78В и 110В. В качестве среды был взят раствор составом 0,17 г. медного купороса 200 мл дистиллированной воды.

Преимуществом дистиллированной воды является отсутствие примесей и прочих включении, что позволяет получать чисто углеродные наноматериалы. В данной плазмохимической реакции изображенного на рисунке 1дистиллированная вода выступает в роли охлаждающего элемента для предотвращения нежелательных процессов коагуляции

получаемых продуктов синтеза, а также в роли диэлектрической среды для предотвращения утекания токов через среду и образования депозита на катоде, и еще в качестве инертной среды не вступающего в химическую реакцию с продуктами синтеза.

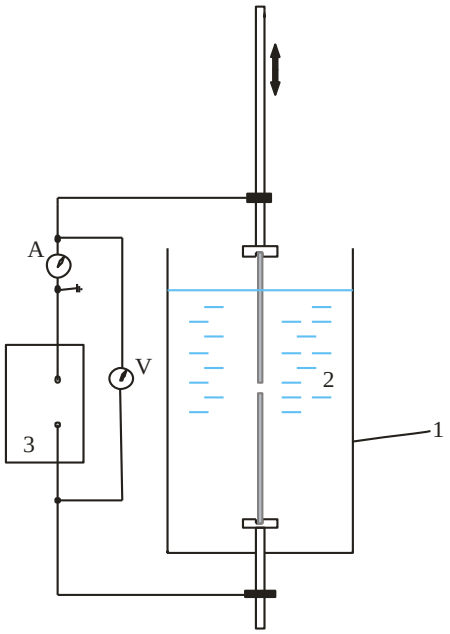
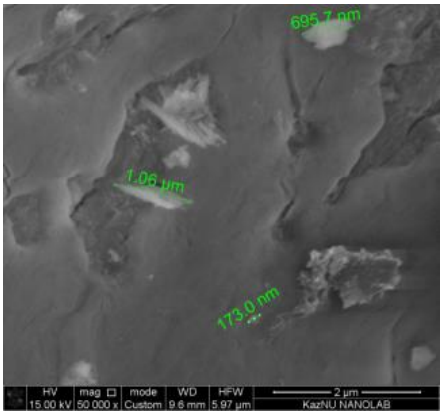


Рисунок 1 – Электродуговая установка в жидкой фазе и ее структурная схема - 1– сосуд реакционной зоны, 2 – рабочая жидкостная среда, 3 – источник переменного тока

Эксперимент проводился 30 мин. Каждые 5 мин. записывались значение тока и напряжения до окончания электрохимического синтеза. После проведения синтеза прозрачная жидкая среда становиться мутной, это говорило о том, что в ней растворились продукты плазмохимической реакции – сажа. Полученный раствор с сажевым продуктом фильтровался и высушивался для дальнейших исследований на аналитических установках. В полученных продуктах имеются наличие микроразмерных графитовых сколов, покрытых аморфным углеродом, а также зафиксировано низкое содержание углеродных кластеров в анализируемых продуктах, это также можно объяснить нехваткой атомов углерода в зоне синтеза и вокруг нее. Размеры частиц определяли при помощи сканирующего электронного микроскопа, результаты показали, что размеры частиц варьируются от 173 нм до 1мкм (рис.2а).



(а)

Element	Wt%	At%
CK	75.51	85.79
OK	13.13	11.20
SK	2.26	0.96
CaK	0.77	0.26
CuK	8.34	1.79
Matrix	Correction	ZAF

(б)

Рисунок 2 – а) Микрофотография размеров наночастиц, б) Атомное соотношение восстановленных веществ.

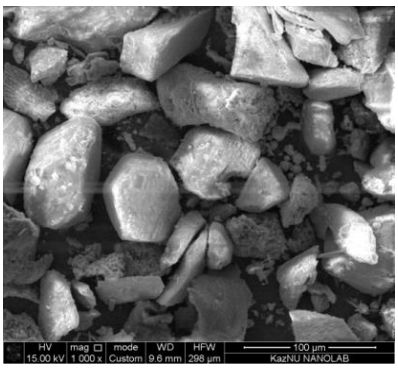
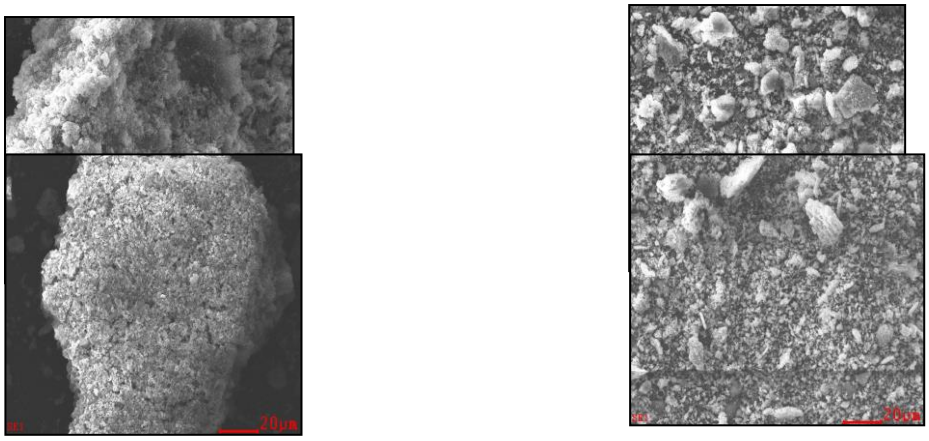


Рисунок 3 – Микрофотография электронной микроскопии



(а) - параметр разряда 78 В, время проведения 30 минут, (б) - параметр разряда 78 В, время проведения 60 минут, (в) – параметр разряда 110 В, время проведения 30 минут, (г) – параметр разряда 110 В, время проведения 60 минут.

Рисунок 4 – Микроснимки –нано и микропорошков полученных при дуговом синтезе в растворе железного купороса и дистиллированной воды

На рисунке 3 представлены микрофотографии электронной микроскопии (SEM) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS) при напряжении 78 В.

При синтезировании нано- и микропорошков в среде железного купороса при рабочих параметрах разряда 78 В. и 110В.и при времени проведения эксперимента 30 и 60 минут для каждого из параметров было обнаружено, что концентрация полученных образцов примерно одинаковые. При режиме 110В образуются большие агломераты частиц. На микрофотографиях наблюдаются большие агломераты частиц (рисунок 5).

Рамановский спектр на рисунке 5, показал наличие нанопорошков Fe_3O_4синтезированного электродуговым методом в жидкой фазе. Полученные нано- и микропорошки имеют формы хлопьевидную и сферическую. Размеры наночастиц варьируются от 173нм-20мкм. Синтезирование нанопрошков на основе железа – перспективно т. к. наночастицы Fe_3O_4 являются основным направлением исследований в области физики, химии, машиностроения и материаловедения.

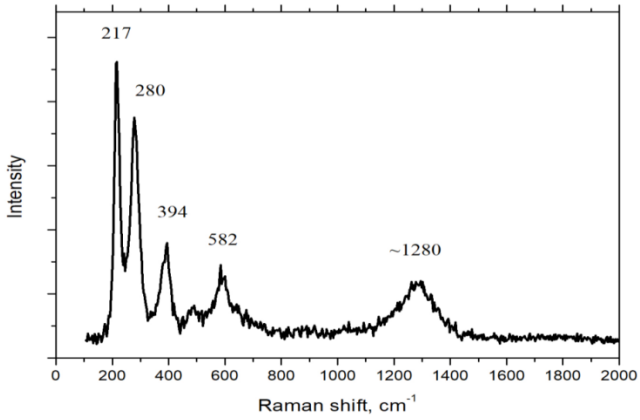


Рисунок 5 – Рамановский спектр полученногонанопродуктаFeSO_4

Применение: доставка лекарств, клическая диагностика , катализатор. Наночастицы оксида железа обладают способностью взаимодействовать по разному с различными биологическими молекулами.

Литература:

1 Kurland H.D., StotzelCh., Grabow J., Zink I., Muller E., Staupendahl G., Muller F.A.//J.Amer. Ceramic Society. – 2010. – V.93.-№ 5. – P. 1282-1289.

2 Залогин Г.Н., Зимина М.И., Красильников А.В., Рудин Н.Ф., Титов Д.Д. ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» 141070 г. Королев, Моск. обл., Россия // Перспективные материалы. – 2011.- С.19.

3 Ильин А.П., Назаренко О.Б., Тихонов Д.В., Яблуновский Г.В. // Известия Томского политехнического университета. – 2005.-Т.308.-№4

4 Габдуллин М.Т., Рамазанов Т.С., Абдуллин Х.А., Батрышев Д.Г., Исмаилов Д.В., Оразбаев С.А., Керимбеков Д.С., Матенова Ш. Синтез нанопорошков меди методом электродугового диспергирования в жидкой фазе // Сб. Трудов 8-ого Международного симпозиума «Физика и химия углеродных материалов/наноинженерия». 2014.С. 295-297.

M.N. Sultangazina, M.T. Gabdullin, D.V. Schur, D.V. Ismailov, S.A. Orazbayev

Arc synthesis of carbon nanostructures in liquid phase

Abstract. The article describes the method of synthesis of nano- and micropowders in an arc discharge in the liquid phase. The proposed method allows the synthesis of nano-and micro-powders of different chemical composition. On the basis of this method, samples of nano- and microparticles were obtained. Synthesized samples have sizes in the range from 173 nm-20 microns and spherical and flocculent forms. It was found that increasing the time of the synthesis and capacity of the capacitors increases the concentration of the product yield. Analysis of the chemical composition, morphology and evaluation of the geometrical dimensions of the obtained samples were carried out using scanning and transmission electron microscopes.

Keywords: Arc synthesis, nanostructures, carbon, SEM, Raman spectra.

М.Н. Султангазина, М.Т. Габдуллин, Д.В. Щур, Д.В. Исмаилов, С.А. Оразбаев

Сұйық фазада көміртекті наноқұрылымдардың синтезі

Аңдатпа. Мақалада сұйық фазада доғалық разрядтағы нано-және микроөңіршіктерді синтездеу әдісі сипатталған. Ұсынылған әдіс түрлі химиялық құрамның нано және микро ұнтақтарын синтездеуге мүмкіндік береді. Осы әдіс негізінде нано және микроөңірш үлгілері алынды. Синтезделген үлгілерде 173нм-20 микроннан бастап сфералық және флоккулантты нысандар да мөлшері бар. Синтездің уақытын ұлғайту және конденсаторлардың сыйымдылығы өнімнің кірістілігінің шоғырлану деңгейін жоғарылатады. Алынған үлгілердің химиялық құрамын, морфологиясын және геометриялық өлшемдерін талдау, сканерлеу және трансмиссиялық электронды микроскоптар арқылы жүргізілді.

Түйін сөздер: Arссинтезі, наноқұрылымдар, көміртегі, SEM, Рамандспектрі.

УДК 539.215.9

Р.Е. Уалиханов[1], Е.Ю. Кедрук[1], Л.В. Гриценко[1,2], Х.А. Абдуллин[2]
Научный руководитель - Л.В. Гриценко, д-р PhD, ассоц. профессор
[1]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, ул. Сатпаева 22, г. Алматы, Казахстан
[2]Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа при КазНУ им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, г. Алматы, Казахстан
janegirl10@mail.ru

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА ЦИНКА

Аннотация. *В современном и развивающемся мире актуальность исследования фотокаталитической деградации связана с возможностью её использования для восстановления окружающей среды. Фотокаталитическое окисление является экономически эффективным методом очистки и способно разрушать любые сложные органические химические вещества по сравнению с другими методами очистки. Это связано с использованием металлооксидных полупроводников в качестве фотокатализаторов, которые обладают замечательными физическими свойствами, долговечностью и экономичностью. В этом обзоре приведены основные аспекты использования наноматериалов оксида цинка для реакций фотокатализа, описаны различные экспериментальные методы, приводящие к синтезу различных наноструктур оксида цинка и их влияние на фотокаталитическую активность. Кроме того, в работе представлены факторы, влияющие на эффективность процесса фотокаталитического разложения, такие как размер наночастиц, концентрация красителя, масса катализатора и уровень pH в реакционном растворе.*

Ключевые слова: *оксид цинка, наноструктуры, фотокаталитическая деградация, органические красители.*

1. Способы получения наночастиц ZnO

Существуют различные методы синтеза наноразмерного ZnO, которые можно разделить на три типа: из паровой фазы, из раствора и путём измельчения твёрдого вещества. Примерами способов синтеза являются процесс напыления, золь-гель обработка, термическое разложение, прямое осаждение, гомогенное осаждение, гидротермальный синтез, микроэмульсионный синтез, сверхкритическая обработка воды, механохимическая обработка, лазерная абляция, электрохимическое осаждение, ультразвук, анодирование, соосаждение, электрофоретическое осаждение и так далее.

Наиболее распространённым и экономически эффективным является золь-гель метод. Авторы статьи [1] получали фотокатализаторы на основе оксида цинка (ZnO) золь-гель методом с использованием ацетата цинка в качестве прекурса. Полученные образцы были исследованы различными методами и показали, что на качество наночастиц влияют условия синтеза, такие как температура отжига и концентрация исходных составляющих ZnO.

Для улучшения свойств получаемых наночастиц ZnO легируют различными элементами. Так, в работе [2] получали частицы ZnO с различными концентрациями легирующего La3+ (0, 0,5 и 1 мас.%) с помощью золь-гель метода. Наночастицы ZnO, легированные La, проявляют самую высокую фотокаталитическую активность и разлагаются быстрее, чем нелегированный ZnO.

В статье [3] наночастицы ZnO были синтезированы путём термического разложения оксалатного прекурсора. Синтезированные образцы имели гексагональную структуру ZnO. Средний размер кристаллитов составляет 27 нм. Фотокаталитическую активность ZnO оценивалась с использованием метила - оранжевого. Из фотокаталитического эксперимента было отмечено, что краситель полностью разлагается за 80 мин.

Таким образом, актуальной проблемой в области создания активных фотокаталитических материалов является разработка экологически чистого, контролируемого метода синтеза наноразмерного оксида цинка с различной морфологией без использования токсичных реагентов и растворителей [4].

2. Основной принцип фотокаталитической деградации

Фотокаталитическая деградация очень эффективна для очистки сточных вод, потому что она способна достичь почти полного разложения различных органических соединений [5]. Одним из достоинств этого метода является то, что процесс может проводиться при температуре и давлении окружающей среды [6]. Для фотокаталитической деградации может использоваться солнечный свет в качестве возобновляемого, высоко доступного и экономичного источника света [7].

Когда фотокатализаторы ZnO освещаются фотонами с большей или равной энергией (hv), чем ширина запрещённой зоны (Eg) ZnO ($h\nu \geq Eg$), происходит поглощение излучения и фотовозбуждение электронов в валентной зоне. Возбуждённые электроны в валентной зоне переходят в зону проводимости. Это приводит к образованию положительных дыр в зоне валентности и, как следствие, к генерации электронно-дырочных пар [8].

Реакция фотокаталитического окисления зависит от генерации и рекомбинации электронов и дырок в полупроводниковом фотокатализаторе. Адсорбированный кислород на поверхности фотокатализатора действует, как электронный «захватчик», который может контролировать фотоиндуцированную электронно-дырочную рекомбинацию [9,10].

Наноразмерные катализаторы имеют более высокую фотокаталитическую эффективность по сравнению с обычными фотокаталитическими материалами. Причины этого:

- Квантовый размерный эффект: один из самых прямых эффектов случается, когда размер частиц становится меньше определённого критического предела, это приводит к размерному квантованию. Происходит изменение валентной зоны и ширины полосы пропускания полупроводника [11,12].
- Более высокая удельная поверхность: соотношение большего числа молекул фотокатализатора к молекулам органического загрязнителя. Активность фотокатализа - это активность частиц. Когда частицы имеют наноразмерный размер, их диаметр становится очень маленьким, что увеличивает подвижность носителей, а, следовательно, можно обеспечить меньшую вероятность рекомбинации электронов и дырок [13,14].

3. Факторы, влияющие на процесс фотокаталитической деградации

Наноразмерные частицы имеют отличные физические и химические свойства по сравнению с объёмными материалами [15]. Свойства наночастиц ZnO в значительной степени зависят от таких характеристик микроструктуры материалов, как размер кристаллитов, морфология и плотность кристаллитов [16].

Есть несколько факторов, которые могут повлиять на процессы фотокаталитической деградации. В этом обзоре приводятся три наиболее важных фактора: начальная концентрация загрязнителя, уровень pH раствора и масса используемого катализатора.

Влияние начальной концентрации красителя

При проведении фотокаталитической деградации, когда концентрация красителя является высокой, количество доступных активных центров для реакции между активными радикалами и молекулами красителя уменьшается из-за конкурентной адсорбции молекул красителя на поверхности ZnO. При постоянной интенсивности света и времени облучения количество активных радикалов, образующихся на поверхности катализатора, остаётся неизменным. Таким образом, меньшее количество активных радикалов при атаке красителя приводит к снижению скорости разложения. Кроме того, количество света, поглощаемого молекулами красителя, увеличивается с увеличением концентрации красителя.

Таким образом, меньшее количество фотонов достигает поверхности катализатора, что приводит к более низкой генерации активных радикалов, которые разлагают молекулы красителя [6, 7].

Влияние уровня pH раствора

Уровень pH раствора является ещё одним важным фактором фотокаталитической деградации. Он изменяет свойства поверхностного заряда катализатора и размер образованных им агрегатов, которые впоследствии влияют на скорость разложения [6, 7].

При наличии большого количества OH-, которое может реагировать с дырками с образованием радикалов OH, наблюдается улучшение фотокаталитической активности. Однако скорость разложения в некоторых случаях ниже из-за электростатического отталкивания между ионами OH и отрицательно заряженной поверхностью ZnO в щелочном растворе, что приводит к более медленному образованию радикалов OH [10].

Влияние используемой массы фотокатализатора

Увеличение массы фотокатализатора способно улучшить эффективность разложения из-за большего количества активной площади поверхности катализатора, а также более высокой интенсивности поглощения света. Увеличение активной площади поверхности означает, что существуют более активные участки для проведения фотокаталитических реакций. Таким образом, эффективность деградации будет повышена. Однако, когда масса катализатора превышает определённое количество, проникновение света будет уменьшаться из-за увеличенного количества суспензии. Когда мутность увеличивается, происходит рассеяние света, что приводит к уменьшению фотоактивного объёма суспензии. Таким образом, поглощение фотонов не будет увеличиваться в геометрическом отношении и увеличение количества катализатора не обязательно означает линейное увеличение скорости разложения [17]. Поскольку эти два явления сталкиваются друг с другом, многие исследования показали, что существует оптимальная масса катализатора для фотокаталитической деградации [10, 11].

4. Методика эксперимента

Для проведения фотокаталитической деградации изготавливают водный раствор органических красителей. В качестве органических красителей часто используют метиловый оранжевый, родамин, метиленовый синий и другие. После приготовления водного раствора красителя, в раствор добавляются исследуемые порошки ZnO с дальнейшим перемешиванием в течение 30 минут в темноте до образования однородной суспензии. Процесс фотокаталитической деградации с порошками ZnO исследуется при освещении в ультрафиолетовом свете. В процессе проведения фотокаталитических тестов из растворов через равные промежутки времени забираются пробы, которые после центрифугирования и фильтрования анализируется с помощью спектрофотометра. После проведения измерений пробы возвращались обратно в раствор. Во все время проведения эксперимента раствор перемешивается с помощью магнитной мешалки. Производится анализ спектров поглощения раствора, которые позволяют изучать процесс разложения красителя. Они показывают, что интенсивность поглощения уменьшается с течением времени. Скорость изменения концентрации при этом зависит от спектральных характеристик излучения и его интенсивности.

Заключение

Большинство исследований в области фотокаталитической деградации различных загрязнителей с использованием нанопорошков ZnO прошли успешно, и ZnO рекомендуется в качестве эффективного фотокатализатора для разложения и минерализации различных токсичных органических загрязнителей, например, таких как азокрасители в сточных водах.

Исследования также показывают, что фотокатализатор подвергаются фотокаталитической деградации при ультрафиолетовом свете. Различные рабочие параметры, такие как источник света, уровень pH реакционной среды, температура, концентрация красителя, масса и тип катализатора оказывают существенное влияние на эффективность разложения красителей в сточных водах. Оптимизация параметров фоторазложения имеет важное значение для эффективного использования процессов фотокаталитического окисления [17].

Хотя ультрафиолетовая энергия даёт эффективную деградацию красителей, солнечное излучение можно рассматривать как её заменитель. Тонкоплёночное покрытие фотокатализатора может решить проблемы выщелачивания. Легирование ZnO металлами и неметаллами улучшает показатели деградации.

Литература:

1. S. Meena, Dipti v. And b. K. Das. Photocatalytic degradation of Malachite Green dye by modified ZnO nanomaterial. // Bull. Mater. Sci., No. 7. - December 2016.- 1735–1743стр.

2. Japinder Kaur a, S.Bansal b, SonalSinghal a,n.. Photocatalytic degradation of methyl orange using ZnO nanopowders synthesized via thermal de composition of oxalate precursor method. // Physica (B416). – 2013. - 33–38.

3. Suzan A. Khayyat a, M.S. Akhtar b, Ahmad Umar c, ZnO nanocapsules for photocatalytic degradation of thionine. // Journal Materials Letters (81). – 2012. - 239–241.

4. R. Saravanan, H. Shankar, G. Rajasudha and A. Stephen*, Photocatalytic degradation of organic dye using nano ZnO. // International Journal of Nanoscience Vol. 10. – 2011. - 253 – 257.

5. Rauf, M. and Ashraf, S.. Fundamental principles and application of heterogeneous photocatalytic degradation of dyes in solution. //Chemical Engineering Journal (151). – 2009. - 10-18.

6. Chong, M., Jin, B., Chow, C. and Saint, C.. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review.// Journal Water Research (44). – 2010. - 2997-3027.

7. Hariharan, C. (2006). Photocatalytic degradation of organic contaminants in water by ZnO nanoparticles: Revisited. Applied Catalysis A: General, 304, 55-61.

8. Raoufi, D.. Synthesis and microstructural properties of ZnO nanoparticles prepared by precipitation method. Renewable Energy (50).- 2013. - 932-937.

9. Colmenares JC, Luque R, Campelo JM, Colmenares F, Karpinski Z, Romero AA. (2009) Nanostructured photocatalysts and their applications in the photocatalytic transformation of lignocellulosic biomass: An overview. // Journal Materials 2(4) – 2009. - 28-58.

10. Anpo M, Shima T, Kodama S, Kubokawa Y.. Photocatalytic hydrogenation of propyne with water on small-particle titania: size quantization effects and reaction intermediates. // Journal of Physical Chemistry 91(16) - 1987. – 5-10.

11. Lin H, Huang CP, Li W, Ni C, Shah SI, Tseng Y-H. Size dependency of nanocrystalline TiO2 on its optical property and photocatalytic reactivity exemplified by 2-chlorophenol. //Journal Applied Catalysis B: Environmental (68(1-2)). – 2006 - 1–11.

12. Fox MA, Dulay MT. (1993) Heterogeneous photocatalysis. Chemical Reviews 93(1), 341-57.

13. Ahmed, S., Rasul, M., Martens, W., Brown, R. and Hashib, M.. Heterogeneous photocatalytic degradation of phenols in wastewater: A review on current status and developments. // Journal Desalination (261). – 2010. - 3-18.

14. Mekasuwandumrong, O., Pawinrat, P., Praserthdam, P. and Panpranot, J.. Effects of synthesis conditions and annealing post-treatment on the photocatalytic activities of ZnO nanoparticles in the degradation of methylene blue dye.// Chemical Engineering Journal (164). – 2010. - 77-84.

15. Ribeiro, A., Nunes, O., Pereira, M. and Silva, A.. An overview on the advanced oxidation processes applied for the treatment of water pollutants. Environment International (75). - 2015. - 33-51.

16. Nishio, J., Tokumura, M., Znad, H. and Kawase, Y.. Photocatalytic decolorization of azo-dye with zinc oxide powder in an external UV light irradiation slurry photoreactor. // Journal of Hazardous Materials (138). – 2006. - 106-115.

17. KUNAL MONDAL, and ASHUTOSH SHARMA*Photocatalytic Oxidation of Pollutant Dyes in Wastewater by TiO2 and ZnO nano-materials . Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Technology, Kanpur, India, 36-73.

Р.Е. Уалиханов, Е.Ю. Кедрук, Л.В. Гриценко, Абдуллин

Цинк оксидінің фотокаталикалық қасиеттері

Аңдатпа. Қазіргі және дамып келе жатқан әлемде фотокаталитикалық деградацияны зерттеудің өзектілігі қоршаған ортаны қалпына келтіру үшін пайдалану мүмкіндігімен байланысты. Фотокаталитикалық тотығу - арзан тазарту әдісі және кез-келген күрделі органикалық химикаттарды басқа тазарту әдістерімен салыстырғанда бұзуға қабілетті. Металл оксидінің жартылай өткізгіштерін фотокатализаторлар ретінде қолдануға болады, олар керемет физикалық қасиеттері, беріктігі және тиімділігі. Бұл шолу фотокатализ реакцияларында мырыш оксиді наноматериалдарын қолданудың негізгі аспектілерін ұсынады. Бұл мақалада әртүрлі мырыш оксиді наноқұрылымдарын синтездеуге және олардың фотокаталитикалық белсенділігіне әсер ететін әртүрлі тәжірибелік әдістер сипатталған. Сонымен қатар, жұмыс фотокаталитикалық ыдырау процесінің тиімділігіне әсер ететін факторлар, мысалы, нанобөлшектердің мөлшері, бояғыш концентрациясы, катализатордың жүктелуі және реакциялық ерітіндідегі pH ерітіндісі.

Түйін сөздер: мырыш тотығы, наноқұрылымдар, фотокаталитикалық деградация, органикалық бояғыштар.

R.E. Ualikhanov, Y.U. Kedruk, L.V. Gritsenko, Kh.A. Abdullin

Photocatalytic properties of zinc oxide

Abstract. In the modern and developing world, the relevance of the study of photocatalytic degradation is associated with the possibility of using it to restore the environment. Photocatalytic oxidation is a cost-effective purification method and is capable of destroying any complex organic chemicals as compared to other purification methods. This is due to the use of metal oxide semiconductors as photocatalysts, which have remarkable physical properties, durability and efficiency. This review presents the main aspects of using zinc oxide nanomaterials for photocatalysis reactions. This paper describes various experimental methods that lead to the synthesis of various zinc oxide nanostructures and their effect on photocatalytic activity. In addition, the work presents factors affecting the efficiency of the photocatalytic decomposition process, such as nanoparticle size, dye concentration, catalyst loading, and solution pH in the reaction solution.

Key words: zinc oxide, nanostructures, photocatalytic degradation, organic dyes.

УДК 538.9:539.8

А.И. Федосимова, Б.А. Байтимбетова, Е.А. Дмитриева, И.А. Лебедев, Ю.А. Рябикин, А.Т. Темиралиев

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

Физико-технический институт, г. Алматы, Казахстан

ananastasia@list.ru

УВЕЛИЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ ОТ НАНООБЪЕКТОВ НА АМОРФНЫХ ПОДЛОЖКАХ

Аннотация. *Представлен способ увеличения отношения сигнал/шум для спектров от нанообъектов на аморфных или поликристаллических подложках. Предлагаемый способ основан на выделение сигнала за счет накопления сигнала вдоль спектра. Для анализа применяется последовательность следующих действий: измерение спектра пустой подложки; накопление фонового сигнала от подложки вдоль спектра на интервале, ограниченном параметром порядка; измерение спектра от подложки с нанообъектами; вычитание накопленного фонового сигнала; накопление сигнала от нанообъектов вдоль спектра на интервале, ограниченном параметром порядка. При этом происходит корректное вычитание фонового сигнала от подложки и увеличение отношения сигнал/шум полезного сигнала в* $\sqrt{2a+1}$ *раз, где* a *– параметр порядка. Выбор параметра порядка осуществляется на основе последовательного анализа спектра в зависимости от ширины линии полезного сигнала.*

Ключевые слова: *Отношение сигнал/шум, нанообъекты, параметр порядка, аморфная подложка, фоновый сигнал.*

Введение

Формирование и исследование структур, характерные размеры которых составляют единицы или десятки нанометров, является одним из важнейших направлений современных фундаментальных и прикладных исследований в физике твердого тела. Основными функциональными элементами таких объектов (наноструктур), как правило, являются отдельные частицы, большие молекулы или атомные кластеры. При этом существует большой ряд объектов, спектры которых имеют отношение сигнал/шум недостаточное для исследования особенностей спектров. Проблема усугубляется наличием искажающего фонового сигнала от подложки, который может быть даже больше исследуемого сигнала от нанообъектов. В связи с этим встает вопрос об увеличении отношения сигнал/шум в отношении полезного сигнала и способах корректного вычитания фонового сигнала от подложки [1-2].

В современных экспериментах для выделения сигнала из шума используются различные подходы [3-5]. Наиболее простым и понятным является способ накопления по времени [6]. Сущность этого способа заключается в проведении определенного числа идентичных измерений одного и того же спектра. Затем получаемые последовательности спектров складываются, сигналы при этом суммируются, а шум вследствие своей хаотичной природы частично усредняется. В случае белого шума при этом происходит увеличение отношения сигнал/шум в $\sqrt{n}$ раз, где n – число записей в идентичных условиях исходного спектра. Таким образом, чем большее число записей спектра производится, т.е. чем больше времени уходит на измерение, тем выше отношение сигнал/шум. Поэтому в тех случаях, когда необходимо проведение экспрессных измерений, а исходное отношение сигнал/шум мало, способ увеличения отношения сигнал/шум с помощью накопления спектров по времени становится малоэффективным.

Предлагаемый нами способ основан на выделение сигнала за счет накопления сигнала вдоль спектра. При этом также как в способе накопления по времени происходит увеличение сигнала в $\sqrt{n}$ раз. Но в отличии от способа накопления по времени, n – число каналов накопления одного спектра. При данном подходе нет необходимости в проведении большого количества измерений. Возможные проблемы, связанные с искажением спектра решаются за счет введения параметра порядка. Выбор параметра порядка осуществляется на основе последовательного анализа спектра в зависимости от ширины линии полезного сигнала.

Эксперимент

Предлагаемый способ основан на измерении спектра пустой подложки, накоплении фонового сигнала вдоль спектра на интервале, ограниченном параметром порядка, измерении спектра от подложки с нанообъектами, вычитании накопленного фонового сигнала, накоплении сигнала от нанообъектов вдоль спектра на интервале, ограниченном параметром порядка.

На рисунке 1 представлен исходный сигнал после обработки экспериментального образца на дифрактометре ДРОН, который регистрирует интенсивность X_j в зависимости от направления (удвоенного угла рассеяния Θ) дифрагированных рентгеновских лучей на кристаллической решётке образца. В качестве экспериментального образца был использован диоксида олова SnO_2, полученный на основе золь-гель технологии, и нанесенный на стеклянную подложку методом стекания.

Применение золь-гель метода предусматривает ряд технологических этапов, таких как формирование исходного раствора, нанесение его на подложку, сушка и отжиг. На этих этапах происходят структурные преобразования материала, от результата которых зависят его дальнейшие свойства.

Измерения на дифрактометре регистрируют интенсивности и углы рассеяния дифрагированных рентгеновских лучей на кристаллической решётке образца.

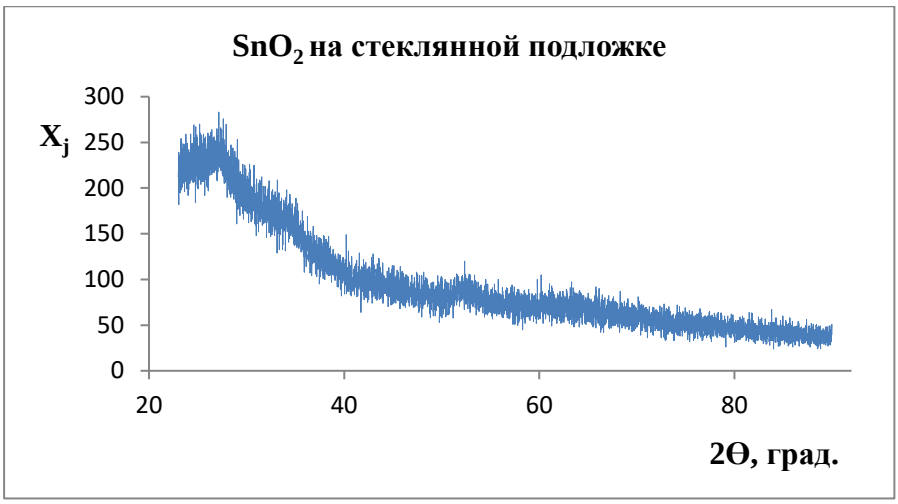


Рисунок 1 – Исходный сигнал образца диоксида олова SnO_2 на стеклянной подложке, полученный на дифрактометре ДРОН

К сожалению, как видно из рисунка 1, анализ кристаллографических плоскостей исследуемого образца практически невозможен из-за высокого уровня шума. Кроме того, негативное влияние оказывает фоновый сигнал от стеклянной подложки.

Для решения данной проблемы была применена последовательность следующих действий:

1. Чтобы провести вычитание фонового сигнала от подложки было проведено измерение спектра пустой подложки. Данный спектр представлен на рисунке 2. Как видно из рисунка, спектр подложки представляет собой шум с ярко выраженным ростом в области малых углов.

2. Для корректного вычитания фонового сигнала от подложки без негативного влияния высокочастотного шума было проведено накопление спектра пустой подложки вдоль спектра на интервале, ограниченном параметром порядка. На рисунке 3 представлен накопленный спектр пустой подложки с параметром порядка n = 50. Накопление вдоль спектра было проведено в соответствии с правилом $S_i = \frac{1}{(2a+1)}\sum_{i-a}^{i+a} Xj$. При таком способе накопления белый шум уменьшается в $\sqrt{2a+1}$ раз.

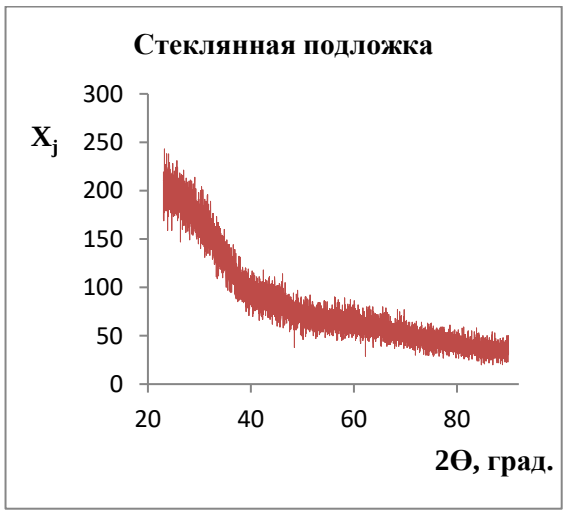


Рисунок 2 – Исходный сигнал от стеклянной подложки, полученный на дифрактометре ДРОН

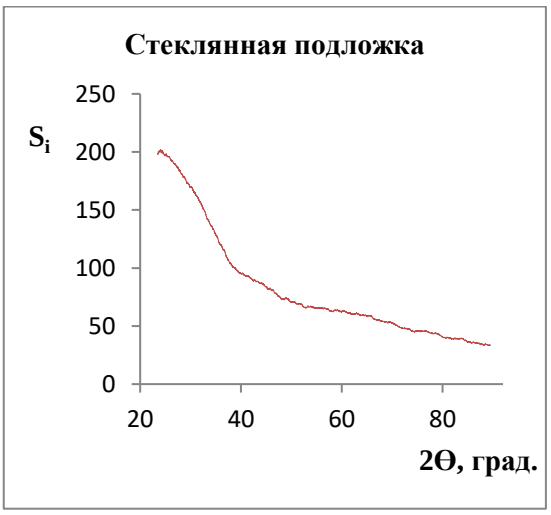


Рисунок 3 – Накопленный сигнал от стеклянной подложки с параметром порядка a = 50

3. Для получения спектра от экспериментального образца было проведено вычитание из исходного спектра, представленного на рисунке 1, накопленного фонового сигнала от подложки, представленного на рисунке 3.

4. Для выделения спектра от экспериментального образца (подавления шума) было проведено накопление сигнала от нанообъектов вдоль спектра на интервале, ограниченном параметром порядка. На рисунке 4 представлен спектр, накопленный с параметром порядка a = 50. Как видно из рисунка 4 на углах дифракции 13.5, 17 и 26 градусов обнаруживаются сигналы от кристаллографических плоскостей SnO_2(110), SnO_2(101) и SnO_2(211) соответственно.

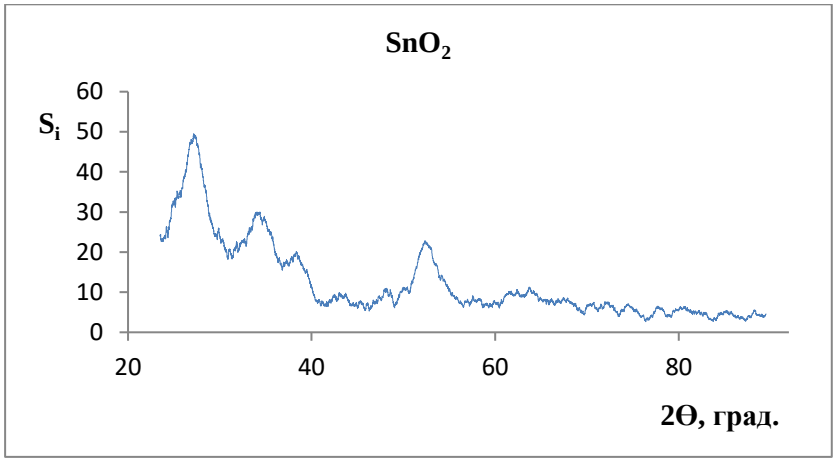


Рисунок 4 – Накопленный спектр от нанообъектов с параметром порядка n = 50

Заключение

Предложен способ увеличения отношения сигнал/шум для спектров от нанообъектов на аморфных или поликристаллических подложках.

Получен технический результат, заключающийся в том, что происходит увеличение отношения сигнал/шум в $\sqrt{2a+1}$ раз, где a – параметр порядка.

Предлагаемый способ основан на измерении спектра пустой подложки, накоплении фонового сигнала вдоль спектра на интервале, ограниченном параметром порядка, измерении спектра от подложки с нанообъектами, вычитании накопленного фонового сигнала, накоплении сигнала от нанообъектов вдоль спектра на интервале, ограниченном параметром порядка.

Работа поддержана грантом МОН РК №BR05236404.

Литературы:

1. Lops C. et al. Sonophotocatalytic degradation mechanisms of Rhodamine B dye via radicals generation by micro- and nano-particles of ZnO // Applied Catalysis B: Environmental, V.243. – 2019. – P. 629-640

2. Zarmehi N., Marvasti F. Removal of sparse noise from sparse signals // Signal Processing V.158. – 2019. – P. 91-99

3. Попик П.И. Способ повышения уровня (отношения) сигнал-шум при применении "принципа затухания помехи // Патент 2491717, Рос. Федерация: МПК H04B 1/10 Заявка: 2010117813/08, 04.05.2010

4. Бейсенханов Н.Б. Влияние обработки в (O_2, H_2) плазме на структуру и физические свойства пленок SnO_x // Physics of the Solid State 2011. – V.53. – N2. – P. 390–397.

5. Рябикин Ю.А., Лебедев И.А. Способ увеличения отношения сигнал/шум в спектроскопии Патент № 12779, Республика Казахстан: МПК G01N 24/00 - Заявка: 2001/0979.1, 25.07.2001

6. Пул Ч. Техника ЭПР-спектроскопии. Мир, 1972

А.И. Федосимова, Е.А. Дмитриева, И.А. Лебедев, А.Т. Темиралиев,
Ю.А. Рябикин, Б.А. Байтимбетова

Аморфты төсеніштердегі нанообектілердің сигнал/шуыл қатынасының ұлғайуы

Аңдатпа. Поликристалдың немесе аморфты төсеніштердегі нанообектілердің сигнал/шуыл қатынасының ұлғайу әдісі берілген. Ұсынылып отырған әдіс сигналдар спектр бойында жиналып қалған сигналдардың ағуына негізделген. Анализ үшін тізбекті келесі әрекеттер қолданылады: төсеніштегі шекті параметр реті интервалында спектр бойында жиналған фондық сигналдар; нанобъектілі төсеніштердің спектрін зерттеу; жиналып қалған фондық сигналдарды есептеу, нанобъектідегі шекті параметр реті интервалында спектр бойында жиналған сигналдар. Төсеніштің фондық сигналын және тиімді сигналдың сигнал/шуыл ұлғайуы $\sqrt{(2n+1)}$, мұндағы n – рет параметр есептелінді. Рет параметрін таңдау тиімді сигналдың сызық еніне тәуелділігі анализ спектрінің негізінде жүзеге асырылды.

Түйін сөздер: сигнал/шуыл қатынасы, нанообектілер, рет парамтері, аморфты төсеніштер, фондық сигналдар

A.I. Fedosimova, B.A. Baytimbetova, E.A. Dmitrieva, I.A. Lebedev,
Yu.A. Ryabikin, A.T. Temiraliev

Increase of signal/noise ratio from nano-objects on amorphous substrates

Abstract. A method for increasing the signal-to-noise ratio for spectra from nanoobjects on amorphous or polycrystalline substrates is presented. The proposed method is based on the selection signal due to the accumulation of the signal along the spectrum. For analysis, the following sequence of actions is used: measurement of the spectrum of an empty substrate; the accumulation of the background signal from the substrate along the spectrum in the interval bounded by the order parameter; spectrum measurement from a substrate with nano-objects; subtraction of the accumulated background signal; signal accumulation from nanoobjects along the spectrum on the interval bounded by the order parameter. In this case, the background signal is subtracted correctly from the substrate and the signal-to-noise ratio of the useful signal increases by $\sqrt{(2a + 1)}$ times, where a is the order parameter. The choice of the order parameter is made on the basis of a consistent analysis of the spectrum depending on the width of the line of the useful signal.

Keywords: Signal-to-noise ratio, nano-objects, order parameter, amorphous substrate, background signal.

УДК 62-529

Е.А. Аймуханбетов
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
Erzhan_8@mail.ru

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ КОНТРОЛЛЕРА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ВИБРАЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Аннотация. *В последние годы потребность более высокого качества обработки и необходимость больших объемов выпускаемой продукции привело к повышению требований к точности обработки. Однако вибрация губительно уменьшает точность* ***обрабатываемых изделии.*** *Существующие системы виброизоляции в основном громоздкие и дорогие. В связи этим нами был предложен новый метод компенсации вибраций основанный на адаптивной системе, не имеющие выше указанных недостатков. В качестве адаптивной системы была выбрана модифицированная платформа Стюарта. Разработанная методика основана на использовании высокоскоростной камеры, с помощью которой будет определятся форма излучения, изменяющаяся при вибрации. Каждый кадр сравнивается с предыдущем и на основании анализа различий формируется необходимый управляющий сигнал, передаваемый на адаптивную систему компенсации вибрации, установленную на лазерную головку устройства.*

Ключевые слова: *активный и пассивные системы виброизоляции, платформа Стюарта, адаптивная платформа технологического оборудования, коллимирующая оптическая система, линейные приводы.*

Для повышении точности в технологических оборудованиях с обработкой лазерным излучением необходимо уменьшить влияние вибрации на него. В целом, все методы борьбы с вибрацией можно условно разделить на два метода:

- пассивный метод;
- активный метод.

Пассивный метод – это метод виброизоляции, где вибровозмущения выравниваются с помощью таких устройств как демпферы, пружины, амортизаторы В таких устройствах не применяются системы с вторичным питанием. Пассивный метод борьбы с вибрацией является актуальным только для внешних высокочастотных вибраций, при этом чем больше хотим опустить эту планку тем больше и дороже становится оборудование. [1]

Активный метод вибрационной защиты основывается на использовании дополнительного источника энергии, который создает сигнал противоположный по фазе колебаниям, вызванным вибрацией, что приводит к их взаимному затуханию [1].

Существующие активные методы виброизоляции, хоть и подавляют вибрации на всех частотах, сложны и дорогостоящи. Одна из причин этого заключается в том, что активные САВ устанавливают на основание оборудования. Также недостатком является то, что она не способна подавить внутренние вибрации, возникающий из-за не абсолютной жесткости конструкции оборудования.

Однако разработанный нами метод предлагает установить пьезоэлектрическую активную САВ на базе платформы Стюарда прямо на головку лазера, а именно основанию установить на головку, а на другой коллимирующую оптическую систему. Так мы компенсируем как и внешнюю, так и внутреннюю вибрацию, также мы можем разработать автоматическую подстройку фокусного расстояния на поверхности произвольной формы)[2].

Принцип работы разработанного метода заключается в том, что на головку будет установлена компактная и высокоскоростная камера, с помощью которой будет происходить слежение за формой лазера. Однако с возрастанием частота вибрации , возрастает и требование частоте кадров камеры. Чем больше камера способна снять кадров за секунду, тем больше и дороже она становится (стоимость возрастает до несколько миллионов рублей). Решение этой проблемы простое, для этого достаточно использовать дешевую систему пассивной виброзащиты. Например станину с установленную на виброизоляторы ОВ-31М.

За счет этого мы компенсируем все внешние вибрации выше 12 Гц, а камеру выберем по максимальной частоте внутренней вибрации.

Метод определения действует ли вибрация на оборудование заключается в следующем. Если форма выходного излучение из линзы коллимирующей системы круглая и перпендикулярна к криволинейной поверхности обрабатываемого объекта, то это значит что на данный момент вибрация не влияет на обработку. В случае вибрации произойдет отклонение головки и излучение на поверхности обретет овальную форму. Тоже самое произойдет, если луч падает не перпендикулярно к поверхности (рисунок 1).

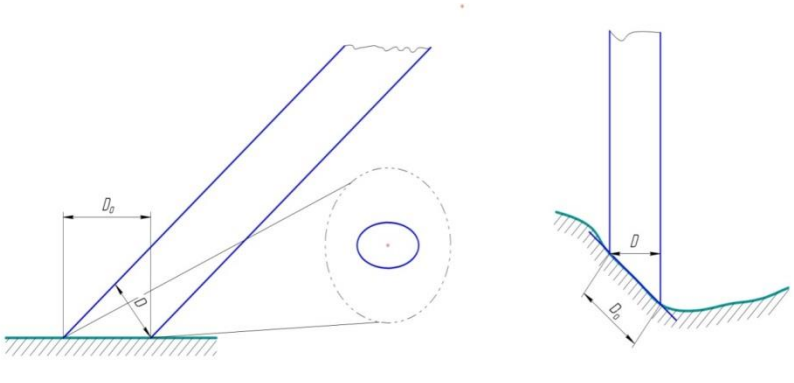


Рисунок 1 − Излучения на ровной поверхности при отклонении головки и на криволинейной поверхности

В этом случае ширина и глубина полосы обработанный лазером будет не ровным как показана на рисунке 2.

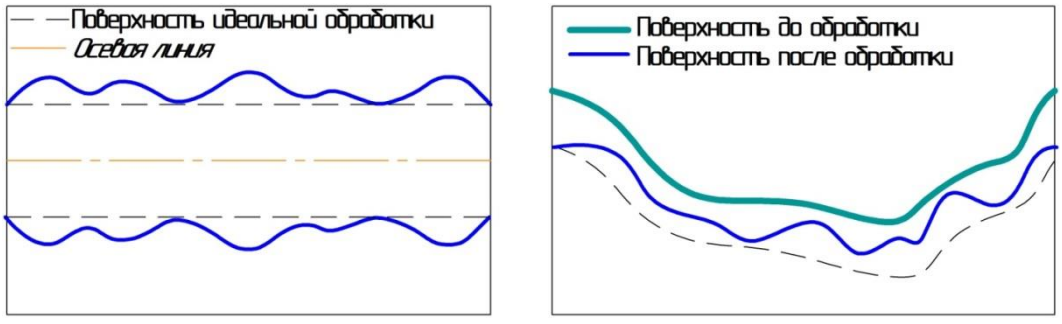


Рисунок 2 − Ширина и глубина полосы обработанный лазером

Форма излучения определяется с помощью считывания количества пикселей по двум осям. В случае, если диаметр пятна излучения будет меньше или больше то коллимирующая оптическая система будет двигаться вниз или вверх (по оси Z) соответственно. Если овальная форма пятна излучения растянется по оси X, то система произведет наклон по оси Y, а если растянется по оси Y, то система сделает наклон по оси X. Однако, если растянется по диагональю то система сделает наклон по очереди (рисунок 3).

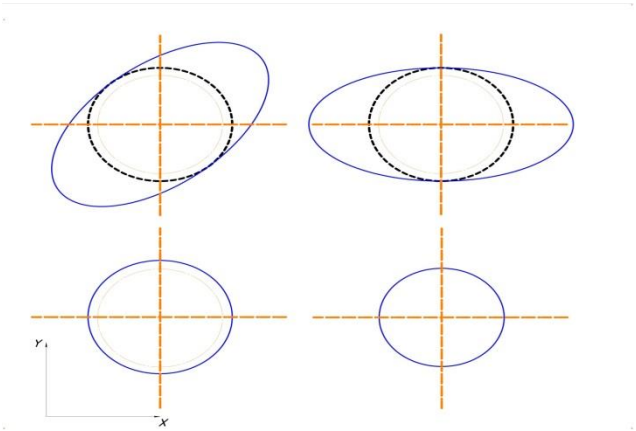


Рисунок 3 − Поэтапное корректирование формы излучение

Алгоритм работы контроллера заключается в следующем. Сначала снимки, полученные с помощью высокоскоростной камеры, проходят через систему распознавания образов, где определяется форма пятна излучения. Если форма пятна излучения круглая, то цикл повторяется. А если – нет то благодаря акселерометру и гироскопу определяется положение головки (в какую сторону была отклонена головка). Дальше данные передаются ПИД-регулятору , где сравниваются с предыдущим данными, после чего подается необходимые сигналы контроллеру, а он свою очередь преобразует сигнал и отправляет его пьезодвигателю, который переместит его в нужное нам положение. После цикл повторяется. Алгоритм работы контроллера адаптивной системы представлена на рисунке 4.

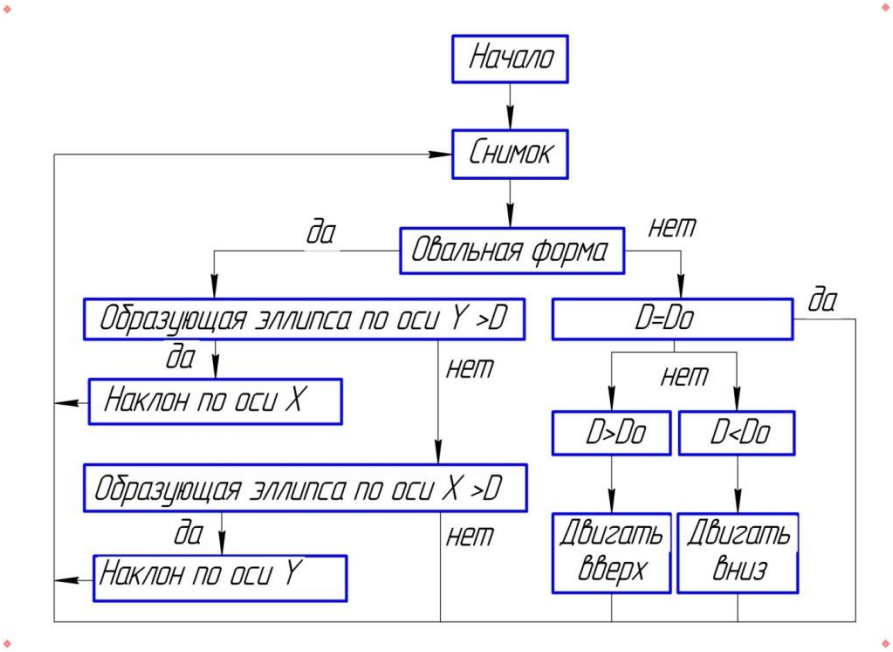


Рисунок 4 − Алгоритм работы контроллера адаптивной систем

Предполагаемый механизм адаптивной системы компенсации вибраций

Как было описано ранее, для подавлении вибрации мы использовали платформу Стюарта. Однако в нашем положении для подавления вибрации достаточно 3 степени свободы: два наклона вокруг осей OX и OY и линейное перемещение вдоль оси OZ. Так что платформа Стюарта была модифицирована, вместо традиционных шести тяг были использованы четыре, что позволило нам не только удешевить платформу, но и упростить алгоритм ее управления (рисунок 5)[3]..

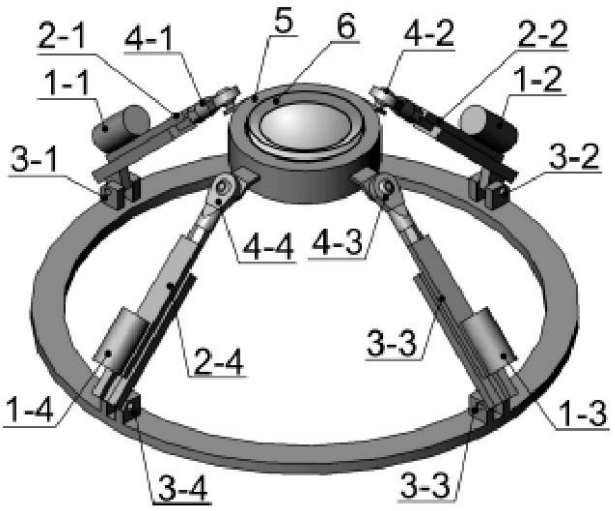


Рисунок 5 − Модель модифицированный платформа Стюарта. 1 − двигатели, 2 − направляющий, 3 − шарниры, 4 − соединительные шаровые шарниры, 5 − движущая платформа, 6 − объектив

Для изменения длины ног вместо вращающего двигателя с преобразователями линейного перемещение можно просто использовать линейные приводы.

Разработанная система виброизоляции обладает следующими достоинствами:

- способность подавить как и внешние, так и внутренние вибрации;
- низкая стоимость в реализации;

Литературы:

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В41 В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1981. — Т. 6. Защита от вибрации и ударов/Под ред. К. В. Фролова. 1981, 456 с, ил.

2. Федосов Ю. В., Афанасьев М. Я. Устройство для обработки лазерным излучением поверхности объекта произвольной формы. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 3 с.

3. М. Я. Афанасьев, А. А. Грибовский. Концепция адаптивной платформы технологического оборудования. научно технический журнал "приборостроение". 2015. Т. 58, № 4 268-272 с.

Е.А. Аймұханбетов

Лазерлік сәулеленумен өңдеу кезінде дірілді компенсациялау адаптивті жүйесінің контроллерінің жұмыс алгоритмін әзірлеу

Әзірленген алгоритм діріл кезінде өгеретін сәуле нысанын анықтайтын жоғары жылдамдықты камералар колдануында негізделген. Әрбір кадр алдыңғы кадрмен салыстырылады және айырмашылықтарды талдау негізінде құрылғының лазерлік басына орнатылған дірілді компенсациялау адаптивті жүйесіне берілетін қажетті басқару сигналы қалыптасады.

Түйін сөздер: діріл оқшаулаудың белсенді және пассивті жүйелері, Стюарт платформасы, технологиялық жабдықтың адаптивті платформасы, коллимирлеуші оптикалық жүйе, сызықтық жетектер

Y.A.Aimukhanbetov

Development of an algorithm for the operation of the controller of the adaptive vibration compensation system during processing by laser radiation

The developed algorithm is based on the use of a high-speed camera, which will be used to determine the shape of the radiation, changing with vibration. Each frame is compared with the previous one and, based on the analysis of the differences, the necessary control signal is generated and transmitted to the adaptive vibration compensation system installed on the laser head of the device.

Keywords: active and passive vibration isolation systems, Stewart platform, adaptive process equipment platform, collimating optical system, linear actuators.

УДК 004.383.3

А.Р.Айтбакиев, Н.А. Баянбай – магистр технических наук, лектор
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
Aitbakiyev.a@gmail.com

МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЙ ОБРАБОТКИ ЭКС

В данной статье рассмотрены три перспективных метода, обеспечивающих повышение эффективности помехоустойчивой обработки ЭКС, которые были сформулированы в процессе изучения проблем помехоустойчивой обработки электрокардиосигналов (ЭКС). Исследование путей решения проблем позволило определить необходимость комплексного использования методов, что повышает эффективность подавления помех в ЭКС и диагностическую эффективность средств автоматического анализа ЭКС.

Ключевые слова: *Помехоустойчивая обработка ЭКС, Помехи, Полезного сигнала, Адаптивная агрегация фильтров, преобразование Гильберта-Хуана*

1. Проблемы помехоустойчивой обработки ЭКС в условиях двигательной активности.

Обработку и выявление диагностических признаков в ЭКС затрудняют помехи, которые искажают полезный сигнал и затрудняют процесс.

Что есть помехи? На сегодняшний день существуют различные определения, схожие между собой. К примеру, в технической сфере помехи – это физические явления, препятствующие нормальной работе технические средств: радио, средств связи и т.д.

В рамках нашего исследования помехи определяются как: сигналы внешнего или внутреннего характера, не являющиеся биопотенциалами и влияющие на информативные параметры полезного сигнала, искажающие результаты их измерения и, в конечном счете, приводящие к снижению достоверности диагностических заключений.

Таким образом наличие помех приводит к изучению проблем помехоустойчивой обработки ЭКС, которые представлены четырьмя видами:

− априорная неопределенность сигнально-помеховой обстановки;
− сложная частотно-временная структура ЭКС;
− негауссовость и пересечение спектров полезного сигнала и помех;
− необходимость сохранения формы полезного сигнала.

Выделенные проблемы в определенной мере характерны для всех технических средств электрокардиографии, но для систем ЭКС-диагностики, работающих в условиях свободной активности пациентов, эти проблемы имеют ключевое значение. От их решения зависит помехоустойчивость системы и, следовательно, достоверность автоматических заключений.

Для решения каждой представленной проблемы существуют определенные методы.

Проблема 1. Априорная неопределенность сигнально-помеховой обстановки. Для её решения целесообразно сформировать оценку помехи в отсутствии полезного сигнала. При этом постулируется следующее.

1. Сегментацию ЭКС возможно провести при значительном уровне помех, при этом можно обойтись без априорной информации о плотности распределения вероятностей (ПРВ) и дисперсии помех.

2. Все регистрируемые сигналы на ТР сегменте ЭКС являются помехами. Выделение ТР сегмента ЭКС позволяет оценить помеху не только для этого участка, но и для всего кардиоцикла ЭКС. Это связано с тем обстоятельством, что кардинальное изменение свойств и характеристик помехи в течение одного кардиоцикла маловероятно, поэтому в рамках одного кардиоцикла с высокой достоверностью помеху можно считать стационарной, а выделенный участок изолинии – реальной помеховой составляющей всего кардиоцикла ЭКС.

Эти постулаты позволяют выбрать метод решения проблемы – формирование оценки помехи на неинформативном участке ЭКС.

Проблема 2. Сложная частотно-временная структура ЭКС. Для устранения этой проблемы постулируется следующее: «адаптивное частотно-временное представление ЭКС повышает эффективность обработки». Методы решения проблемы – преобразование Гильберта-Хуана и адаптивная агрегация фильтров.

Проблема 3. Негауссовость и пересечение спектров полезного сигнала и помех. Для решений данной проблемы необходимо «применение нелинейных процедур при обработке ЭКС повышает эффективность подавления помех», что реализуется в рамках преобразования Гильберта-Хуана и адаптивной агрегации фильтров. Данные метод устранения проблемы применим и к четвертой проблеме «необходимость сохранения формы полезного сигнала».

Таким образом можно выделить три основных метода решения проблем помехоустойчивой обработки ЭКС:

− формирование оценки помехи в отсутствии полезного сигнала,

− применение адаптивного разложения по локально сосредоточенным базисам,

− адаптивная агрегация фильтров.

Таблица 1 – Проблемы обработки ЭКС и методы их устранения

	Проблемы при обработке ЭКС	Гипотезы (положения концепции)	Предлагаемые методы решения
1	Априорная неопределенность СПО	На ТР– помехи всего КЦ. Принципиальная возможность сегментации ЭКС при высоком уровне помех	Формирование оценки помехи в отсутствии полезного сигнала
2	Сложная частотно-временная структура ЭКС	Адаптивное частотно-временное представление ЭКС. Локально-адаптивная фильтрация	Преобразование Гильберта-Хуана Адаптивная агрегация фильтров
3	Негауссовость и пересечение спектров полезного сигнала и помех	Локально-адаптивная фильтрация Нелинейные процедуры	
4	Необходимость сохранения формы полезного сигнала	Нелинейные процедуры	

Многие исследования показывают, что каждый из методов способен устранить все проблемы помехоустойчивой обработки ЭКС, однако, наиболее эффективным методом будет являться: объединение методов и их комплексное применения, что позволит за счет синергетического эффекта повысить их эффективность в подавлении помех при обработке ЭКС.

2 Концепция помехоустойчивой обработки ЭКС в условиях двигательной активности

Представленные методы за счет их объединения имеют синергетический эффект, что улучшает их эффективность в устранении проблем и отражается в концепции.

На основании таблицы 1 (глава 1) можно выделить три уровня концепции: проблемы обработки ЭКС; положения концепции (гипотезы) помехоустойчивой обработки ЭКС; методы помехоустойчивой обработки ЭКС.

Предложенная концепция является основой для разработки концептуального подхода к обработке ЭКС в условиях двигательной активности и методики оценки эффективности алгоритмов помехоустойчивой обработки ЭКС. На рисунок 1 представлена визуализация концепции помехоустойчивой обработки ЭКС в условиях двигательной активности.

Рисунок 1 – Концепция помехоустойчивой обработки ЭКС в условиях двигательной активности

На основе концепции разработан концептуальный подход к помехоустойчивой обработке на основе преобразования Гильберта-Хуана (ПГХ), построения и анализа поверхности энергетической плотности (ПЭП), вычитания из ПЭП помехи, сегментации, формирования оценки помехи, адаптивной агрегации фильтров. Графическая иллюстрация концептуального подхода к помехоустойчивой обработке ЭКС показана на рисунке 2.

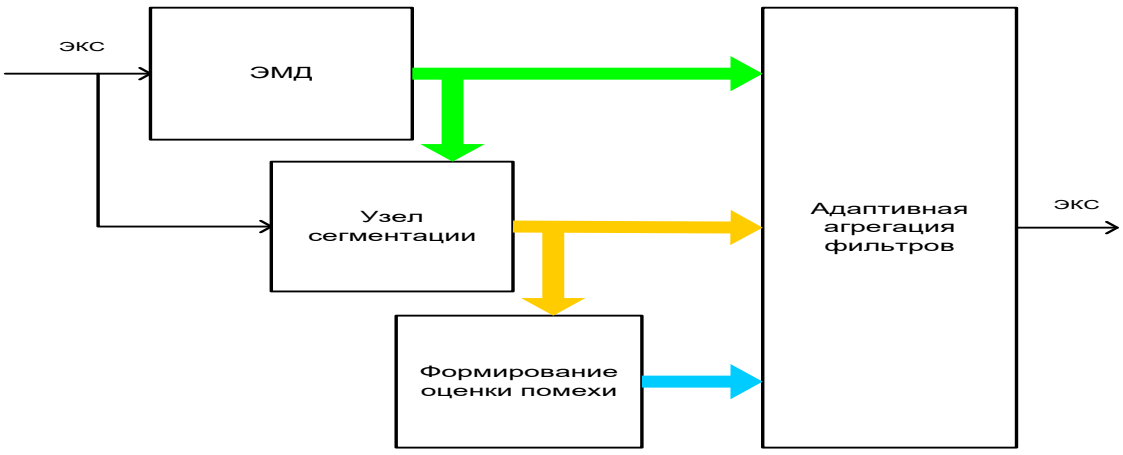


Рисунок 2 - Концептуальный подход к помехоустойчивой обработке на основе ПГХ, формированию оценки помехи и адаптивной агрегации фильтров

Для выявления диагностических признаков проводится сегментация либо входного ЭКС, либо эмпирических мод (ЭМ), полученных в результате эмпирической модовой декомпозиции (ЭМД). При этом в зависимости от сложности ЭКС, интенсивности помех и СПО решение принимается в самом узле сегментации.

Информация с узла сегментации позволяет подобрать эффективные фильтры для различных участков ЭКС, кроме того, сегментация ЭКС позволяет сформировать оценку помехи при отсутствии полезного сигнала, которая используется для выбора фильтров и их параметров в узле адаптивной агрегации фильтров (ААФ).

Заключение

1) Рассмотрены проблемы помехоустойчивой обработки ЭКС.

2) Исследованы методы устранения помехоустойчивой обработки ЭКС.

3) Исследован концептуальный подход к помехоустойчивой обработке на основе ПГХ

Литературы:

1. Бодин, О.Н. Помехоустойчивая обработка электрокардиосигналов в системах неинвазивнойкардиодиагностики: монография. / О.Н. Бодин, Е.А. Ломтев, Л.Ю. Кривоногов, К.А. Ожикенов – Алматы: LEM, 2016. - 216 с.

2. Aiman K. Ozhikenova, Kuralbay K. Kurakbayev, Vladimir Z. Kucherenko, and Kassymbek A. Ozhikenov The Effectiveness of Using Hospital-Replacing Technologies in Health-Care System Throught the Example of a Big Town.

3. Ozhikenova A.K., Kurakbayev K.K., Ozhikenov K.A.Evaluation of economic efficiency and organization of medical aid to rural population in Kazakhstan. The European Journal of Public Health 2015 Impact Factor: 2.751. 2016 Journal Citation Reports® (Thomson Reuters, 2016).

4. Ожикенов К.А., Михайлов П.Г. Технические измерения в технологии и производстве радиоэлектронной аппаратуры и измерительных систем. Учебное пособие. Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2016. -134 с.

5. Ожикенов К.А., Бодин О.Н. и др. Патент на изобретение Российской Федерации № 2644303 от 08.02.2018 на «Способ оказания экстренной кардиологической помощи».

А.Р.Айтбакиев, Н.А. Баянбай – техниқалық ғылымдардың магистрі, дәрісші

«Электрлік кардиосигналдың өңдеу мәселелердің жою әдістер»

Мақалада электрлік кардиосигналдың өңдеу мәселелердің жою тиімді әдістер туралы жазылған. Бірақ тек қана әдістердің кешенді пайдалану көп тиімділікті береді.

Кілттік сөздер: Помехоустойчивая обработка ЭКС, Помехи, Полезного сигнала, Адаптивная агрегация фильтров, Гильберт-Хуан түрленуі

A.R. Aitbakiyeva, N.A. Bayanbay – master of technical sciences, lector

«Methods for eliminating problems of noise-resistant processing of electrocardiograms»

This article discusses three promising methods that improve the efficiency of noise-resistant processing of the electronic cardiology system, which were formulated in the process of studying the problems of the noise-resistant processing of electrocardiograms. The study of ways to solve problems made it possible to determine the need for an integrated use of methods, which increases the efficiency of interference suppression in the EKS and the diagnostic efficiency of the means of automatic analysis of the EKS.

Keywords: Noise-resistant processing of electrocardiograms, Interference, Useful signal, Adaptive aggregation of filters, Hubert-Juan transform

УДК 681.51:617.57-77

И.Б. Асипов, Н.А. Баянбай – магистр технических наук, лектор
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
98assipovilyas@gmail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ БИОНИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Аннотация. *В данной статье раскрыты важность инновационных разработок в области роботизированного протезирования, а также их внедрение. Объектом исследования данной статьи являются бионические протезы верхних конечностей, техническое исполнение которых максимально возможно приближено по конструкции к реальной конечности. Целью работы является сравнительный анализ существующих методов управления протезами руки, их преимущества и недостатки. Также особенности и проблемы при реализации этих методов. В ходе исследования был разработан приблизительный макет протеза реализованный на платформе микроконтроллера Arduino.*

Ключевые слова: *Бионический протез, тяговый протез, электромиография, мышцы культи, верхние конечности, культеприемная гильза, Arduino.*

Средством реабилитации людей, страдающих от заболеваний и последствий травм опорно-двигательного аппарата, могут служить активные протезы. Создание технических средств для восстановления функций руки является сложной и во многом нерешенной задачей вследствие необходимости изготавливать легкие прочные устройства с высоким уровнем миниатюризации отдельных частей, а также реализовать принципы построения систем управления.

Для изготовления и проектирования качественного бионического протеза исследователю необходимо обеспечить выполнения целого ряда критериев, таких как: достаточное число степеней свободы, интуитивно понятное управление, внешнее сходство с здоровой конечностью, энергонезависимость и габаритные размеры. Помимо этого инженеру необходимо придерживаться определенных медицинских стандартов и требований медицинских изделий.

На сегодняшний день по принципу управления протезы верхних конечностей можно разделить на следующие группы: косметические, рабочие, тяговые, миоэлектрические (бионические, биоэлектрические).

1. Косметические, или пассивные протезы предназначены сугубо для воссоздания естественного внешнего вида и используются, соответственно, в тех случаях, когда форме, весу, удобству ношения и простоте применения искусственной руки отводится первостепенная роль, и пациент не стремиться восполнить двигательные функции утраченной верхней конечности.

2. Рабочий протезпредназначен для выполнения специальных действий. Протез оснащен приемником для рабочих насадок и позволяет использовать различные инструменты – молоток, ключ, ножницы, зубило, зажим для отверток и т.п.

Существуют специальные насадки на культеприемную гильзу для бытовых работ – для столовых приборов, письма, утюга, для печати, рисования, для швейной машины.

Так как их функционал позволяет решать основные бытовые задачи по хозяйству. Преимуществами рабочих протезов являются небольшой вес, простота в изготовлении и применении, невысокие расходы на техническое обслуживание, низкая стоимость. Однако такие протезы ограничены в функциональности и не имеют действующегосхвата.

3. Тяговый протез управляется с помощью тяг и полностью контролируется усилиями самого человека без какой-либо электроники.Сильная сторона такого механизма –

возможность контролировать усилие. При выполнении хвата пользователь сам определяет силу сжатия, скорость и может почувствовать сопротивление, когда кисть/крюк упирается в предмет и не может продолжать сдавливание. Механизм прост в управлении, с ним можно плавать и он легок в обслуживании. При длительной практике ношения, пользователи демонстрируют возможности манипуляции различными предметами – могут писать, пользоваться ножом и вилкой, играть в теннис, зажигать спички, переносить груз и т.п.

4. Наиболее распространённым методом организации системы управления бионическим протезным устройством является использование в качестве управляющего сигнал, полученный методом электромиографии.

Электромиография это метод исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах человека при возбуждении мышечных волокон; регистрация электрической активности мышц. Движение в таком виде протезов осуществляется с помощью специальных моторов высокой мощности, что в свою очередь требует использование энергоэффективногоЭлектромагнитное излучение, артефакты движения конечности, дрейф измерительных датчиков, температурные колебания – это лишь часть помех, которые должны быть отсечены от полезного сигнала, при измерении электромиограммы для дальнейшего её использования в протезировании.

При системе обработке зарегистрированной информации, важно учитывать достаточно сложную форму получаемого сигнала, а также особенности его распознавания и классификации. Так, измеренный, усиленный и отфильтрованный сигнал электромиограммы имеет в своей структуре несколько фаз и ряд определенных характеристик. При проектировании систем обработки миографического сигнала, после записи миограммы, исследователи в первую очередь обеспечивают её анализ с помощью различных математических преобразований (Вейвлет преобразования, преобразования Фурье и т.д.). Этот процесс происходит путём выделения характеристических особенностей (регрессионные коэффициенты, временные, частотные характеристики и т.д.) передаточной функции, которые в дальнейшем могут использоваться для определения и классификации измеренного сигнала в соответствии с видом исполняемого движения.

Машинное обучение и классификация электромиографических сигналов один из наиболее сложных этапов в изготовлении бионических протезных устройств. Для реализации этой задачи, ученные применяют уже наработанные математические методы и техники, которые также позволяют комбинированно применять эти методы и вносить необходимые изменения. К числу таких методов относятся методы опорных векторов, методы нечёткой логики, нейро-нечётной логики, штучные нейронные сети и т.д.

В ходе написания данной статьи был разработан макет Бионической руки. Среди перечисленных выше вариаций протезов рук был выбран тяговый бионический протез. Корпус которого изготовлен с помощью 3D печати из пластикового материала. В основу руки легла модель кисти с пятью пальцами, полностью имитирующая настоящую руку. Такая модель имеет большое количество степеней свободы и может выполнять разнообразные движения и хватать множество предметов.

Для изготовления протеза был выбран метод 3D-печати, так какэто позволяет изготавливать протезы конечностей с гораздо меньшими финансовыми затратами, при этом, сохраняя качество и оптимальную работоспособность. Помимо этого имеется возможность вносить изменения и корректировки в модель без существенных затрат.

3Dмоделирование руки было реализовано в программе SolidWorks, это программный комплекс для разработки изделий любой степени сложности и назначения. При создании данного прототипа было необходимо учитывать пропорций отдельных деталей руки и придерживаться размеров среднестатистического человека, а также максимально естественного вида. Для соединения деталей руки был использован эпоксидный клей, данный вид клея имеет высокую прочность, адгезию, эластичность, а также высокую теплостойкость. Температурный диапазон составляет от -40ºС до 100ºС.

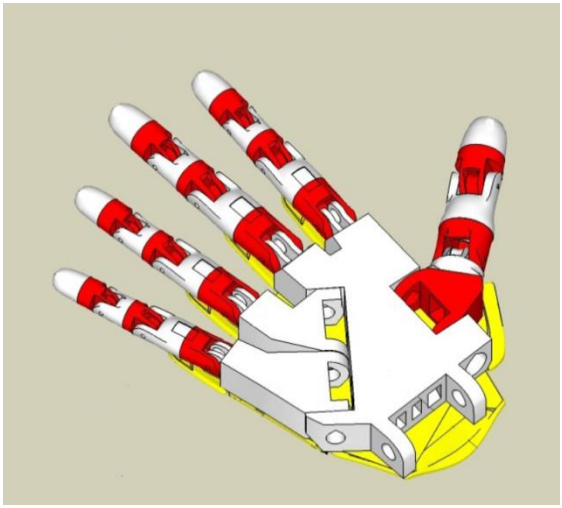


Рисунок 1 – Разработанная кисть протеза в среде SolidWorks

Для организации необходимой электроники и моторов была использована полая часть предплечья. Для реализации тягового движения были использованысерводвигатели Mg90s. Данные серводвигатели обладают мощным крутящим моментом и имеют металлические шестерни в основе редуктора.Каждый сервопривод отвечает за соответствующую фалангу пальца, они соединены между собой прочной нитью с высокой прочностью на разрыв. Движение осуществляется с помощью тяги сервопривода. Для предотвращения спутывания нитей, они были распределены по индивидуальным канальцам. В качестве источника питания и управления используется персональный компьютер или ноутбук, однако имеется возможность подключения внутреннего источника питания или аккумулятора.

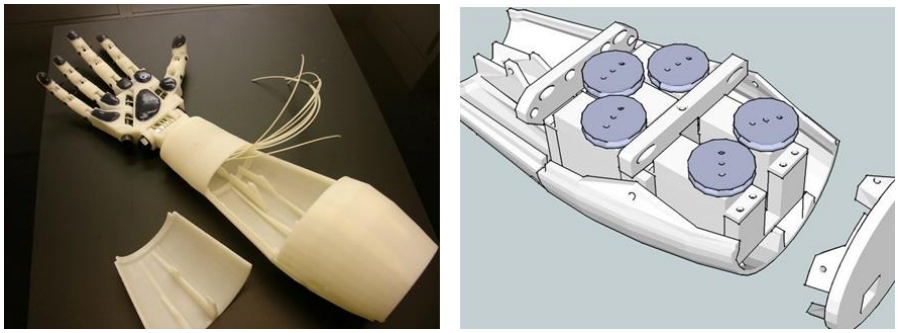


Рисунок 2 – Прототип бионической руки (а – каркас руки, б – организация сервомоторов)

Особенностью данного протеза является присутствие резиновых подкладок на стороне ладони, которое имитирует подушки пальцев и ладони. Это в свою очередь улучшает сцепелние с предметами и позволяет удержвить предметы и использовать инструменты и делает прикосновение менее грубым. Тыльная сторона руки оснащена защитным корпусом, что закрывает внутренние детали руки и защищает внутренние детали от повреждений.

В качестве управляющего микроконтроллера использована микропроцессорная плата Arduinonanопостроенная на семействе микроконтроллеров ATmega. Использование именно данной платы обуславливается её компактностью, небольшими размерами, низкой стоимостью, а также широким спектром возможностей и простотой программирования.

Для написания программного кода и его тестирования использовалась программная среда ArduinoIDE, которая основанная на таком известном языке программирования как C++.

Модель, предложенная в данной статья, одна из наиболее простых, надежных и недорогих по сравнению с аналогами. Конструкция состоит из твердой части, выполненной из пластика, что позволит крайне легко вносить изменения и корректировки в модели. В качестве исполнительных элементов использованы мощные серводвигатели, расположенные на предплечье. Данный протез имеет возможность захватывать небольшие объекты и манипулировать ими. Модель успешно может быть использована как базис для дальнейшего усовершенствования и исследования в области протезирования.

Заключение

В данной статье был произведен обзор разновидностей протезов верхних конечностей, а также принципы их управления, их достоинства и недостатки. Экспериментальная часть заключалась в создании и изучении прототипа бионической руки.

Литературы:

1. Clement, R.G.E. Bionic prosthetic hands: A review of present technology and future aspirations // The Surgeon. – 2011.

2. Rubanna H.C, Mamun B.I.R, Mohd A.B.M.A. Surface Electromyography Signal Processing and Classification Techniques // Sensors – 2013.

3. Круглов А.В., Шведовченко И.В. Современное состояние вопроса функционального протезирования инвалидов с культями кисти и пальцев (обзор литературы) // Гений ортопедии, 2017. № 3. С. 368-373.

4. Материал «Что такое Ардуино?». [Электронный ресурс]. URL: http://arduino.ru/About/

5. ООО «Моторика». [Электронный ресурс]. URL: https://motorica.org/protezirovanie/

6. Материал «Hand robot InMoov» URL: https://www.thingiverse.com/thing:17773

И.Б. Асипов, Н.А. Баянбай – Техникалық ғылымдардын магистрі, лектор.

Қолдың бионикалық протездерін басқару принциптерін зерттеу»

Бұл мақалада қолдың протездерінің түрлері, сондай-ақ оларды басқару принциптері, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылған. Эксперименталды бөлімге бионикалық қолдың прототипін жасау және зерттеу жатады.

Түйін сөздер:Бионикалық протез, тарту протезі, электромиография,тұқыл бұлшықеттері, қол,тұқыл қауызы, Arduino.

I.B.Assipov,N.A.Bayanbay - Master of Engineering sciences, lecturer

Research of bionic hands control principles

This article has reviewed the varieties of upper limb prostheses, as well as the principles of their control, their advantages and disadvantages. The experimental part was to create and study the prototype of the bionic arm.

Key words: Bionic prosthesis, traction prosthesis, electromyography, stump muscles, upper limbs, stump receptacle, Arduino.

УДК 621.3

Р. Әшімхан, Р.М. Өтебаев

Ғылами жетекші - Р.М. Өтебаев, ассоциированный профессор, т.ғ.к.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

utebaev_r@mail.ru

КАВИТАЦИЯЛЫҚ ЖЫЛУ ГЕНЕРАТОРЫНЫҢ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ЖАСАУ

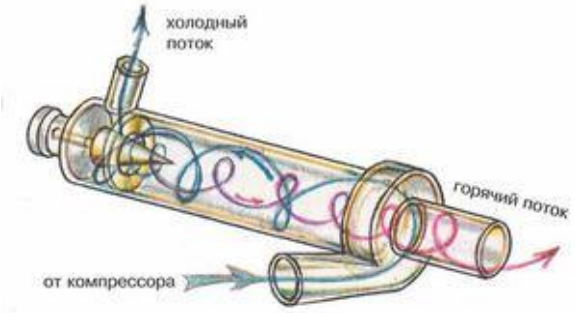
Аннотация. *Мақалада кавитациялық жылыту процессі қарастырылқан. Кавитациялық жылыту генераторларының ерекшеліктері, олардың құрылымы және тиімділігі көрсетілген. Қазіргі заманда жасалынатын кавитациялық жылу генераторларына арналған микроконтроллерлік бақылау жүйесін жасау процессі көрсетілген.*

Кілттік сөздер: *кавитация, қыздырғыш, микроконтроллер, бақылау жүйесі, модельдеу.*

Тұрғын үйдің әрбір иесі өзіне ыңғайлы өмір сүруге жағдай жасайды. Ол үшін үйде жылу жүйелерінің түрлері орнатылған. Көптеген адамдар үйде қолайлы температура жасайтын жүйелерді таңдайды және сонымен қатар жоғары жылу шығындарын төмендетуге тырысады. Қазіргі уақытта нарықта әр түрлі экономикалық тиімді жылыту жүйесі ұсынылады. Олардың бірі - кавитациондық жылу генераторы.

Кавитациялық жылу генераторы - кавитация әдісімен сұйықтықты қыздыру әсері қолданылатын арнайы құрылғы. Яғни, судағы жергілікті қысымды төмендету аудандарында микроскопиялық будың көпіршіктері пайда болатын әсері. Бұл дөңгелекті сорғының айналуында немесе судың дыбыстық дірілдеуінен байқалады. Нәтижесінде сұйықтық қызады, яғни оны үйді немесе пәтерді қыздыру үшін қолдануға болады.

Кавитационды жылу генераторы сұйықтықта көпіршіктер пайда болған процесті жасауға мүмкіндік береді. Егер бұл процесті қарастырсақ, ол қайнаған сумен салыстырылады. Алайда, кавитация кезінде жергілікті қысымның төмендеуі байқалады, бұл көпіршіктердің пайда болуына әкеледі (1 сурет). Қысқартулар ағындары жылу генераторында қалыптасады, нәтижесінде кавитацияның көпіршіктері үзіледі, бұл сұйықтықтың қызуына әкеледі. Жылыту сұйықтық қысымының күрт төмендеуіне әкеледі. Алынған энергия өте арзанға түседі. Антифризді жылу тасымалдағышы ретінде пайдалануға болады.



1 сурет - Кавитациялық процесстің түтікшеде пайда болуы [1]

Мұндай қондырғыларда әдетте радиатор мен басқа жүйелер үшін қажетті электр қуатының 1,5 есе аз болуы қажет. Бұл жағдайда сұйықтықты жылыту жабық жүйеде жүзеге асырылады. Мұндай бірліктер бір энергияны екіншісіне айналдыру арқылы жұмыс істейді. Нәтижесінде ол жылуға айналады.

Кавитациялық жылу генераторлары - жұмыс істейтін сұйықтықтың энергиясы ыстыққа айналатын қарапайым құрылғылар. Егер оның конструкциясы туралы егжей-тегжейлі айтсақ, негізгі элемент тиімділік көрсеткіші төмен орталықтану сорғы. Кавитациондық жылу генераторында орын алатын энергетикалық конверсия үрдісі өнеркәсіптік жағдайларда белсенді қолданылады, онда жылыту элементтері үлкен температуралық айырмашылыққа ие жұмыс сұйықтығымен байланысады (2 сурет).

2 сурет - Өндірістік кавитациялық жылу генераторы [2]

Кавитациялық жылу генераторлары мынадай артықшылықтарға ие:

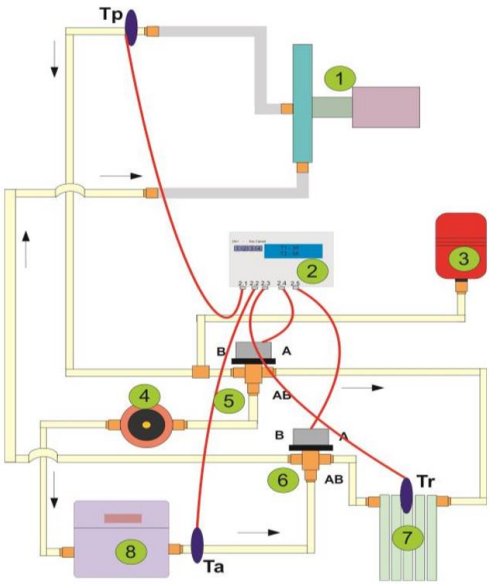
- жұмыс тиімділігі;
- жылумен жабдықтаудың рентабельділігі;
- қол жетімділік;
- құрылғыны қолмен жинауға болады. Пайдалануға дайын құрылғылар олардың сипаттамаларында зауытта өндірілген құрылғылардан еш айырмашылығы жоқ.

Кавитациялық жылу генераторларының кемшіліктері:

- жұмыс кезінде елеулі шу;
- оны өндіру үшін материалдарды табудағы үлкен қиындық;
- мұндай генераторлардың ықшам үлгілері оларды орналастыру үшін көп орынды қажет етеді.

Басқару жүйесі келесі құрамдастардан тұрады (3 сурет): кавитациялық жылу генераторы (1), микроконтроллерді басқару блогы (2), кеңейтетін бак (3), айналдыру сорғышы (4), сервожетектен тұратын үш жолды клапан 1 (5), сервожетектен тұратын үш жолды клапан 2 (6), алюминий радиаторы (7), жылу жинағышы (8), температура датчиктері. Жүйенің гидравликалық элементтері 15 мм. диаметрі бар металл-пластикалық құбырмен бір-бірімен байланысады.

Басқару жүйесінің компьютерлік моделі ISIS Proteus ортасында жинақталды (4 сурет). Басқару жүйесі мынадай элементтерден тұрады: U1 - басты элементі ретінде PIC18F2550-I / SP микроконтроллері, RL1-RL4 - электромагниттік реле, ULN2003A драйвер, LCD1 - WH2004A-TMI-CT # сұйық кристалды дисплей, FU3 ULN2003A драйвер чипін қорғау үшін 500 мА сақтандырғыш, U3 - DS18B20 - кавитатордың температуралық датчигі, U4 - DS18B20 - Жылу батареясының температурасы сенсоры, U5 - DS18B20 - Радиатор температурасы датчигі. қуат көзі DC12 V.



3 сурет - Кавитациялық жылу генераторының басқару жүйесі

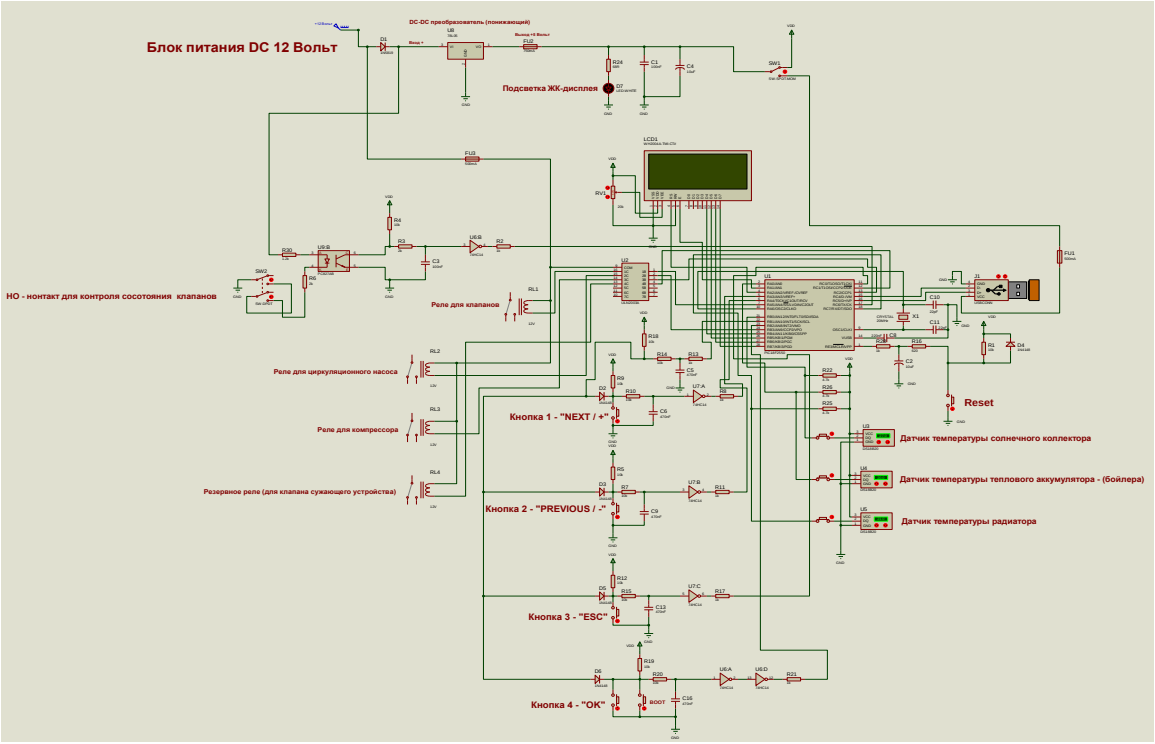
Басқару жүйесі екі жұмыс режимін - автоматты және қолмен қамтамасыз етеді. Басқару бағдарламасының негізгі мәзірі температура мәндерін тиісті температура сенсорынан көрсетеді: бұл кавитатор сенсорынан (Tp), жылу батареясының сенсорынан (Ta) және радиатор сенсорынан (Tr) жасалған температура. Сондай-ақ жүйелік басқару үшін қажетті температуралардың реттелетін мәндері (TpM, TaM, TrM, t). Бағдарлама қазіргі уақытта үш параметрді ғана пайдаланады: Tr (радиатор сенсорының температурасы), TrM (ең жоғарғы радиатор температурасының реттелетін мәні) және t (радиатордың ең төменгі температурасының реттелетін мәні). Қол режимінде Tr параметрі де реттеледі. Негізгі мәзірде дисплейдің ең төменгі жолында ағымдағы жұмыс режимі және клапандар күйі көрсетіледі.

Микроконтроллер бағдарламасының негізгі циклінің сипаттамасы. Контроллер бағдарламасының негізгі циклінде үш жұмыс режимі орындалады:

1) бөлмедегі температура нормадан жоғары болған кезде ТК (жылу аккумуляторындағы) кавитатордан жылу энергиясын таңдау режимі. Бұл режимде клапандар өшіп, сорғының қосылуы. Бұл режимге ауысудың шарттары: а) егер күту режимі болса (клапандар өшірулі болса, сорғы өшірулі) және бөлмедегі температура қалыптыдан жоғары болса, жүйе жылу режиміне ауысады және ТК-да жылуды жинайды - сорғы қосылады; б) бөлмедегі ауаны жылыту режимі болғанда (клапандар қосылып, сорғы қосылады) және бөлмедегі температура қалыптыдан жоғары болса, сорғы бірінші секундтан кейін өшеді, клапандар секундтан кейін өшеді, бағдарлама клапандардың басқару контактісінің мәртебесін тексереді (ол егер ашылмаса, дисплейде «Valve malfunction!» хабары пайда болады, сорғы өшеді, бағдарлама тоқтайды және ақаулықты анықтайды, егер байланыс ашылса, контроллер қайта

іске қосылады), секундтан кейін қосылады және жүйелік Т.А. жылы cavitator жылу шығару режиміне көшеді.

2) бөлмедегі ауа температурасы қалыптан төмен болғанда ТД-да сақталатын энергиядан түнде бөлмедегі ауаны жылыту режимі. Бұл режимде клапандар қосылып, айналым сорғығы қосулы. Бұл режимге ауысудың шарттары: а) жылу энергиясын таңдау және жинақтау режимі болғанда немесе күту режимі болғанда және бөлмедегі температура қалыпты жағдайдан төмен болса, сорғы 8 секундтан кейін клапандар қосылады, содан кейін клапанның басқару контактісінің мәртебесін тексереді (ол жабық болмаса, дисплейде «Вентиляция дұрыс жұмыс істемейді!» деген хабарлама пайда болады, сорғы өшеді, клапан секундтан кейін өшеді, бағдарлама тоқтайды және ақаулықты күтеді, егер контакті жабылса, контроллер қайта қосыңыз), секундтан кейін сорғы қосылады және жүйе бөлмедегі ауаны қыздыру режиміне ауысады.



4 сурет - Басқару жүйесінің схемалық диаграммасы

3) бөлмедегі ауа температурасы қалыпты шектерде болған кезде күту режимі. Бұл режимде клапандар өшіп, айналым сорғы өшірулі. Осы режимге көшу шарттары: а) таңдау мен жинақтау режимі болғанда және температура қалыпты деңгейге түссе, онда сорғы өшеді және жүйе күту режиміне өтеді; б) бөлмеде жылу режимі болғанда және бөлмедегі температура қалыпты болғанда, сорғы бірінші сөніп қалса, клапандар секундтан кейін сөнеді, бағдарлама 8 секундтан кейін клапанның басқару контактісінің мәртебесін тексереді (егер ол ашық болмаса, онда дисплей «Вентиляция дұрыс жұмыс істемейді!» Пайда болады,

сорғы өшеді, бағдарлама тоқтайды және ақаулықты түзету күтеді, егер байланыс ашылса, контроллер қайта іске қосылады) және жүйе қалыпты режимге қайта оралады; с) таңдау және жинақтау режимі болғанда және температура қалыпты болса, сорғы өшеді және жүйе қалыпты режимге ауысады.

Қолданылған әдебиеттер мен сілтемелер:

1 https://otoplenie-gid.ru
2 http://generatorexperts.ru

Р. Ашимхан, Р.М. Утебаев
Разработка системы управления кавитационнго теплогенератора

В статье рассматривается процесс теплогенерации, основанный на явлении кавитации. Рассмотрен промышленный теплогерератор и его достоинства и недостатки. Показана разработанная авторами система управления процессом отопления помещения на основе кавитационного теплогенератора.

Ключевые слова: кавитация, нагреватель, микроконтроллер, система управления, моделирование.

R. Ashimkhan, R.M. Utebayev
Development of a cavitation heat generator control system

The article discusses the process of heat generation, based on the phenomenon of cavitation. The industrial heatheater and its advantages and disadvantages are considered. The system developed by the authors for controlling the process of heating a room based on a cavitating heat generator is shown.

Keywords: cavitation, heater, microcontroller, control system, simulation.

УДК: 621.3(075.8)

Н.К. Байтукова, К.К. Макешева
Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева. Казахстан, г.Алматы
baitukovan@mail.ru

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В статье представлен анализ аппаратных и программных средств для управления технологическим оборудованием при очистке сточных вод. Приведены уровни автоматического контроля технологического процесса.

Ключевые слова: *Автоматизация, очистка сточных вод, программируемые контроллеры.*

В настоящее время значение пресной воды как природного сырья постоянно возрастает. Прииспользовании в быту и промышленностиводазагрязняетсявеществамиминерального и органическогопроисхождения. Такуюводупринятоназыватьсточнойводой.В зависимости от происхождения сточных вод они могут содержать токсичные вещества и возбудителей различных инфекционных заболеваний. Развитие современной системы водоотведения бытовых и производственных сточных вод, обеспечивающих высокую степень защиты окружающей природной среды от загрязнений является важной задачей.

Основной функцией систем и сооружений водоотведения является повышение надежности работы сооружений путем контроля состояния оборудования и автоматической проверки достоверности информации и стабильности работы сооружений. Всё это способствует автоматической стабилизации параметров технологических процессов и показателей качества очистки сточных вод, оперативной реакции на возмущающие воздействия (изменение количества отводимой сточной воды, изменение качества очищенной сточной воды). Конечной целью автоматизации является повышение

эффективности управленческой деятельности.Для работы автоматических систем управления водоотводящими сетями, насосными станциями и станциями очистки сточных вод необходимо использование ЭВМ. Это также распространяется на учёт, анализ, расчёты перспективного планирования и работы, а связанные с выполнением необходимых документов по отчётности о работе всех систем и сооружений водоотведения.

Был произведен анализ существующих аппаратных средств (логических программируемых контроллеров ПЛК) и программных средств для управления технологическим оборудованием при очистке сточных вод. Произведен анализ производителей ПЛК. Программируемые контроллеры SIMATIC S7-1200- это новое семейство микроконтроллеров для решения самых разных задач автоматизации малого уровня. Эти контроллеры имеют модульную конструкцию и универсальное назначение. Они способны работать в реальном масштабе времени, могут использоваться для построения относительно простых узлов локальной автоматики или узлов комплексных систем автоматического управления, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети Industrial Ethernet/PROFINET, а также PtP (Point-to-Point) соединения. Программируемые контроллеры S7-1200 имеют компактные пластиковые корпуса со степенью защиты IP20.В S7-1200 используется 3 модели центральных процессоров, отличающихся производительностью, объемами встроенной памяти, количеством и видом встроенных входов и выходов и другими показателями. Каждый центральный процессор S7-1200 оснащен встроенным интерфейсом Ethernet, который используется для программирования и диагностики, обмена данными с другими системами автоматизации, устройствами и системами человеко-машинного интерфейса. Коммуникационные модули устанавливаются слева от центрального процессора и подключаются к его внутренней шине через встроенные в каждый модуль соединители. Они могут работать со всеми типами центральных процессоров.

Программное обеспечение TIA Portal- интегрированная среда разработки программного обеспечения технологических процессов от уровня приводов до уровня человеческо-машинного интерфейсапозволяет разрабатывать комплексные проекты систем автоматизации на базе программируемых контроллеров SIMATIC быстро и интуитивно, что исключает традиционные затраты времени и средств на интеграцию отдельных программных пакетов. Оно оптимизировано для быстрого выбора и комбинирования необходимых компонентов и функций.

На рисунке 1 представлены уровни автоматизированной системы управления технологическим процессом очистки сточных вод.

Рисунок 1 - Уровни автоматизированной системы управления технологическим процессом очистки сточных вод.

Разработка программной части и верхнего уровня для системы автоматического контроля очистки сточных вод является актуальной задачей для развития АСУТП.

Литературы:

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод.- М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 - 704 с.

2. Колесников В.П. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях.- М.:

Издательство «Юг», 2005.- 212 с.

3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных воднасооружениях с аэротенками. – М. -.: Акварос, 2003. – 512 с.

4. Бергер Ганс. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием STL и SCL и программируемых контроллеров SIMATICS7- 300/400

N.K. Baitukova, K.K. Makesheva

Analysis of the possibilities of automation of wastewater treatment processes

This work presents the analysis of hardware and software for controlling technological equipment during wastewater treatment. The levels of automatic process control also are given.

Key words: Automation, wastewater treatment, programmable controllers.

Н.К. Байтукова - магистрант, К.К. Макешева - к.ф.-м.н.

Ағындысулардытазартупроцестерінавтоматтандырумүмкіндіктерінталдау

Мақаладаағындысулардытазартукезіндетехнологиялықжабдықтыбасқаруүшінаппараттықжәнебағдарламалыққамтамасызетудіталдауқарастырылған. Автоматтыүдерістібасқарудеңгейлеріберілген.

Түйінді сөздер: автоматтандыру, сарқындысулардытазарту, бағдарламаланатынконтроллерлер.

УДК 549.08:539.26

Н.А.Баекешев, Е.Тусеев

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

turgaratus@mail.ru

СВОЙСТВА ПЕРОВСКИТНО СТРУКТУРНЫХ ПРОВОДНИКОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. *Дается краткое описание основных типов и принципов твердотельных протонных проводников с перовскитной структурой. Хорошее понимание этих предметов позволяет производить соединения с требуемыми электрическими свойствами для применения в возобновляемых и устойчивых энергетических устройствах. Для некоторых классов протонических проводников приведены некоторые тенденции и основные моменты научных достижений. Также оцениваются последние результаты и будущая перспектива этих соединений. Высокая протонная проводимость электролитов на основе бария и цирконата на основании данных, полученных в последнее время в литературе, взяла эти соединения в особое положение среди наиболее изученных проводящих керамических материалов.*

Ключевые слова: *перовскиты, протонная проводимость, постоянная энергия.*

Твердые электролиты с перовскитной структурой, такие как серный барий (BaCeO3) и цирконат бария ($BaZrO_3$), применяются в различных электрохимических устройствах. Во всех из них электролит выполняет три основные функции: 1) разделение двух камер, окислителя и сторон редуктора; 2) электронный изолятор, чтобы заставить электрический ток проходить через внешнюю цепь; 3) высокую проводимость ионов до обеспечить баланс для электронного тока во внешней цепи. Применение протон-проводящей керамики может быть классифицировано в соответствии с двумя фундаментальными функциями: 1)

электродвижущая сила, основанная на градиенте химического потенциала, и 2) электрохимический перенос водорода, управляемый внешним источником энергии. Используя протон-проводник в качестве электролита в градиенте химического потенциала, генерируемое напряжение можно использовать в качестве источника электрической энергии (ТОТЭ) или сигнала, который зависит от химического потенциала водорода в заданной камере (датчике). Протонные проводники также могут выступать в качестве пути для предпочтительного переноса водорода, когда присутствует внешняя движущая сила. Эта функция может быть использована в качестве экстракции водорода из смешанных газов или получения водорода из углеводородов или спиртов [1].

Когда цитрат бария подвергается воздействию водяного пара, кислородные вакансии заполняются гидроксильными группами. Это означает, что протоны включены в структуру перовскита, как описано уравнением образования дефектов. Кроме того, термодинамические параметры можно также оценить по константам равновесия, связанным с реакциями создания дефектов. При оценке образования дефектной химии и ее связи с транспортными свойствами следует учитывать некоторые переменные процесса, такие как концентрация легирующей примеси, температура, парциальное давление воды и кислорода.

Твердый оксидный топливный элемент представляет собой устройство преобразования энергии, которое вырабатывает электричество и тепло от химической реакции между топливом (H_2, природный газ, этанол, биодизель) и окислителем (O_2). В этом конкретном типе электрохимического преобразователя основными компонентами, ответственными за реакции восстановления и окисления (электроды) и ионным транспортом (электроды и электролит), являются твердотельные проводящие керамики [2]. Подобно аккумулятору, он образован двумя электродами (катодом и анодом), разделенными электролитом, но в отличие от батареи он не нуждается в подзарядке, требуя непрерывной подачи определенным топливом для электрогенерации. Топливо, такое как H_2, этанол или биодизель, подает анод и окисляется, высвобождая электроны во внешнюю цепь в направлении катода, создавая постоянный ток (dc). Полученные виды H + распространяются через мембрану протонного проводника на катод, где в присутствии кислорода и электронов из внешнего контура они реагируют с молекулами O_2, приводящими к образованию водяного пара, как показано на рисунке 1 [4].

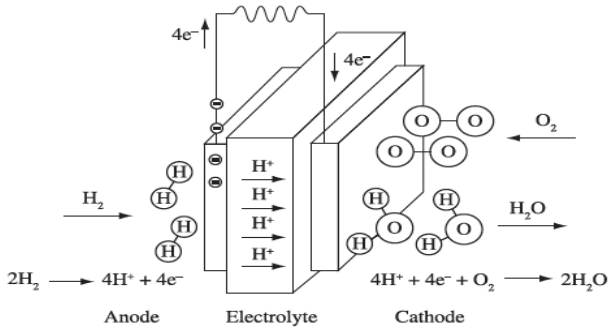


Рисунок 1 – Представление твердооксидного топливного элемента на основе протонного проводника электролита.

Мотивацией для изучения твердых электролитов на основе бариевых цератов или цирконатов бария в твердооксидных топливных элементах является возможность снижения рабочей температуры (500-700 ° C) относительно высокотемпературных твердооксидных топливных элементов на основе проводников ионов кислорода (800 -1000 ° C). Это позволяет минимизировать реакцию на интерфейсах, что подразумевает более высокое напряжение Nernst (E). Кроме того, протонные проводящие мембраны позволяют образовывать водяной

пар на стороне катода, избегая разбавления топливных паров, и другим важным фактором для оптимизации потенциала ячейки (E) [5].

В последние годы особое внимание уделяется развитию технологий производства водорода, главным образом потому, что это возобновляемое топливо с высокой плотностью энергии, необходимое для поставки некоторых устройств для производства энергии, таких как твердооксидные топливные элементы [6]. Альтернативные процессы для производства водорода были разработаны на основе возобновляемых видов топлива, например: фотоэлектролиз, фотобиологические процессы, электролиз воды, термолиз и т. д. Изначально H_2 может быть также получен путем парового риформинга или частичного окисления многих других видов топлива, метанол, этанол и биодизель [7]. В присутствии метана и водяного пара, например, продукты каталитического риформинга представляют собой H_2 и CO. Затем необходимо выделять водород из газовой смеси для достижения подходящего уровня чистоты, подлежащего коммерциализации. В общем, для надлежащей конверсии природного газа в H_2 необходима высокая температура в диапазоне от 800 до 950°C [8]. Изучение керамических мембран структуры перовскита привлекло большое внимание, главным образом, из-за возможности снижения этого температурного режима (500-700°C), а также из-за низкой стоимости по отношению к обычно используемым палладиевым мембранам. Другим большим преимуществом при использовании протонных проводящих мембран, таких как цирконат бария, является возможность одновременного выполнения в одном и том же электрохимическом устройстве как процессов риформинга, так и разделения газов [9].

В идеальном случае твердый электролит должен обладать ионной и электронной проводимостью, чтобы избежать дополнительной энергии перехода протонов в катодное направление, минимизируя потери энергии. Поскольку легированный иттрием цирконат бария является преимущественно ионным проводником, смесь металлических частиц с электролитом была предложена в качестве альтернативы увеличению его электронной проводимости. При высокой рабочей температуре существует возможность использования недорогих катализаторов (например, Ni) на обеих противоположных поверхностях мембраны. Помимо стимулирования окисления топлива и последующего получения водорода, молекулы H_2 также окисляются на поверхности катализатора, генерируя протоны и электроны $2H + + 2e^-$, которые распространяются через смешанный проводник до электрокатализатора, соответствующего катоду , где протоны восстанавливаются для получения H_2, что можно наблюдать на рисунке 2 [10].

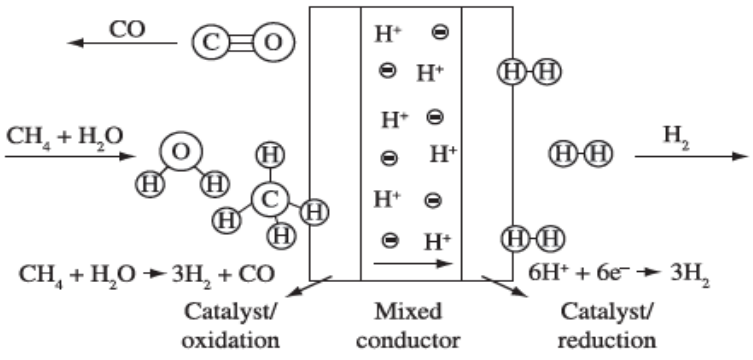


Рисунок 2 – Иллюстрация получения водорода из смеси метанового электролита

В идеальной структуре перовскита с пространственной группой PM-3m места, соответствующие A-катиону, расположены в вершинах элементарной ячейки, катионы B-участка в центре и ионы кислорода на гранях. Однако эта структура редко достигается при окружающих условиях температуры и давления из-за различий между ионными радиусами A, B и O. Для описания искажения структуры перовскита из идеальной конфигурации был

введен коэффициент толерантности Гольдшмидтат, основанный на геометрической упаковке зарядовых сфер [11].

В общем, протонные проводники с перовскитной структурой привлекли большое внимание в течение последних нескольких лет из-за их высокой применимости в электрохимических устройствах для производства энергии и производства водорода. Поэтому исследование и знание свойств химии дефектов и переноса протонов в этих керамических электролитах представляют большой интерес и имеют важное значение для расширения возможностей применения в промышленном масштабе [12].

В частности, для цератов и цирконатов с барием в их общей формуле требуемые типично высокие температуры спекания были препятствием для гарантии желаемой стехиометрии и во избежание вредных эффектов из-за дефицита бария по электрическим свойствам спеченного материала. Отсутствие методов химического синтеза действительно имеет значение, и методы обработки керамической порошковой продукции являются ограничивающими факторами, которые привели к тому, что эти материалы были настолько мало изучены. Получение наночастиц с морфологическим контролем и высокой поверхностной активностью может быть ранним отправлением для получения керамических мембран с высокой относительной плотностью при более низких температурах (<1300 ° C) [15].

Химическая нестабильность твердых электролитов на основе керата бария в атмосфере, обогащенной CO2 при высоких температурах, взяла несколько исследовательских групп для использования цирконата бария в качестве альтернативного электролита в исследовательской работе для применения. Манипуляция элементами в структуре BaCeO3 путем введения катионов легирующей примеси, главным образом на B-сайтах, была альтернативой минимизации химической реактивности, а также для оптимизации ионной проводимости этого материала. Хотя в нескольких сообщениях прокомментирована относительно низкая проводимость цирконатов по отношению к кератам бария, некоторые результаты показывают, что большое удельное электросопротивление, обусловленное высокой плотностью границ зерен, может быть уменьшено просто за счет роста зерна. Значения электропроводности относительно высоких ($\sim 1 \times 10^{-2}$ $см^{-1}$) при промежуточных температурах (450 ° C) были достигнуты как для соединений на основе $BaCeO^3$, так и для $BaZrO_3$, что привело к тому, что протонные проводники с перовскитной структурой наиболее изученные керамические твердые электролиты.

Литературы:

[1] Nomura K and Kageyama H. Transport properties of $Ba(Zr_{0.8}Y_{0.2})O_{3-\delta}$perovskite. *Solid State Ionics*. 2007; 178(7-10):661-665.

[2] Yamazaki Y, Sanchez RH and Haile SM. High Total Proton Conductivity in Large-Grained Yttrium-Doped Barium Zirconate. *Chemistry ofMaterials*. 2009; 21(13):2755-2762.

[6] Beckel D, Bieberle-Hütter A, Harvey A, Infortuna A, Muecke UP, Prestat M et al. Thin films for micro solid oxide fuel cells. *Journal of PowerSources*. 2007; 173(1):325-345.

[7] Joo HJ and Choi MG. Simple fabrication of micro-solid oxide fuel cell supported on metal substrate. *Journal of Power Sources*. 2008; 182(2):589-593.

[8] Shin J, Li P and Mazumder J. Pulsed laser deposition of the yttria-stabilized zirconia films. *Thin Solid Films*. 2008; 517(2):648-651.

[9] Infortuna A, Harvey AS and Gauckler LJ. Microstructures of CGO and YSZ thin films by pulsed laser deposition. *Advanced FunctionalMaterials*. 2008; 18(1):127-135.

[10] Koep E. Microstructure and electrochemical properties of cathode materials for SOFCs prepared via pulsed laser deposition. *Journal ofPower Sources*. 2006; 161(1):250-255.

[11] Shim HJ, Park SJ, An J, Gür MT, Kang S and Prinz FB. Intermediate-Temperature Ceramic Fuel Cells with Thin Film Yttrium-Doped Barium Zirconate Electrolytes. *Chemistry of Materials*. 2009; 21(14):3290-3296.

[12] D'Epifani A, Fabbri E, Di Bartolomeo E, Licoccia S and Traversa E. Synthesis and characterization of $BaZr_{0.8}Y_{0.2}O_3$protonic conductor for intermediate temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs). *Solid StateIonics*. 2007; 972:31-36.

[13] D'Epifani A, Fabbri E, Di Bartolomeo E, Licoccia S and Traversa E. Design of $BaZr_{0.8}Y_{0.2}O_{3-\delta}$protonic conductor to improve the electrochemical performance in intermediate temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs). *Fuel Cells*. 2008; 8(1):69-76.

[14] Shin J, Li P and Mazumder J. Pulsed laser deposition of the yttria-stabilized zirconia films. Thin Solid Films. 2008; 517(2):648-651.

[15] Beckel D, Bieberle-Hütter A, Harvey A, Infortuna A, Muecke UP, Prestat M et al. Thin films for micro solid oxide fuel cells. Journal of Power Sources. 2007; 173(1):325-345.

Н.А.Баекешев, Е.Тусеев

Перовскитті құрылымды протондық өткізгіштердің қасиеттері және олардың қолданылуы

Түйіндеме. Құрылымдары перовскитті болып келетін қатты денелі протонды өткізгіштердің негізгі типтерінің және принциптерінің қысқаша сипаттамасы берілген. Осы принциптерді түсіну қалпына келтірілетін және тұрақты энергетикалық құрылғыларда қолдану үшін электрлік қасиеттері қойылатын талаптарға сай болатын қосылыстарды өндіруге мүмкіндік береді. Протондық өткізгіштердің кейбір кластары үшін ғылыми жетістіктердің жаңа басым бағыттары мен негізгі қағидалары келтірілген. Сондай-ақ осы қосылыстарға қатысты зерттеулердің соңғы нәтижелері мен болашақтағы мүмкіндіктері бағаланады. Соңғы уақытта жазылған әдебиеттердегі мәліметтердге сүйене отырып, барий мен цирконаттың негізіндегі электролиттердің жоғары протондық өткізгіштігі ең жиі және толық зерттелінген өткізгіш керамика материалдардың арасынан ерекше орынға ие болып табылады.

Кілттік сөздер: перовскиттер, протондық өткізгіштік, тұрақты энергия.

Baekeshev N.A., Tyseev E.

Properties of perovskitno structural conductors and their application

Abstract. A brief description of the main types and principles of solid-state proton conductors with a perovskite structure is given. A good understanding of these items allows you to make connections with the required electrical properties for use in renewable and sustainable energy devices. For some classes of protonic conductors, some trends and highlights of scientific achievements are presented. Also evaluated are recent results and a future outlook for these compounds. The high proton conductivity of electrolytes based on barium and zirconate on the basis of data obtained recently in the literature has taken these compounds to a special position among the most studied conductive ceramic materials.

Keywords: perovskites, proton conductivity, constant energy.

УДК 621.73.07; 621.735.07

А.Б.Бауржан

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы
erkebaurzhan@gmail.com

ҰСТА-ҚАЛЫПТАУ МАШИНАСЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ДИАГНОСТИКА ЖҮРГІЗУ

Аңдатпа. *Ұста-қалыптау машинасы қалыптау әдісі арқылы әзірлемелерді немесе металды өңдеуге арналған машина. Өндіріс барысында өңделетін және дайындалатын әзірлемелер мен тетіктердің сапасын, дәлдігін, унификациялығын қамтамасыз ету үшін ұста-қалыптау машиналарының технологиялық параметрлерін бақылау және оларға диагностика жүргізу маңызды мәселе болып табылады. Мақалада ҰҚМ қолданылатын датчитерге қойылатын талаптар және соның негізінде қандай датчитктердің қолданылуы тиімді екендігі қарастырылған.*

Түйін сөздер. *Ұста-қалыптау машинасы, технологиялық параметрлер, бақылау, диагностика.*

Ұста-қалыптау машинасының техникалық параметрлеріне бақылау жүргізуге арналған негізгі техникалық база бірыңғай метрологиялық, ақпараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде бір жүйеге біріктірілген және сенімді нәтижелерді алу үшін бір-бірімен жүйелік сәйкестігі жоғары әр түрлі датчиктер мен құрылғылардың жиынтығы болатын ақпараттық-өлшеу жүйесі болып табылады. Жалпы жағдайда ақпарат алу келесі сатылардан тұрады.

Физикалық (электрлік емес) параметрді электрлік сигналға бірінші ретті түрлендіру (датчиктер).

Электрлік сигналдың ақпараттық құраушысын ары қарай тіркеу және өңдеу үшін қолайлы түрге екінші ретті түрлендіру (датчиктерге арналған қосалқы аппарутар, сүзгілер, модуляторлар, құрылғылар).

Өлшеу нәтижелерін алдын ала өңдеу және тіркеу (функциялық және масштабты түрлендіргіштер, аналогты-цифрлы түрлендіргіштер (АЦТ), арнайы жасалған есептеуіш құрылғылар, ақпаратты аналогты және цифрлы түрде тіркеуге және жинақтауға арналған құрылғылар).

Соңғы өңдеу және диагностика, шешім қабылдау және болжау, жедел басқару жүйелеріне жіберу үшін нәтижелерді алу.

Алғашқы үш саты технологиялық параметрлер туралы ақпаратты жинау процесі, ал соңғы сатысы – өңдеу процесі болып табылады.

Ақпаратты жинайтын құрылғылар бақылау құрылғыларының көмегімен жүзеге асырылады, олар: 1 – ақпаратты тікелей алатын датчиктер, мысалы шеткі ажыратқыштар және шекті мәндегі сигнализаторлар және т.с.с.; 2 – функциялық өлшеу түрлендіргіштері (датчиктер), мысалы өлшеу параметрлерінің түрлендіргіштері, сигнал түрлерін түрлендіргіштер және т.с.с [1].

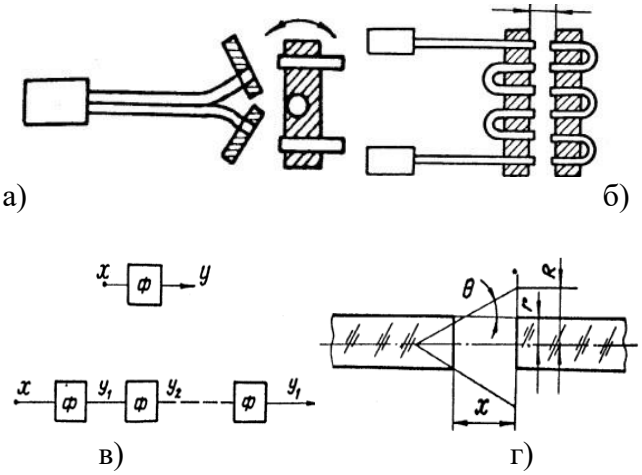
Датчик өлшенген шаманы көрінетін сигналға түрлендіріледі, ал түрлендіргіш көрінген сигналды шығыс сигналға түрлендіреді. Бірыңғай өлшеу жүйесінің қосымша құрылғыларындағы шығыс сигнал сонымен бірге қабылданған унификацияланған сигнал да болады. Талап етілетін унификацияланған сигналған түрлендіру өз кезегінде бірнеше сатыда жүргізілуі мүмкін. Бұл кезде өлшеу тізбегі ұзарады және мүмкін болатын бөгет көздері артады. Инвариантты талшықты-оптикалық өлшегіш функциялық түрлендіргіштерді қолдану өлшеу дәлдігін, тұрақтылығын жоғарылатуға мүмкіндік береді (сурет 1). Өлшеу нәтижелерін бақылау жүйесіне енгізу үздіксіз немесе периодты түрде жүргізілуі мүмкін (тұрақты немесе айнымалы жиілікпен).

Нақты бір дайындаманы технологиялық өңдеумен анықталатын бақылау кезінде өлшеу периоды осы бұйым үшін құрастырылған бақылау бағдарламасымен тағайындалуы керек.

Кеңінен қолданылатын бақылау түрлері:

- дайындаманы бақылау (температура, масса, химиялық құрамы және т.с.с.);
- қалыптау құралының жағдайын бақылау (тозуын, қалыптың қызу температурасы, өлшемдері және т.с.с.);
- қалыптауды бақылау;
- дайындаманың орналасқан орнын бақылау;
- диагностикалық басқару жүйесін бақылау [2].

Қажетті өлшеу жиілігін алу мүмкін емес болған жағдайларда аналогты шамаларды аппараттық салыстыру әдісін қолданады. Бұл әдіс кезінде эталонмен салыстыру микропроцессордан тыс орындалады. Процессор цифрлы-аналогты түрлендіргіштің (ЦАТ) шығысында эатлондық (негізгі) $U_н$ кернеуді алу үшін эталон кодын қалыптастырады, одан кейін ол салыстыру сызбасына жіберіледі. $U_ө \geq U_н$ болған кезде сызба нормадан ауытқу сигналын шығарады, бұл жерде $U_ө$ – өлшенген кернеу. Процессордың сәйкес кірісіне келген сигнал үзіліс бағдарламасымен өңделеді. Бұл әдіс технологиялық процестердің белгілі басқару жүйелерінде пайдаланылады.



Сурет 1 - Талшықты-оптикалық орын ауыстыру, күш түсіру, деформация датчиктері (функциялық түрлендіргіштер): а) бұрыштық; б) сызықтық; в) жіберу коэффициенті Ф жарық диодты датчиктері тізбектей жалғау; г) талшықты-оптикалық датчиктің сезімтал элементінің физикалық моделі

Ұста-қалыптау машинасының технологиялық параметрлерін бақылаудың жалпы міндетін шартты түрде үш сатыға бөлуге болады.

Бірінші ретті өңдеу. Өлшеуді нормалау, бірыңғай таңдалған санақ жүйесіне келтіру, алғашқы ретті статикалық өңдеу, сүзу және т.с.с. тұрады, яғни бірінші сатының мақсаты белгілі стандартты әдістемелер бойынша алғашқы ретті нәтижелерді алу.

Өлшеу модельдерін идентификациялау. Бұл саты өлшеу параметрлерін және өлшеу каналының моделін анықтайды, яғни шама мен аргументтің сандық мәндерінің арасындағы функциялық байланысты орнатады:

$$Z_i = B(y, x_i, \varepsilon_i),\ i = (\overline{1,n})$$

бұл жерде Z – өлшеу мәні, х – аргумент, ε – өлшеу қателігі, В – функциялық байланыс операторы, у – бастапқы параметр.

Динамика каналының моделін идентификациялау. Бұл саты динамика каналының параметрлері мен моделін анықтайды, яғни бастапқы параметрдің мәнін бағалау, өлшеу және аргументтің арасындағы функциялық байланысты орнатады

$$\hat{y} = A(z, x, \delta)$$

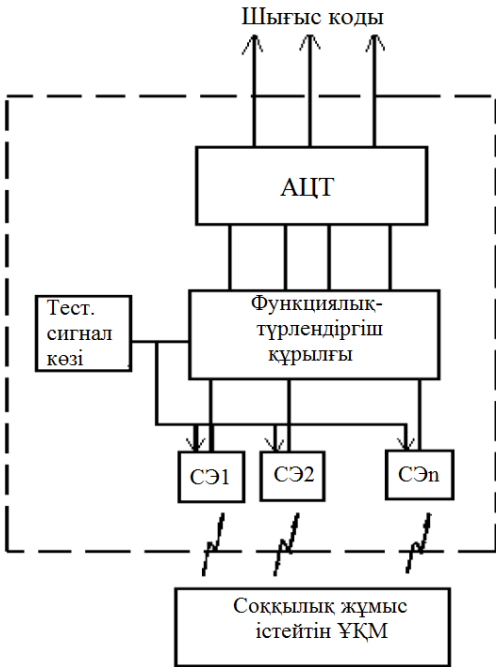
бұл жерде у – бастапқы параметрдің бағалануы, δ – функциялық тәуелділік мәнінің дәл еместігінің қателігі, А – функциялық байланыс операторы [3].

Нәтиженің дұрыстығын бақылау (бағалау) бастапқы мәліметтердің (параметрлердің) сенімділігін анықтауы керек. Ол аппаратурадағы мүмкін болатын қателіктердің болуын тексеруден, анық қателіктерді бақылаудан тұрады. Мысалы, датчиктердің ақаулары, дөрекі өлшеу қателіктері. Қателіктердің туындау себептері ұзақ уақыттық құбылыстар (өткізгіштердің үзілуі, датчиктердің ескіруі, контактілердің ластануы және т.с.с.), сондай-ақ қысқа уақыттық құбылыстар (индуктивті және сыйымдылықты құралдарға негізделген байланыс желілеріндегі бөгет импульстары, қысқаша тұйықталу және т.с.с.) болып табылады.

Қарапайым индикация құрылғыларында бөгет импульстарының жоғары жиілікті құраушыларын механикалық құрылғыларға тән инерциялылық есебінен бәсеңдетеді. Бұл кезде қысқа мерзімдік бөгеттер ескерілмейді.

Бақылау жүйесі (БЖ) бағдарламалық және аппаратты деңгейлерді анық бөлу тән болатын функциялық-модульді құрылым бойынша әзірленуі керек. Модульдік құрылым жүйеге функцияларды оңай қосуға, сондай-ақ жүйенің бөліктерін өзгертуге және алып тастауға мүмкіндік береді [4].

Ұста-қалыптау машинасының қозғалмалы бөліктерінің энергетикалық және кинематикалық параметрлерін бақылау жинақталған энергияны және деформация күшін анықтауға мүмкіндік береді. Ұста машинасының механикалық жүйесінің жағдайына диагностика жүргізу (мысалы, пресс станинасындағы кернеуді өлшеу) негізгі тетіктерге артық жүктеменің түсуін және олардың сынуының алдын ала алады. Соққылық жұмыс істейтін ҰҚМ параметрлерін бақылау ұзақтылығы бірнеше секунд үлесін құрайтын машиналық айналымның әтр түрлі сатыларындағы жұмыстардың сенімді және тоқтаусыз жұмысын қамтамасыз етудің қиындықтарымен байланысты. Деформациялаудың бастапқы кезеңінде соққы массасына әсер ететін үдеу 1000g дейін жетуі мүмкін, бұл бақылау құралдарын орнатуды қиындатады.



Сурет 2 - Бірінші ретті функциялық түрлендіргіштің (датчиктің) жалпыландырылған құрылымы

ҰҚМ БЖ құрылымындағы орнына байланысты датчиктерге (функциялық түрлендіргіштерге) әр түрлі талаптар қойылады, солардың негізгілері: контактісіз жұмыс істеуі, әмбебаптылығы, дәлдігі, сенімділігі, конструкция технологиясы, унификациялануы, нақты уақыт режимінде жұмыс істеуі.

Дәлдік пен жылдам жұмыс істеу сипаттамалары датчиктердің (құрылғылардың) сапасын анықтайтын негізгі сипаттамалар болып табылады. Дәлдікті жоғарылату міндеті бұрыннан бері белгілі дәстүрлі міндет болып табылады, ал жылдам жұмыс істеу, нақты уақыт режимінде жұмыс істеу – бақылау құралдарының заманауи даму сатысының айрықша ерекшеліктері болып табылады [5].

Осы барлық талаптар бойынша жоғары деңгейде қанағаттандыратын датчиктер жұмыс істеу барысында тарировкалауды талап етпейтін және тозатын бөліктері болмайтын контактісіз цифрлы датчиктер (сурет 2). Инструменттің жағдайына дигностика жүргізу (температура, деформация, тозу) инструменттің бұзылуын және дайындама өлшемдерінің рұқсат етілген аралықтан шығуының алдын алуға мүмкіндік береді. Инструменттің температурасы бойынша деформация процесінің және тетіктердің макроқұрылымының

тұрақтылығы туралы тұжырым жасауға және жүйенің тұрақтылығының (норма, қатер, істен шығу) мүмкін болатын ауытқуының алдын алуға болады.

Осылайша, жоғарыда келтірілген мәліметтерді талдай отырып, ҰҚМ технологиялық параметрлерін бақылау және диагностика жүргізу үшін көп функцияны атқарат алатын талшықты-оптикалық құрылғыларды қолдану ұсынылады. Себебі бұл құрылғылар қазіргі таңдағы дәлдік, сенімділік сияқты маңызды талаптарды қанағаттандырады және сол арқылы өндіріс процесінің тоқтаусыз жұмысын, ақаусыз тетіктерді шығаруды қамтамасыз етеді.

Әдебиеттер:

1. Свистунов В.Е., Кузнечно-штамповочные оборудование. Кривошипные прессы: учебное пособие. –М.: МГИУ, 2008. – 704 с.

2. Свистунов В.Е., Матвеев А.Г., Предохранение кривошипных пресс-автоматов от перегрузок, Машиностроение и инженерное образование, 2012, №2, С. 2–11.

3. Бочаров Ю.А., Кузнечно-штамповочное оборудование: учебник для вузов. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 480 с.

4. Свистунов В.Е., Матвеев А.Г., Проектирование кривошипных кузнечно-прессовых машин с использованием соотношений подобия // Заготовительные производства в машиностроении. 2009. С.30–37.

5. Перевертов В.П., Технологические параметры КШМ, Машиностроение и инженерное образование, 2014. №5, С. 25–33.

А.Б. Бауржан

Контроль и диагностика технологических параметров кузнечно-штамповочных машин

Резюме. Кузнечно-штамповочная машина – машина для обработки заготовок или металла способом штамповки. Контроль и диагностика технологических параметров кузнечно-штамповочных машин для обеспечения качества, точность, унификации заготовок и деталей в процессе производства является важной проблемой. В статье рассмотрены требования предъявляемые используемые в КШМ и на основе этого показан эффективный вид датчиков.

Ключевые слова. Кузнечно-штамповочная машина, технологические параметры, контроль, диагностика.

A.B. Baurzhan

Monitoring and diagnostics of technological parameters of forging and stamping machines

Summary. Forging and stamping machine - a machine for processing workpieces or metal by stamping. Monitoring and diagnostics of technological parameters of forging and stamping machines to ensure quality, accuracy, unification of workpieces and parts in the production process is an important problem. The article discusses the requirements imposed by the KSHM and on the basis of this shows the effective type of sensors.

Keywords. Forging and stamping machine, technological parameters, control, diagnostics.

УДК 681.2-027.31; 621.317-027.31

А.Т. Бекбай[1]

Научный руководитель - А.А. Копесбаева[2], к.т.н., профессор

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

[2]Алматинский университет энергетики и связи

ainura_b.t@mail.ru

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО КАРДИОАНАЛИЗАТОРА И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

Аннотация. *В данной статье проводится попытка разработать недорогой портативный кардиоанализатор. Небольшие размеры и масса позволят носить устройство на человеке и вести непрерывную запись ЭКГ от нескольких часов до одних суток и более.*

Информативность такого мониторинга весьма высока, что приводит к точной постановке диагноза и дальнейшему лечению пациента.

Ключевые слова: *портативный кардиоанализатор, запись ЭКГ,Bluetooth, АЦП*

Сердце является наиболее важным и, вместе с тем, загадочным органом человека. На протяжении многих веков велись исследования в области электрокардиографии. В электрокардиографии стали использовать аппараты, способные четко и детально регистрировать, фиксировать на бумаге ритм, частоту сокращений мышцы но их тяжело приобрести, так как они являются очень доргими устройствами. Поэтому есть необходимость в дополнительной разработке электрокардиографа, что приведет к увеличению общего количества разработок на данную тему, а значит к увеличению массовости подобных устройств[1].

Главными задачами устройства являются: обработка сигнала с электродов, прикрепленных к человеку, и подача на выход аналогового сигнала электрокардиограммы, который можно будет обработать микроконтроллером и записать на карту памяти.

Сигналы сердца слишком малы, поэтому надо их усилить. Усилители, которые входят в состав многих медицинских приборов применяются для увеличения амплитуды слабых сигналов, без существенного изменения их формы, и называются – инструментальными операционными усилителями. Они имеют высокую точность статических характеристик и малую погрешность коэффициента усиления на фоне шумов и в присутствии сильных синфазных сигналов. Самыми известнымипроизводителямиинструментальных усилителей являются TexasInstrumentsи AnalogDevices.

Шумы в сердце – звуки, возникающие из-за турбулентного потока крови. Так же есть внешние шумы, создающиеся контактами от электродов и других электронных устройств. Полосовой фильтр ограничивает сигнал, чтобы диапазон частот находился в нужных границах.

Для работы мы выбрали операционный усилитель AD620 фирмы AnalogDevices, характеристики которого удовлетворяют все вышеперечисленныетребования[2].

АЦП любого микроконтроллера может измерять только напряжение. Сигнал всегда измеряется относительно точки, называемой опорное напряжение, эта же точка является максимумом, который можно измерить. В качестве источника опорного напряжения (ИОН), рекомендуется выбирать высокостабильный источник напряжения, иначе все измерения будут нестабильны.

Одной из важнейших характеристик является разрешающая способность, которая влияет на точность измерения. Весь диапазон измерения разбивается на части. Минимум ноль, максимум напряжение ИОН. Для 8-битного АЦП это 2·8=256 значений, для 10-битного 2·10=1024 значения. Таким образом, чем выше разрядность, тем точнее можно измерять сигнал.

Установленные на теле электроды регистрируют изменения разности потенциалов и передают сигнал на AD620, который выполняет функции усилителя и фильтра высоких частот.

Операционные усилители обрабатывают полученное напряжение, формируют аналоговый сигнал ЭКГ и передают его на АЦП контроллера Iteaduino BT v1.1. Далее оцифрованный сигнал подается на ПК или ноутбук по беспроводной сети – bluetooth. Расшифровка сигнала проводится при помощи специальной программы и на экран монитора выводитсяграфикЭКГ. На рисунке 1 можно рассмотреть структурную схему электрокардиоанализатора.

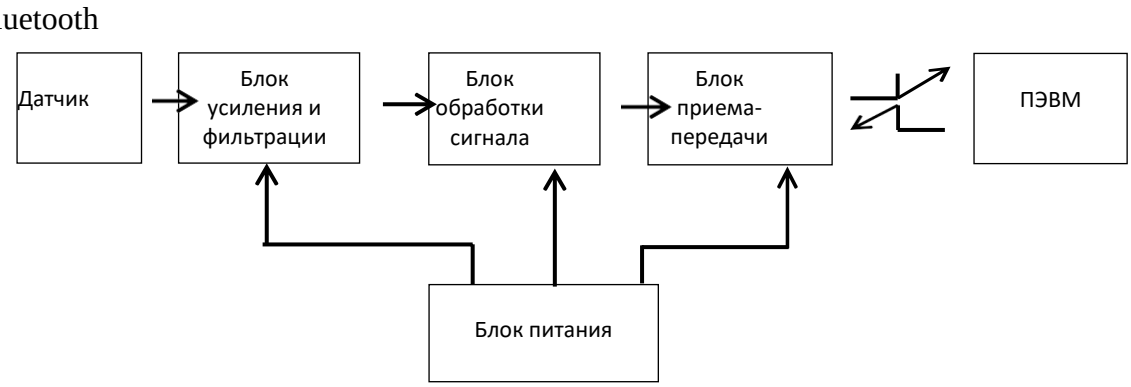


Рисунок 1 – Структурная схема электрокардиоанализатора

Рассмотрим выбор компонентов, для каждого из блоков нашей структурной схемы на рисунке 1.

Блок усиления и фильтрации основывается на инструментальном операционном усилителе AD620 фирмы AnalogDevices.

AD620 – это недорогой, обладающий высокой точностью инструментальный усилитель, который требует всего одного внешнего резистора для задания коэффициентов усиления от 1 до 10000. Компонент выпускается в 8-выводных корпусах SOIC и DIP, которые занимают меньше места по сравнению с дискретными решениями, и имеет меньшее энергопотребление (максимальный потребляемый ток всего 1,3 мА), благодаря чему он хорошо подходит для портативных систем с питанием от батарей[3].

Обладающий малой максимальной нелинейностью (40 ppm), низкими напряжением смещения (50 мкВ, макс.) и дрейфом напряжения смещения (0,6 мкВ/°С, макс.) AD620 является идеальным выбором для прецизионных измерительных систем, например, в интерфейсе с датчиками. Более того, низкий шум, малый входной ток смещения и низкое энергопотреблениеделают AD620привлекательным для медицинских систем, например, аппаратов ЭКГ.

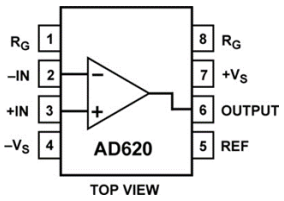


Рисунок 2 – Расположения выводов AD620

Необходимо учитывать поляризацию электродов при их контакте с кожей. На входе усилителя, помимо изменяющейся разности потенциалов сердца, появляется ещё и постоянная составляющая, чья величина может достигать ±300 мВ. Если усилить данный сигнал максимально в 1000 раз, мы получим величину около ±300 В и ОУ будет в режиме насыщения. Чтобы этого избежать, усилитель строят из двух ОУ и фильтра высоких частот (ФВЧ) между ними.

В документации на ОУ представлена схема электрокардиографа. Для AD620 требуется внешний резистор, задающий коэффициент усиления. Возьмем данные из схемы, представленной в документации на AD620, для расчета номинала требующегося резистора и рассчитаем по формуле:

$R=\frac{49.4кОм}{G-1}$

где G – коэффициент усиления.

При G=7, R=8,25 кОм.

Такой коэффициент слишком мал для усиления сигнала с электродов.

Усиливается сигнал при помощи ФВЧ в виде CR-цепочки на рисунке 3:

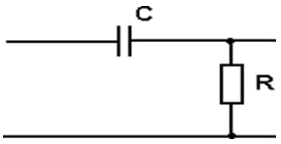


Рисунок 3 – Фильтр верхних частот

Блок приема-передачи будет основываться на bluetooth-канале между, встроенным в контроллер, модулем – BluetoothModule HC-05 и ПЭВМ.

Модуль HC-05 позволяет наладить двунаправленную радиосвязь по протоколу bluetooth при управлении различными объектами [1].

HC-05 прокладывает мост между приборами USART–bluetooth– USART. Контроллер воспринимает модуль bluetooth HC-05 как ответное устройство USART, а за организацию связи по радио отвечает электроника модуля.

Характеристики модуля отвечают бытовому и коммерческому применению. Используя специально написанную программу, размещенную на ПЭВМ можно управлять прибором на основе микроконтроллера и получать данные от датчиков прибора. Сфера применения – это связь внутри здания на расстоянии 10 м. Характеристики данного модуля:

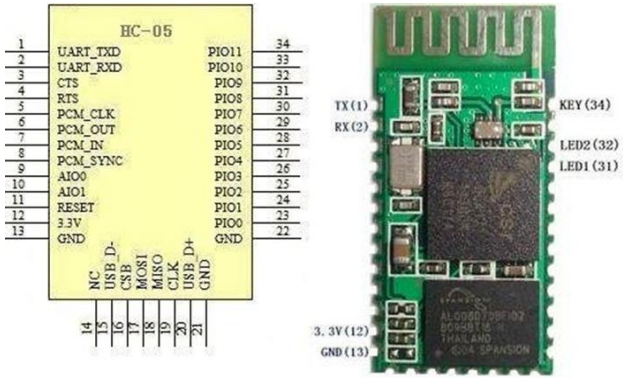


Рисунок 4 – Внешний вид и расположение выводов Bluetooth HC-05

Для устройства был взят контроллер Arduino со встроенным bluetooth- модулем HC-05. Чтобы совершать передачу оцифрованного сигнала по bluetooth-каналу, нужно запрограммировать модуль соответствующим образом.

Для настройки канала-bluetooth на контроллере Arduino должны быть следующие состояния переключателей и перемычек:

- переключатель установки режима коммуникации (Communicatemodesetjumper) – в положении«A;
- переключатель установки режима функционирования HC-05 (HC-05 operatemodesetswitch) – в положении«CMD».

Во флэш-память микроконтроллера не должны быть загружены никакие программы, содержащие команды для работы с COM-портом, а так же никаких команд, которые содержали быстрочку:

Serial.begin()).

Контроллер Arduino подключается к ПЭВМ через USB-кабелем. Далее запускается среда для разработки программ – Arduino IDE.

Разработанное устройство имеет небольшую массу, компактные размеры и возможность бесконтактно регистрировать и выводить сигнал электрокардиограммы на монитор ПЭВМ, посредством выбранных датчиков и канала-bluetooth. Стоимость всех компонентов, применяемых в схеме, существенно меньше стоимости портативных электрокардианализаторов, предлагаемых производителями медицинской техники. Разработка бюджетного портативного электрокардиографа является перспективной идеей, так как устройства, помогающие исследовать здоровье и диагностировать болезни, всегдаактуальны.

Литературы:

1. Бесконтактная диагностика показателей организма человека.– 2014. [Электронный ресурс].:URL: http://inno13.ru/forinvestors/no-contact-diagnostica/ (дата обращения:28.05.2017).

2. Кардио Фактор// Методы исследования болезней сердца и сосудов – 2017. [Электронный ресурс].: URL: http://cardio-factor.ru/metody-issledovaniya-serdca-i-sosudov/ (дата обращения: 09.05.2017).

3. Кардиолог - сайт о заболеваниях сердца и сосудов.// Отведения ЭКГ. – 2010-2017. [Электронный ресурс].: URL: https://cardiolog.org/metody- diagnostiki/ecg/otvedenija-ecg.html (дата обращения: 15.05.2017).

Бекбай А.Т, Копесбаева А. А

Мобильді кардиоанализаторды әзірлеу және оның ерекшеліктері

Түйіндеме: Бұл мақала арзан кардиоанализаторды дамытамыз. Шағын өлшемі мен салмағы құрылғыны адамға киюге мүмкіндік береді және де үздіксіз ЭКГ жазуын бірнеше сағаттан бір күнге немесе одан да көп уақытқа дейін сақтайды. Осындай мониторингтің ақпараттық маңызы өте жоғары, бұл науқастың нақты диагнозына және одан әрі емделуіне мүмкіндік.

Түйін сөздер: портативті кардиоанализатор, ЭКГ жазу, Bluetooth, АЦТ.

Bekbay A.T, Kopesbaeva A.A

Development of mobile cardioanalizer and its features

Summary: This article attempts to develop an inexpensive portable cardioanalizer. Small size and weight allowed to carry the device on a person and keep a continuous recording of an electrocardiogram from several hours to one day or more. The information content of such monitoring is very high, which leads to an accurate diagnosis and further treatment of the patient.

Keywords:portable cardioanalizer, ECG recording, Bluetooth, ADS

УДК 62.523.2

К.А. Васин[1], Н.У. Алдияров[1], Е.К. Едыгенов[2], В.В.Воронин[3]

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, г.Алматы, Казахстан

[2] Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г.Алматы, Казахстан

[3] Тихоокеанский государственный университет, г.Хабаровск, Россия

kvas2500@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОЛОТА ДЛЯ БЕЗВЗРЫВНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД.

Аннотация. *В статье предложена методика микропроцессорного измерения динамических характеристик подвижной части с последующей обработкой ПО «Matlab» и*

вычислением энергии удара опытного образца электромагнитного молота для безвзрывного разрушения горных пород.

Ключевые слова: *микропроцессорный контроллер, цифровые датчики, измерение, динамические характеристики, ПО «Matlab», энергия удара, электромагнитный молот.*

В институте горного дела им. Д.А.Кунаева, в лаборатории «Разрушения и доставки горных пород» ведутся работы по разработке и изготовлению опытных образцов электромагнитного молота (ЭММ) предназначенных для безвзрывного разрушения горных пород.

На рисунке 1 приведены фотографии электромагнитного молота на экскаваторе и на стенде.

Рисунок 1 - Испытания электромагнитного молота на экскаваторе и на стенде

В статьях 1 и 3 описан принцип работы электромагнитного молота и экспресс методика определения динамических и энергетических характеристик подвижной части электромагнитного молота. Для уточнения научных исследований динамики движения подвижной части электромагнитного молота и для увеличения точности измерения, авторами данной статьи разработана микропроцессорная система измерения динамических параметров с последующим вычислением энергетических характеристик опытного образца электромагнитного молота в ПО «Matlab» .

В статье 2 описан принцип применения электронного датчика измерения расстояния на основе отражения ультразвукового сигнала. Для исследования изменения ускорения подвижной части в измерительную систему добавлен цифровой акселерометр.

На рисунке 2 изображены цифровые датчики для измерения высоты положения и ускорения якоря подвижной части ЭММ.

Рисунок 2 – Цифровые датчики для измерения (слева расстояния, справа ускорения)

На рисунке 3 изображена установка микропроцессорного контроллера №1, датчика высоты положения №2 и датчика ускорения №3 движения якоря №5.

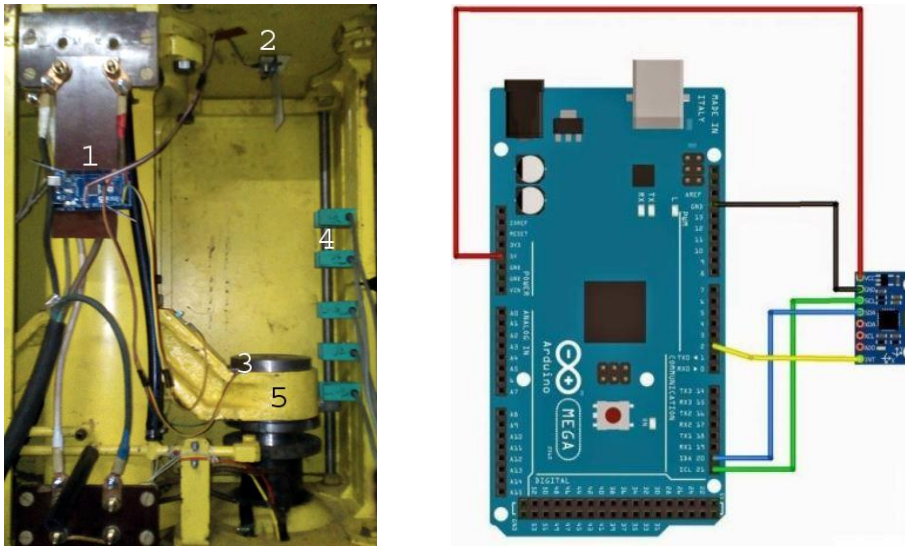


Рисунок 3 – Установка на ЭММ и подключение цифровых датчиков к микропроцессору

Ниже приведен программный код измерения и передачи в ноутбук текущего времени в миллисекундах, высоты якоря и значения ускорения:

```
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
MPU6050 accel; const int Trig = 8; const int Echo = 9; long t=0; // time in msec
   void setup()    {
   pinMode(Trig, OUTPUT); pinMode(Echo, INPUT); Serial.begin(19200);
accel.initialize();   }
   unsigned int time_us=0;    unsigned int distance=0;
   void loop()    {
   digitalWrite(Trig, HIGH); // Подаем сигнал на выход микроконтроллера
   delayMicroseconds(10); // Удерживаем 10 микросекунд
   digitalWrite(Trig, LOW); // Затем убираем
   time_us=pulseIn(Echo, HIGH); // Замеряем длину импульса
   distance=time_us/5.8; // Пересчитываем в миллиметры
t=millis(); Serial.print(t); Serial.print("\t");    Serial.print(distance); // Выводим на порт
Serial.print("\t");
  int16_t ax_raw, ay_raw, az_raw, gx_raw, gy_raw, gz_raw;
  accel.getMotion6(&ax_raw, &ay_raw, &az_raw, &gx_raw, &gy_raw, &gz_raw);
  Serial.println(az_raw);    }
```

Было проведено 3 эксперимента:

1-й – Свободное падение подвижной части;

2-й – Падение подвижной части после подъема электромагнитной катушкой холостого хода (верхняя-vk) – сила тока - 160а;

3-й – Падение подвижной части при тяге электромагнитных катушек рабочего хода (нижние-nk) – сила тока - 140а;

На рисунке 4 показано окно ПО «Matlab» с результатами измерений микропроцессорной системой в виде массивов и построение графиков зависимостей изменения высоты якоря (мм) от времени (мсек).

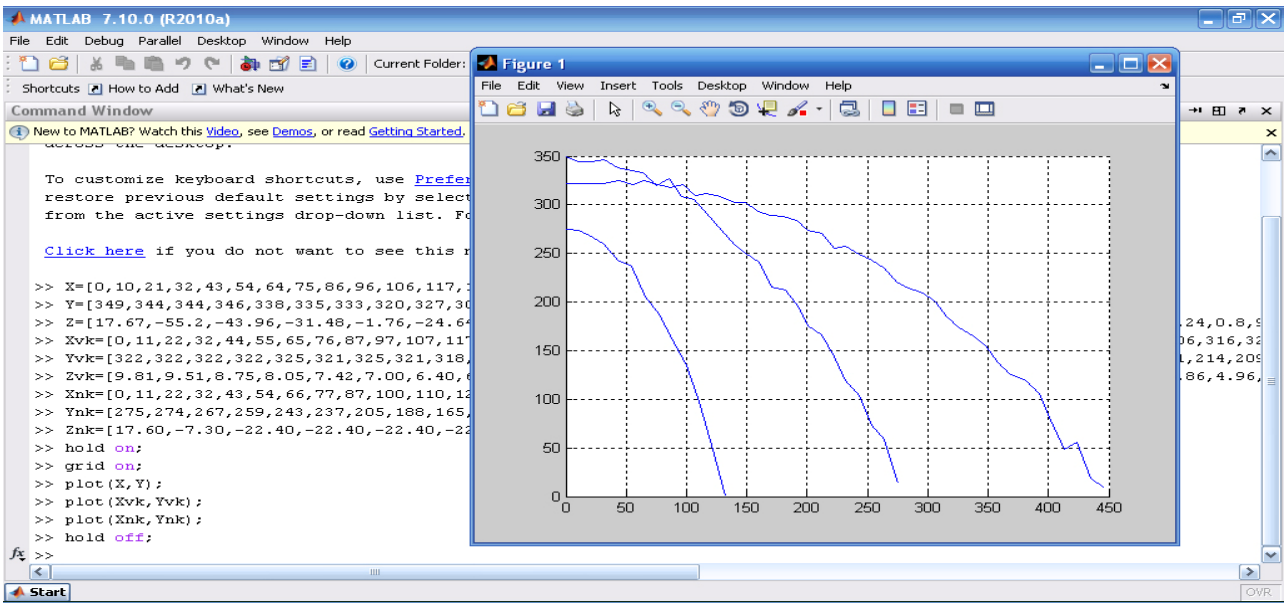


Рисунок 4 – Построение графиков зависимостей изменения высоты якоря (мм) от времени (мсек) в 3-х экспериментах

На графиках рисунка 4 видно, что датчик измерения высоты якоря имеет случайные погрешности. Для их устранения обработаем массивы данных при помощи функции аппроксимации полиномом 2-й степени >> p = polyfit(X,Y,2);>> f = polyval(p,X); и построим графики аппроксимированных зависимостей изменения высоты якоря от времени (рисунок 5):

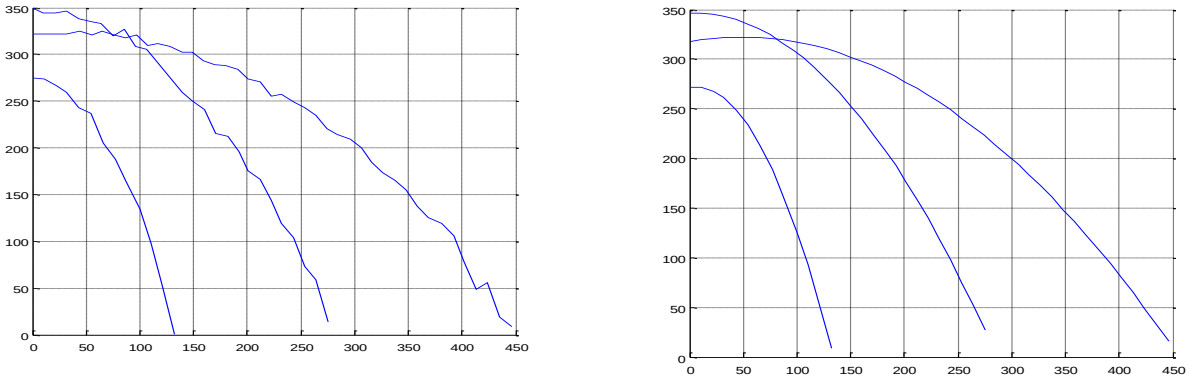


Рисунок 5 - Графики зависимостей изменения высоты якоря (мм) от времени (мсек) до и после аппроксимации экспериментальных данных

Энергия удара молота вычисляется по формуле:

$$E = \frac{m * V^2}{2}; \qquad (1)$$

где, E – энергия единичного удара подвижной части (Дж);
m – масса подвижной части (кг);
V – предударная скорость движения подвижной части (м/сек).

Вычисляем скорости движения якоря (м/с), энергии ударов (дж) и заносим в таблицу 1 :
>> Xd=diff(X); % вычисляем разницы соседних значений временных отметок
>> Yd=abs(diff(f)); % вычисляем разницы соседних значений высоты якоря

>> V= (Yd./Xd); % вычисляем скорости якоря на каждом измеренном участке
>> Vu=V(end)= 2.3068 % м/с - выбираем предударное значение скорости якоря
>> Eu=115*Vu^2=612 % джоулей, при массе 230 кг

Таблица 1 - вычисленные предударные скорости и энергии ударов ЭММ

	Эксперименты	V (м/с)	E (дж)
	Свободное падение	2.3068	612
	Падение после подъема верхней катушкой (160а)	1.5220	266
	Падение при тяге нижними катушками (140а)	3.9885	1829

На рисунке 6 приведены построенные графики зависимости изменения высоты (мм) и ускорения падения якоря (м/с2) от времени (мсек).

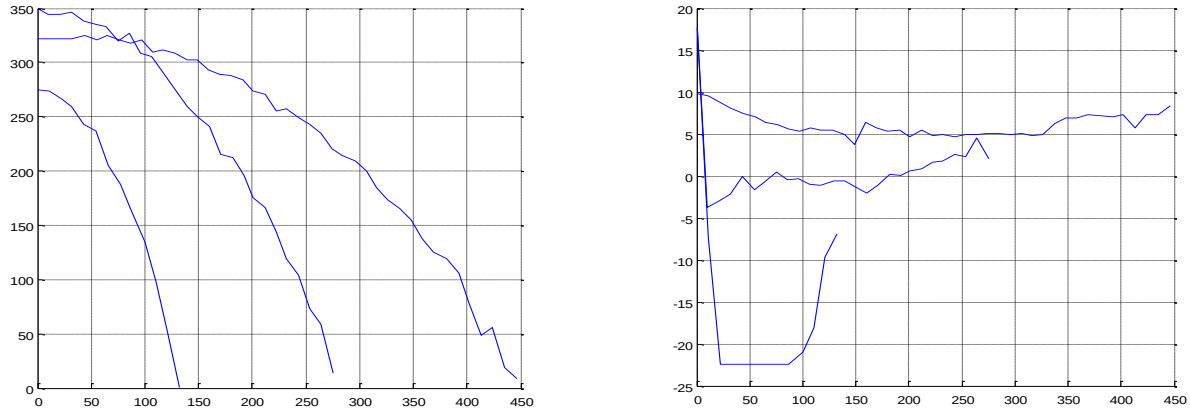


Рисунок 6 - графики зависимости изменения высоты (мм) и ускорения падения якоря (м/с2) от времени (мсек)

Полученные графики при указанных экспериментальных условиях показывают влияние конструктивных особенностей ЭММ на динамические характеристики, которые в свою очередь влияют на энергию удара при безвзрывном разрушении горных пород.

Литературы:

1.Vasin, Konstantin; Yedygenov, Yerik; Aldiyarov, Nakhypbek; Voronin, Vladimir, «Development of an electronic control module and research of dynamic and power characteristics of an electromagnetic hammer for destruction of boulders», VII International Scientific Conference "Problems of Complex Development of Georesources" (PCDG 2018), Khabarovsk, Russia, Edited by Rasskazov, I.; Kornilkov, S.; Tkach, S.; E3S Web of Conferences, Volume 56, e-ISSN: 2267-1242, id.01024, DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185601024

2. Васин К.А., «Применение микропроцессорного метода измерения динамических характеристик горных ударных машин», Международная научно-практическая конференция «Устойчивое индустирально-инновационное развитие: тренды и технологии», РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» 10-11 октября 2016 г., г. Алматы, с85-90.

http://www.cmrp.kz/images/stories/conference/2016/Materialy_GGMS_2016.pdf

3. Едыгенов Е.К., Васин К.А., Ляшков В.И. «Исследование динамических и энергетических характеристик экспериментального электромагнитного молота» Тр. Научно-техническое обеспечение горного производства, ИГД им. Д. А. Кунаева, г. Алматы, т.85, 2014.- с118-127, *http://igd.com.kz/media/85.pdf*

К.А. Васин, Н.У. Алдияров, Е.К. Едыгенов[2], В.В.Воронин

Тау жыныстарын жарылысыз жою үшін электромагниттік балғаның динамикалық және энергетикалық сипаттамаларын зерттеу үшін сандық технологияларды пайдалану.

Аңдатпа. Мақалада қозғалмалы бөліктің динамикалық сипаттамаларын «Matlab» бағдарламалық қамтамасыз ету ортасында кезекті өңдеудің және тау жыныстарын жарылысыз жою үшін тәжірибелік үлгінің соғу энергиясын есептеудің микропроцессорлық өлшеу әдістемесі ұсынылған.

Түйін сөздер: микропроцессорлық контроллер, сандық датчиктер, өлшеу, динамикалық сипаттамалар, Matlab бағдарламалық қамтамасыз ету ортасы, соғу энергиясы, электромагнитті балға.

K.A Vasin, N.U. Aldiyarov, Y.K. Yedygenov, V.V. Voronin

The use of digital technology to study the dynamic and energy characteristics of an electromagnetic hammer for the non-explosive destruction of rocks.

Abstract. The article proposes a microprocessor-based method for measuring the dynamic characteristics of the moving part with subsequent processing in Matlab software and calculating the impact energy of a prototype electromagnetic hammer for non-explosive destruction of rocks.

Keywords: microprocessor controller, digital sensors, measurement, dynamic characteristics, Matlab software, impact energy, electromagnetic hammer.

УДК 616-71

А.Б. Джандавлетова - магистрант
Р.М.Утебаев – асс.профессор кафедры РТиТСА
Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
email: aidana.djandavletova@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ НЕИНАВЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИСОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация: *цель предлагаемой вниманию читателя публикации – предоставить информацию о методах и устройствах, предназначенных для неинвазивного измерения параметров сердечно-сосудистой системы. Основное внимание уделено рассмотрению современных методов кардиодиагностики, основанных на получения количественной информации о состоянии сердца при исследований его электрофизиологических характеристик.*

Ключевые слова: *Неинвазивная диагностика сердечно-сосудистой системы,электрокардиографы,мониторинг, кардиоцикл, микросхема.*

Число сердечно-сосудистых заболеваний в мире неуклонно растет, и улучшение методов их лечения не обеспечивает нужного успеха. Среди заболеваний сердца по летальности исходов лидирует инфаркт миокарда (ИМ). В связи с тяжелым течением и высокой летальностью (общая летальность в острейшем, остром и подостром периодах ИМ составляет около 30%), своевременная диагностика этого заболевания является одной из актуальных проблем современной кардиологии [1].

Выявить болезнь на ранней стадии, применить профилактику, провести лечение и не допустить критического состояния могут скрининговые и диагностические приборы. Они упрощают процедуру обследования и сохраняют информативность результатов для лечащего врача.

Развитие информационных технологий сделало доступным применение различного рода диагностической аппаратуры не только в стенах медицинских учреждений, но и в условиях мобильности, например, бригадами скорой помощи, а также в домашних условиях без наблюдения врача.

В зависимости от способа получения информации неинвазивные методы диагностики состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) подразделяются на 5 основных групп :

1. Электрофизиологические методы (электрокардиография, электрокардиотопография, мониторирование ЭКС, кардиоинтервалография, векторкардиография, магнитокардиография, импедансная кардиография, плетизмография и т.д.).

2. Лучевые методы (эхокардиография, эховазография, импульсная допплерэхография, цифровая рентгенография, компьютерная томография и т.д.).

3. Радионуклидные методы (радиокардиография, радиовазография, сцинтиграфия миокарда и т.д.).

4. Биохимические и биофизические методы (спектрофотометрия, флюориметрия, хемилюминистенция, полярография, лазерная колориметрия, термография и т.д.).

5. Нагрузочные методы и функциональные тесты (велоэргометрия, тредмил-тест, изометрические, чрезпищеводная электрокардиостимуляция, холодовая проба, психофизиологические стресс-тесты, фармакологические пробы).

Основными критериями использования методов обследования в условиях скрининга являются массовость, доступность и оперативность [2]. По этим критериям наиболее подходящими неинвазивными методами диагностики состояния ССС являются электрофизиологические и лучевые методы: - электрокардиография - метод электрофизиологического исследования деятельности сердца в норме и патологии, основанный на регистрации и анализе электрической активности миокарда, распространяющейся по сердцу в течение сердечного цикла. Регистрация производится с помощью специальных приборов -электрокардиографов.

Прямым результатом электрокардиографии является получение электрокардиограммы (ЭКГ) — графического представления разности потенциалов, возникающих в результате работы сердца и проводящихся на поверхность тела. На ЭКГ отражается усреднение всех векторов потенциалов действия, возникающих в определённый момент работы сердца.

Нормальная ЭКГ имеет вид в соответствии с рисунком 1.

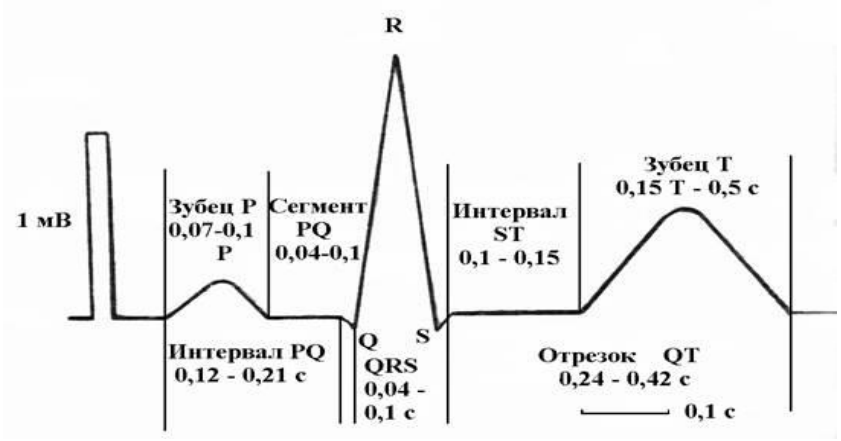


Рисунок 1 - Нормальная электрокардиограмма (ЭКГ) и её временные параметры

Обычно на ЭКГ можно выделить 5 зубцов: P, Q, R, S, T. Иногда можно увидеть малозамтную волну U. Зубец P отображает процесс деполяризации миокарда предсердий, комплекс QRS — деполяризации желудочков, сегмент ST и зубец T отражают процессы реполяризации миокарда желудочков. В классических трудах по электрокардиографии как и во многих трудах современных авторов, подробно изложены теоретические основы электрокардиографии, принципы анализа электрокардиограммы и механизмы формирования электрокардиографических изменений при сердечно-сосудистых заболеваниях и симптомах[3].

Суть классического метода сводится к выявлению характерных точек ЭКС, измерению интервально-амплитудных параметров и отношений между ними, в результате чего могут быть сделаны выводы о наличии или отсутствии отклонений от нормальных показателей.

Совокупность процессов возбуждения и реполяризации в сердце составляет кардиоцикл.

Так как кардиоцикл хранит информативный набор данных ЭКС, то очевидно, что для повышения эффективности кардиодиагностики, прежде всего, требуется обеспечить качественное выделение кардиоцикла ЭКС.

Среди известных способов определения кардиоцикла ЭКС, следует выделить способ выделения начала кардиоцикла и устройство для его осуществления[4].Способ выделения начала кардиоцикла, заключающийся в том, что непрерывный электрокардиосигнал фильтруют, представляют его в виде дискретных отсчетов, суммируют по модулю дискретные отсчеты в стандартных отведениях, формируют пороговый уровень, с которым осуществляют сравнение значения каждого дискретного отсчета электрокардиосигнала, выделяют R-R интервалы, отличающийся тем, что на интервале TP выделяютинтервал Δ t=t_2-t_3,где

$$t_3 = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

t_1 - окончание зубца T_{i-1} ; t_2 - начало зубца P_i, осуществляют вейвлет-преобразование выбранного интервала с определением значений коэффициентов преобразования дискретных отсчетов электрокардиосигнала на интервале Δ t=t_2-t_3, суммируют значения полученных коэффициентов вейвлет-преобразования, регистрируют момент времени, соответствующий максимальному значению суммы коэффициентов вейвлет-преобразования дискретных отсчетов электрокардиосигнала и определяют его как начало кардиоцикла.

В известном способе выделения начала кардиоцикла не всегда возможно правильное выделение каждого *R*-зубца. После предварительной фильтрации в ЭКС могут оставаться как низкочастотные, так и высокочастотные компоненты, искажающие полезный сигнал. Высокочастотные составляющие сигнала дают большие значения производной при дифференцировании. При этом производная участка сигнала, содержащего артефактные всплески, имеет сверхвысокие значения даже в сравнении с производной участка *QRS*-комплекса.

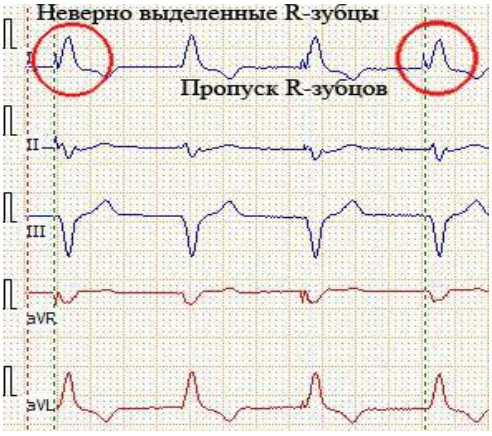


Рисунок 2 – Неверное определение R-зубцов

Для этой цели компанией Analog Devices разработана микросхема AD8232.

Микросхема AD8232 отличается улучшенными техническими характеристикамии включает в себя все узлы аналоговой обработки ЭКС.

На рисунке3 представлена функциональная блок-схема микросхемы AD8232.

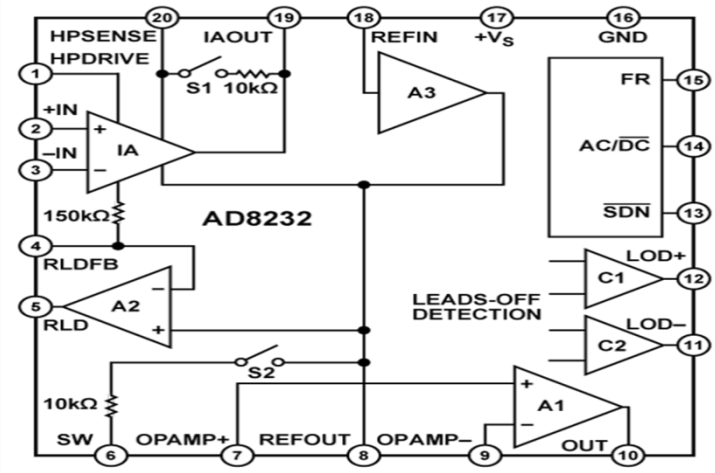


Рисунок 3 – Функциональная блок-диаграмма AD8232

Микросхема AD8232 представляет собой интегрированный блок для снятия и предварительной обработки ЭКС и других биопотенциалов. Микросхема разработана для регистрации, усиления и фильтрации малых сигналов биопотенциалов в условиях сильных внешних помех. Для подавления внешних помех используется дополнительный третий электрод. Такая конструкция позволяет выделить и усилить сверхнизкий полезный сигнал и подать его на АЦП или встроенный микроконтроллер. В AD8232 реализован 2-х полюсный фильтр верхних частот (ФВЧ) для устранения артефактов движения и электродный потенциалов. Этот фильтр тесно связан с архитектурой УБП. В микросхеме имеется свободный операционный усилитель, который позволяет создать 3-х полюсный низкочастотный фильтр (ФНЧ), чтобы удалить дополнительный шум. Пользователь может выбрать частоту среза всех фильтров в соответствии с различным использованием микросхемы. Для эффективного подавления помех AD8232 включает дополнительный усилитель для 3-го дополнительного помехоподавляющего электрода (как правило, размещенного на правой ноге или на животе справа). AD8232 включает функцию быстрого восстановления, которая уменьшает продолжительность переходных характеристик ФВЧ. После резкого изменения амплитуды входного сигнала, что усилитель не перешел в режим насыщения система автоматически перестраивается на более высокую частоту фильтра. Эта функция позволяет быстро восстановить нормальную регистрацию сигнала, не зависимо от возникновения электродных потенциалов.

Таким образом, на основе AD8232 можно строить портативные устройства для мониторинга за здоровьем сердечной системы (ЭКГ, кардиомониторы и др.). А кроме этого данная микросхема пригодна для использования получения данных о сокращениях других мышц, что потенциально дает возможность использовать ее в бионике и протезировании. В этом случае необходимо подключать электроды к мышцам, активность которых контролируется.

Автоматическое определение критических состояний сердца в реальном времени дает принципиальную возможность своевременной помощи пациенту. Скорость оказания неотложной помощи оказания или доставки пациента в медицинское учреждение зачастую гарантирует жизнь и здоровьепациенту.

Литературы:

1. Балахонова Светлана Александровна,«Распределенная система неинвазивной кардиодиагностики».

2. Воробьёв, А.С. Электрокардиография: Новейший справочник [Текст]–М.:Изд–во Эксмо; СПб.: Сова, 2003. – 560 с.

3. Пат. 2376932 Российская Федерация. Способ выделения ST-сегмента электрокардиосигнала в режиме реального времени / О.В.Мельник, А.А.Михеев. – №2008137053/14, заявл. 15.09.2008; опубл. 27.12.2009, Бюл. № 36.

4.Пат. 2366358 Российская Федерация. Способ выделения начала кардиоцикла / О.Н. Бодин, Д.С. Логинов. – № 2008109719/14; заявл. 17.03.2008; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 25.

А.Б.Джандавлетова

Жүрек-қантамыр жүйесінің жағдайын диагностикалаудың заманауи инвазивті емес әдістері

Мақалада қазіргі заманғы жоғары информативті инвазивті емес ауырсынусыз және қауіпсіз жүрек қантамыр жүйесінің диагностикалау әдістері, жүрек қуыстарының көлемдерін анықтауға, жүрек клапандарының жағдайын және олардың қызметін бағалау тәсілері көрсетілген.

A.B.Jandavletova

Modern non-invasive diagnosis methods the state of the cardiovascular system

The article presents modern high-tech, non-invasive and non-invasive methods of diagnostics of safe cardiovascular system, diagnostics of heart valves, valuation of heart valves and evaluation of their activity.

УДК 004.896

Н.Т. Жетенбаев[1]

[1]Қ.И Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қаласы

Ғылыми жетекшісі – Балбаев Ғ.Қ.[2] доктор PhD, доцент

[2]Алматы Энергетика және Байланыс Университеті

nursultan.zhetenbaev@mail.ru

БИОНИКА МЕН РОБОТОТЕХНИКАДАҒЫ ЖАСАНДЫ БҰЛШЫҚ ЕТТЕР

Аңдатпа. *Қазіргі кезде заманауи медициналық робототехника мен бионикаңың мехатрондық жүйелердің әртүрлі түрлерін адам денесімен толықтай біріктіру мүмкіндігі жоқ. Мысалы, қолданыстағы протездер жеткілікті тиімді емес, өйткені олар денемен біріктірілмейді, бірақ бүгін олар мүгедектер үшін ең танымал және қол жетімді. Бұл мәселе медициналық робототехника және бионика саласында жасанды бұлшықет жүйелерін енгізу жолымен шешіледі.*

Түйін сөздер. *Бионика, робототехника, жасанды бұлшық еттер, полимер бұлшық еттер, нано көміртекті түтікше.*

Жасанды бұлшық еттер

Роботтардың дамуы адам үшін қауіпті жағдайларда немесе қолжетуі қиын болатын жерлерде адамды алмастырудың қажеттілігімен байланысты, сондықтан оларды құрастыру принциптері адамның дене-бітімімен тығыз байланысты болып келеді. Манипулятор қолға ұқсас болады, ал андроид болса адам сияқты робот болып табылады. Алайда, гуманоидты роботтардың заманауи аяқ-қолдары да немесе протездер, дәлділігі аса жоғары манипуляторлар да қимылдың еркіндігімен, икемділігімен және кішкентай өлшемдерімен ерекшеленбейді, бірақ осы бағытта белсенді жұмыстар жүргізілуде.

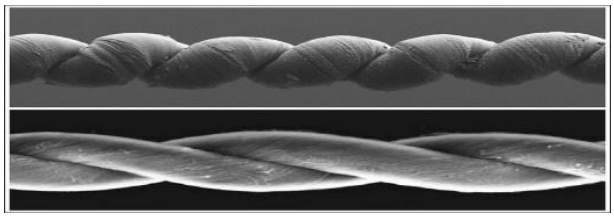
Сингапур ұлттық университетінің инженерлері әлемдегі тұңғыш жасанды бұлшық етті жасап шықты. Бұл бұлшық ет өз салмағынан 80 есе ауыр затты көтере алады екен. Бұдан бөлек, инновациялық супер бұлшық еттер 5 есе ұзарып, өз бетінше конверсиялап және қуат көзін үнемдей алады. Аталған өнертабыс нағыз жетістік болып шықты: қазір роботтар тек өз салмағының жартысын ғана көтереді яғни өздерін физикалық дайындығы жоқ адамдар секілді ұстауда. Басты өнертапқыш Адриан Кохтың айтуынша, ғалымдар мұндай жетістікке электримпульс өткізгіш арнайы полимерлерді қолдануының арқасында жеткен. Әңгіме барысында алдағы жоспарларымен бөліскен Кох мырза жақын арада роботтар өз салмағынан

500 есе ауыр затты көтеретін болады деп мәлімдеді. Жасанды бұлшық еттің полимер талшықтарын қысу мен созу синтетикалық бұлшық еттер жинақтай алатын қуаттың босатылуына әкеледі. Кох адам қолы прототипі түбегейлі дайын болған кезде, ғалымдар адам мен робот арасында білек күресінен көрнекі жарыс өткізетіндерін айтты.

Жасанды бұлшық еттер осы жүйелердің қазіргі уақыттағы кемшіліктерді жоюға мүмкіндік беретін болашағы бар технология болып табылады. Жасанды бұлшық ет дегеннің не екенін түсіну үшін бұлшық ет деген түсінікті қарастырайық.

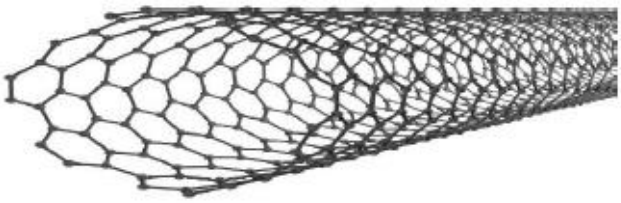
Бұлшық еттер – серпімді, созылғыш бұлшық ет ұлпасынан тұратын, нерв импульстарының әсерінен жиырыла алатын жануарлардың және адамдардың дене мүшелері. Әр түрлі әрекеттерді жасау үшін арналған: денені қозғалту, дыбыс желбезегін жиыру, тыныс алу.

Бұлшық еттің қарапайым түрін қарастыру үшін біз бұлшық ет жасушасын немесе миоцитті анықтаймыз. Біздің денеміздің барлық бұлшық ет ұлпалары арнайы бұлшық ет жасушаларынан тұрады, мысалы жүректегі кардиомиациттер және тағы сол сияқтылар. Жасанды бұлшық еттер туралы айтқанда оларды екі үлкен топқа бөлуге болады. Полимер бұлшықеттердің тобы үшін миоциттің ролін әр түрлі химиялық құрылымдар – полимерлер, кейде осындай полимерлердің біріккен топтары құрайды (Сурет 1).



Сурет 1 – Полимер (нейлон) бұлшықеттер.

Көміртекті бұлшық еттер тобы үшін миоциттердің ролін ерекше материал – көміртекті нано түтікшелер атқарады (Сурет 2). Оларды 1985 жылы химик ғалымдар анықтаған болатын.



Сурет 2 – Көміртекті нанотүтікше.

Көрсетілген екі топтың да өздеріне тән артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Әрбір топты жеке тоқталып қарастырып өтейік.

Полимер бұлшық еттер

Осы бұлшық еттер тобын әрекет ету принциптері бойынша бөлінген бірнеше кішкентай топшаларды атап көрсетуге болады.

Бірінші топша – бұл температураның өзгерісінің әсерінен жиырылатын бұлшық еттер. 1 суретте осы бұлшық еттердің тобы көрсетілген. Олар табиғи адамның бұлшық етіне қарағанда әлдеқайда күштірек – жүздеген есе салмақты көтере алады және жүз есе көп механикалық энергияны генерациялай алады. Негізінде, өнімділігі бойынша олар реактивті қозғалтқышты еске түсіреді: бір килограммға 7,1 ат күші сәйкес келеді. Осының барлығына конструкцияның қарапайым құраушыларының арқасында қол жеткізіледі, осы

конструкцияның құрамында металл жалатылған қарапайым іс тігетін жіптер мен балық аулауға арналған қармақ жіптері қолданылады.

Бұлшық еттер жарық жұтқан кезде немесе химиялық реакция барысында қол жеткізуге болатын температураның өзгерісінің арқасында жылулық энергия есебінен «қоректенеді». Полимер талшықты бұрау оны ауыр роторды шамамен минутына 10 мың айналым жасай алатын бұлшық етке айналдырады.

Полимер жіпті ары қарай қосымша бұрау оны қыздырған кезде өзінің ұзындығының бойымен күрт жиырылатын, бірақ ары қарай суытқан кезде бастапқы күйіне қайтып келетін бұлшық етке айналдырады. Жіпті бастапқы бағытына қарама-қарсы бағытта бұраса, барлығы керісінше болады ма, яғни суытқан кезде жиырылып, ал қыздырған кезде созылады ма?

Бар болғаны 20%-ға жиырыла алатын табиғи бұлшық еттермен салыстырғанда жасанды бұлшық еттер бастапқы ұзындығынан 50%-ға дейін жиырыла алады. Сондай-ақ ол өте төзімді болып келеді, яғни бірнеше миллиондаған механикалық жүктемеден кейін де өзінің өнімділігін жоғалтпайды.

Осындай бұлшық еттерді қолдану бионика мен робототехникада өте кең таралған, сонымен қатар адам әрекетінің басқа салаларында да кеңінен қолданылуда.

Екінші топша бұл электрлік импульстардың есебінен жиырылатын бұлшық еттер. Сингапур Ұлттық университетінің ғалымдары бұлшық еттердің жаңа типін жасап шығарған, олардың көрсеткіштері көптеген ғалымдарды таң қалдырды. Олардың ерекшелігі осы бұлшық еттердің жаңа типі олардың бастапқы ұзындығын ескеретін болсақ, 5 есе созыла алады, сондай-ақ олар өзінің салмағынан 80 есе көп жүкті көтере алады. Қазіргі уақытта осы бағдарламаның жетекшісі болып табылатын Адриан Кох доктордың айтуы бойынша алынған материал тірі ағзалардың бұлшық ет ұлпаларына ұқсас құрылымға ие болады.

Бұл жасанды бұлшық еттердің өзінің күштілігі, икемділігі мен иілгіштігіне қарамастан секунд үлесінде электрлік басқарушы импульстарға жауап қайтаруы негізгі қызығушылық тудырады, бұл деген өте көрнекі нәтиженің көрсеткіші.

Бұл материал күрделі композит болып табылады, ал ол өз кезегінде әр түрлі полимерлерден тұрады. Материалдың осы құрамында 10 есе созыла алатын икемді полимерлерді және өз салмағынан 500 есе жоғары салмақты көтере алатын полимерлерді пайдалану осындай таңғажайып нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік берді. Ғалымдардың айтуы бойынша – осы әзірлеме бойынша жұмыс бір жылмен шектелмей, бірнеше жылдарға созылады, роботтар үшін осы жасанды бұлшық еттермен жабдықтайтын бірнеше түрлі аяқ-қолдарды жасау жоспарлануда. Бұл жерде ерекше жағдай, жасанды аяқ-қол адамның аяқ-қолына қарағанда өлшемі мен салмағы бойынша екі есе кішкентай болады, алайда адамда жеңіске деген үміт көп болмады.

Бұл әзірлеменің осы саладағы ғалымдар тобы үшін өте қызықты болғандығына қарамастан, олар алынған материалдарды басқа да мақсатта пайдалануды жоспарлап отыр. Осылайша, мысалы жаңа материал механикалық энергияны электрлік энергияға және керісінше айналдыра алады. Сондықтан ғалымдар жұмсақ полимер материалдардың негізінде электрлік генератордың конструкциясын әзірлеумен айналысуда. Бұл жерде қызығушылық тудыратын жағдай, жоспар бойынша оның салмағы шамамен 10 килограмм болады, осындай габаритпен ол жел генераторларының турбиналарында пайдаланылатын және салмағы 1 тонна дәстүрлі генератор өндіретін мөлшердегі электр энергиясын өндіре алатын болады.

Нано көміртекті түтікшелерден жасалған бұлшық еттер

1999 ж. ақпан – наурыз айларында Тиролдағы (Австрия) Кирхбег қаласында жаңа материалдардың электронды қасиеттері бойынша 13-ші Халықаралық қысқы мектеп ұйымдастырылған болатын. Нано түтікшелер бойынша өте көптеген баяндамалардың арасынан «Allied Signal» компаниясының қызметкері Рэй Баухман (Ray Baughman) бастаған халықаралық зерттеу тобының баяндамасы ерекше назар аудартқан. Баяндама жасанды бұлшық еттерді жасауға арналған және «Science» журналында жарияланған мақалада баяндалды (Science, 1999. v. 284, N. 5418, p. 1340-1344, May 21).

Көп уақыт бойы жасанды бұлшық еттерді жасауға талпыныстар жасалуда және осы мәселені шешу үшін бірнеше жолдар қарастырылған. Мысалы, пьезоэффектті пайдалануға болады: электрлік кернеу берген кезде кристалдың немесе керамиканың өлшемдерінің өзгеруі. Қабаттардың арасына химикаттарды енгізген кезде қабаттардың жазықтығына перпендикуляр бағытта қабатты заттардың кеңею қабілетін пайдалануға болады. Бірақ бұл тәсіл күрделі, немесе тіпті тиімділігі төмен болады.

Баухман тобында басқаша принцип пайдаланылған. Көміртекті нано түтікшелерді түтікшелері шатасып, бір-бірімен оралған нано қағаздардың парақтары ретінде алуға болады. Осындай нано қағазды қолға ұстауға, жолақтарға бөлуге болады. Бірінші тәжірибелер таң қаларлық оңай болған.

Зерттеушілер нано қағаздың екі жолақшасын жабысқақ таспаның қарама-қарсы жақтарына желімдеген, ұштарына электродтарды жалғап және электрлік өткізгіштікті қамтамасыз ететін тұз ерітіндісіне салған. Бірнеше вольт кернеу беретін электрлік батареяны қосқан кезде нано қағаздың екі жолағы да аз шамада созылып, бірақ батареяның теріс полюсіне жалғанған жолақ қаттырақ созылып, олар майысып қалды. Жасанды бұлшық ет (актюатор) жұмыс істеген.

Уақыт өте келе жасанды бұлшық еттерді адам мүшелерін және жеке бұлшық еттерді (мысалы жүрек бұлшық етін) протездеу үшін пайдалануға болады. Олардың негізінде ғарыштағы суық температурада немесе 1000-градустық ыстықта, вакуумда және агрессивті газ ортасында жұмыс істейтін роботтардың «қолдарын» және «саусақтарын» оңай жасауға болады.

Көміртекті бұлшық еттерді энергия өндірісі үшін де пайдалануға болады, себебі Баухманның айтуы бойынша эффект қайтымды: жолақтарды майыстыру және орнына келтіру электрлік потенциалды тудырады. Тізбекке біріктірілген элементтер жаңа типті электр станцияларындағы толқындардың энергияларын пайдалана алады. Уақыт өте келе әр автокөлікті жеңіл құрылғылармен жабдықтауға болады.

Қорыта келе қазіргі уақыттағы алынған жасанды бұлшық ет топтарының бір-бірімен бәсекелеспейтіндігін айта кету керек, керісінше бұлшық еттің осы топтарын бірге пайдалану болашақта үлкен маңызды нәтижелерге алып келеді.

Әдебиеттер:

1. Смирнов М.А., Боброва Н.В., Дмитриев И.Ю., Bukošek V., Ельяшевич Г.К. Электроактивные гидрогели на основе полиакриловой кислоты и поли пиррола // Высоко молярные соединения – 2011. – Т. 53А, № 1. – С. 70–77

2. Bar-Cohen Y. Electroactive polymer (EAP) actuators as artificial muscles: reality, potential, and challenges. – Bellingham: SPIE Press, 2004. – 765 p.

3. Elyashevich G.K., Smirnov M.A., Bobrova N.V., Dmitriev I.Yu., Bukošek V. Multicomponent electroactive and pH-sensitive smart composites based on polypyrrole, polyacrylic acid hydrogels, and polyethylene porous films // Smart Nanocomposites. – 2012. – Vol. 3, iss. 2 – P. 123–136.

4. Otake M., Kagami Y., Kuniyoshi Y., Inaba M., Inoue H. Inverse dynamics of gel robots made of electroactive polymer gel // Proceedings of the 2003 IEEE international conference on robotics and automation. – Taipei, 2003. – P. 2299–2304

5. Shiga T. Deformation and viscoelastic behavior of polymer gels in electric fields // Advances in polymer science. – 1997. – Vol. 134. – P. 131–163.

Жетенбаев Н.Т.

Искусственные мыщцы в бионике и робототехнике

Резюме. Современная медицинская робототехника и бионика до сегодняшнего дня не имеют возможности полноценно объединить различные типы мехатронных систем с человеческим телом. Например, существующие протезы не являются достатточно эффективными изза того, что они не объединены с телом, но на сегодняшний день они являются наиболее популярны и доступны для людей с ограниченными возможностями. Это

проблема решается путем внедрения в сферу медицинской робототехники и бионики систем искусственных мышц.

Ключевые слова. бионика, робототехника, искусственные мышцы, полимерные мышцы, нано углеродная трубка.

Zhetenbaev N.T.

Artificial muscles in bionics and robotics

Summary. Up to date, modern medical robotics and bionics do not have the opportunity to fully integrate various types of mechatronic systems with the human body. For example, existing prostheses are not sufficiently effective because they are not combined with the body, but today they are the most popular and accessible to people with disabilities. This problem is solved by introducing artificial muscle systems into the field of medical robotics and bionics.

Keywords. bionics, robotics, artificial muscles, polymer muscles, nano carbon tube.

УДК 62-535

К.Е. Зікірбай, М.К.Бактыбаев

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

Kuanish_921@mail.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УЧЕТА КОММУНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ LORAWAN

Аннотация. *Сегодня различные технологии беспроводной передачи данных быстро развиваются. В связи с оцифровкой всех секторов экономики очень важным моментом является автоматизация учета электроэнергии. Использование новых технологий позволяет получать данные в режиме реального времени, а также безопасно и на большие расстояния.*

Ключевые слова*: технология LoRa, LoRaWAN, LoRaMAC, IoT.*

Интегрированный учет энергии включает в себя создание единой автоматизированной системы, которая собирает показания со всех первичных приборов учета, которые измеряют потребление электроэнергии и других ресурсов. Информация от приборов учета поступает на устройство сбора данных и передается на сервер, где они затем обрабатываются. В результате компания получает подробную картину потребления энергии и значительный объем аналитической информации, необходимой для оптимизации потребления.

В 2015 году две калифорнийские компании - исследовательский центр известной компании IBM и корпорация Semtech, занимающаяся разработкой интегральных микросхем - представили публике новое решение, которое решило бы эти проблемы: протокол LoRaWAN для распределенной телеметрии, машинное оборудование. к машине и интернету вещей. Три года назад сотовая связь или Wi-Fi использовались для передачи информации по беспроводным сетям. Однако эти технологии имели существенные недостатки: во-первых, высокое энергопотребление, что сильно влияет на время автономной работы устройств. Во-вторых, абонентская плата за услуги сотовых операторов. При постоянном опросе нескольких терминалов, число которых только растет, связь GSM становится слишком дорогой.

Технология LoRa основана на одном свойстве радиосвязи: увеличении дальности при одновременном снижении скорости передачи данных. Скорость сети LoRaWAN невелика, но дальность увеличена до 15 км в сельской местности и до 5 км в застроенной городской среде, что устраняет необходимость в ретрансляторах и, следовательно, снижает стоимость сети и упрощает ее архитектура. Кроме того, LoRaWAN значительно снизил энергопотребление по сравнению с сетями GSM: Semtech разработал специальные микросхемы

приемопередатчиков (трансиверы), которые обеспечивают беспроводным устройствам, созданным на этих микросхемах, очень низкое энергопотребление.

Эта система с технологией LoRaWAN может значительно сократить время и затраты на создание законных систем учета электроэнергии для промышленных предприятий и коммунальных служб.

Мы можем выделить следующие цели, достигаемые с помощью комплексного автоматизированного коммерческого и технического учета энергоресурсов, поставки / потребления энергоресурсов независимо от используемых для этого технических средств:

1. Оперативное определение баланса электрической энергии для каждого субъекта рынка и его подструктуры с контролем достоверности данных учета электроэнергии.

2. Оперативное определение потерь и качественных показателей электроэнергии.

3. Контроль за техническим состоянием и соблюдением требований нормативно-технической документации по всем средствам учета.

4. Оперативное управление режимами энергопотребления.

5. Использование современных цифровых технологий для измерения, сбора и обработки данных автоматизированной системы коммерческого учета энергопотребления.

6. Снижение величины коммерческих и технических потерь за счет повышения точности, точности измерений и оперативности получения измерительной информации.

7. Измерение синхронности коммерческого учета электрической энергии.

8. Защита информации от несанкционированного доступа на всех уровнях.

9. Обеспечение анализа энергопотребления и нагрузки на основе графиков.

10. Оперативная идентификация и устранение мест потерь мощности.

11. Автоматизация отчетности и аналитика

Эти цели достигаются путем решения следующих задач [2]:

1. Комплексный автоматизированный коммерческий и технический учет энергоресурсов и контроль их параметров для предприятия, его инфраструктуры (котельная и объекты ЖКХ) и инфраструктуры (цеха, подразделения, абоненты) для действующих тарифных систем с целью минимизации производства и непроизводственные затраты на энергию.

2. Контроль энергии для всех энергоносителей, точек и объектов учета в заданные интервалы времени (5, 30 минут, зоны, смены, дни, десятилетия, месяцы, кварталы и годы) относительно установленных пределов, режимов и технологических ограничений мощности и потребления. чтобы минимизировать затраты на энергию и энергетическую безопасность.

3. Фиксация отклонений контролируемых параметров энергоресурсов, их оценка в абсолютных и относительных единицах для анализа как энергопотребления, так и производственных процессов с целью минимизации энергозатрат и восстановления производственных процессов после их нарушения за счет выхода контролируемых параметров энергоресурсов за пределы допустимые пределы.

4. Точное измерение параметров энергоснабжения / потребления с целью обеспечения платежей за энергоресурсы в соответствии с фактическим объемом их поставки / потребления и минимизации непроизводственных затрат на энергию, в частности, за счет использования более точных измерительных приборов или улучшение синхронности сбора первичных данных.

5. Диагностика полноты данных с целью обеспечения платежей за энергоресурсы в соответствии с фактическим объемом их поставки / потребления за счет повышения достоверности данных, используемых для финансовых расчетов с поставщиками энергии и суб-подписчиками предприятия и принятия управленческих решений.

6. Тревога (цвет, звук) об отклонениях контролируемых значений от допустимого диапазона значений с целью минимизации производственных затрат на энергоресурсы путем принятия оперативных решений.

7. Прогнозирование (кратко-, средне- и долгосрочных) значений учетных значений энергии с целью минимизации производственных затрат на энергоносители путем планирования потребления энергии.

8. Автоматический контроль энергопотребления на основе заранее определенных критериев и схем приоритетов для включения / выключения потребителей - регуляторов с целью минимизации производственных затрат на энергоресурсы за счет экономии ручного труда и обеспечения контроля качества.

9. Поддерживайте единое системное время, чтобы минимизировать непроизводственные затраты энергии, предоставляя синхронные измерения.

Приведенный выше перечень задач носит многообещающий характер, поскольку большинство промышленных предприятий, действующих в составе АМР, в силу своих структурных и функциональных ограничений решают только часть рассматриваемых проблем (как правило, первые три).

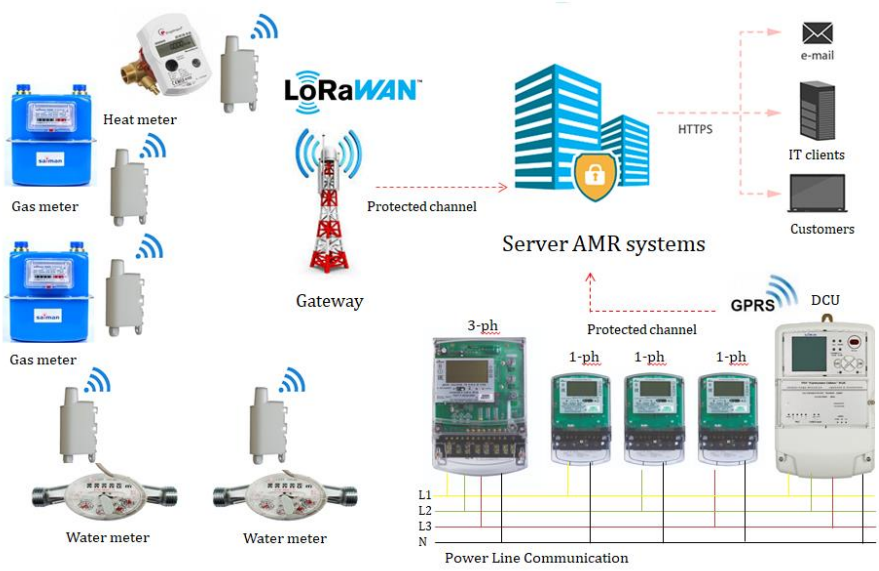


Рисунок 1 - Структура интегрированных энергетических ресурсов

Технология LoRaWAN имеет положительную возможность подключения приложений терминальных устройств для разработки систем МРТ. Терминалы LoRa являются элементами сетевых систем LoRaWAN LoRa, где они выполняют такие функции, как измерение или контроль и управление. Они расположены удаленно и имеют заряд батареи. Используя сетевой протокол LoRaWAN, эти конечные точки (конечный узел) можно настроить для связи со шлюзом LoRa. Сервис-провайдер предоставляет терминальные устройства производителя, которые поддерживают сервис для обработки

Данные, где пакеты с сервера LoRaWAN сети для работы с этими данными для конечных пользователей.

Литературы:

1. Осика Л.К. Коммерческий и технический учет электрической энергии на оптовом и розничном рынке. – СПб.: Политехника, 2005. – 359 с.

2. LoRaWAN [Электронный ресурс]. – URL: http://lace.org.ru/ (дата обращения 12.12.16)

М.К.Бактыбаев, К.Е. Зікірбай – техникалық ғылымдардың магистрі, дәрісші

LoRaWAN технологиясын пайдалана отырып коммуналды ресурстарды автоматты басқару жүйесі

Аңдатпа. Бүгінгі күні сымсыз деректерді берудің әртүрлі технологиялары жылдам дамып келеді. Экономиканың барлық секторларын цифрландыруға байланысты электр энергиясын есептеуді автоматтандыру маңызды мәселе болып табылады. Жаңа технологияларды пайдалану нақты уақыт ауқымында, сондай-ақ қауіпсіз әрі ұзақ қашықтыққа деректерді алуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: LoRa технологиясы, LoRaWAN, LoRaMAC, IoT.

M.K.Baktybaev, K.E. Zikirbay - Master of Engineering,
Automatic management of utility resources using technology LoRaWAN
Abstract. Today, various technologies of wireless data transfer are developing rapidly. In connection with the digitization of all sectors of the economy, a very important point is the automation of electricity metering. The use of new technologies allows you to receive data in real time, as well as safely and over long distances.
Keywords: LoRa Technology, LoRaWAN, LoRaMAC, IoT.

УДК 629.3.082

[2]Н.А. Колтун, [1]А.К. Тумабаева, [1]Ж.С. Бигалиева, [2]Д.А. Нурпеисова
Научный руководитель - [1]Р.М. Утебаев, ассоциированный профессор, к.т.н.
[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
[2]ТОО «PolyTech Electronics», Казахстан, г. Алматы
utebaev_r@mail.ru

РАЗРАБОТКА ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Аннотация. *В статье рассматриваются проблемы, связанные с развитием зарядной инфраструктуры для электромобилей. Показаны особенности различного подхода при зарядке электромобилей. Приведена схема работы разработанного устройства для контроля зарядки современного электромобиля. Описана технология зарядки электромобилей в режиме медленной зарядки по международному стандарту J1772.*

Ключевые слова: *зарядная станция, электромобиль, быстрая зарядка, медленная зарядка, микроконтроллер.*

Система зарядки современного серийного электромобиля. Современные электромобили, выпущенные в серийное производство оснащены двумя системами зарядки установленной литиевой батареи – зарядка с помощью встроенного в электромобиль зарядного блока и зарядка с помощью прямого подключения источника электрической энергии к батареи (рисунок 1). Принципиально две системы зарядки отличаются по мощности, времени зарядки, цене и роду тока подведенного источника электрической энергии. Есть также общепринятое разделение систем зарядок как медленная зарядка и быстрая.

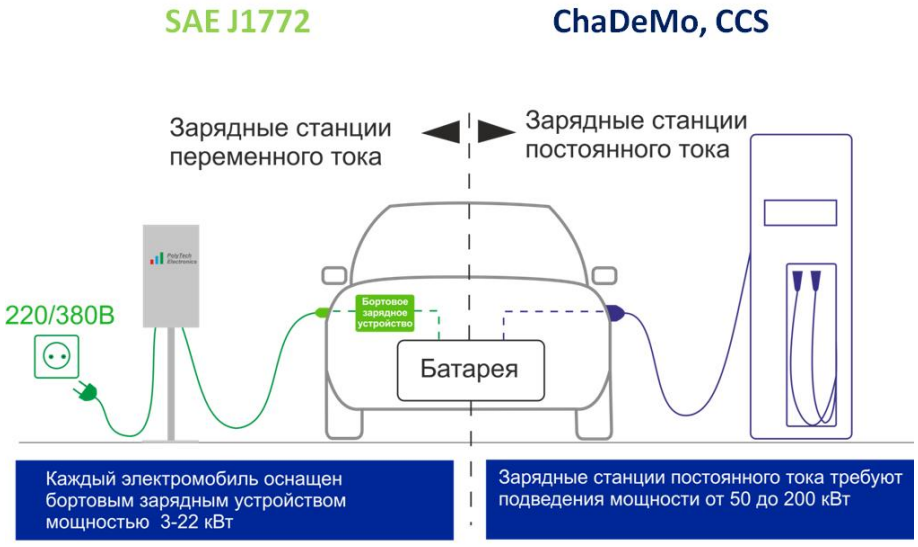


Рисунок 1 – система зарядки батареи современного электромобиля

Медленная зарядка. Под медленной зарядкой подразумевают процесс зарядки батареи электромобиля (ЭМ) через бортовое зарядное устройство, мощность которой на последних моделях составляет 6 кВт. Например, электромобиль JAC EV7 казахстанского производства имеет бортовое зарядное устройство мощностью 6,6 кВт (зарядный ток 6-32А при однофазном напряжении 220В) и литиевую батарею общей емкостью 39 кВт/ч [1]. Это значит, что зарядить полностью разряженную батарею при такой зарядке можно за 39/6,6 ≈ 6 часов. Однако на полностью разряженной батареи ЭМ не сможет доехать до источника электрической энергии и четырехлетняя практика эксплуатации ЭМ в г. Алматы показывает, что около 20% заряда батареи всегда остается, когда ЭМ начинают заряжать для следующей поездки и соответственно среднее время зарядки составляет 3-5 часов. Для владельцев ЭМ, которые планируют заряжать свои машины дома, следует учитывать, что 6,6 кВт (32А, 220В) подведенной электрической мощности можно получить только на общественных зарядных станциях или в специальных местах, где есть возможность подключения к щитовым с доступной резервной мощностью. В частном секторе существует ограничение подключения к электрическим сетям с помощью автоматических выключателей на 16А (3,3кВт). А это в свою очередь увеличивает среднее время зарядки в два раза, т.е. 6-10 часов. Опыт эксплуатации ЭМ как семейного транспортного средства, предназначенного для каждодневного городского использования в режиме – в детсад, школу – на работу – на обед - в детсад, школу – домой – за покупками и т.д., показал, что ночная зарядка ЭМ более чем достаточна для решения каждодневных транспортных задач.

Зарядный блок, установленный в ЭМ выполняет следующие функции:

- преобразует входной переменный ток в постоянный, т.е. выпрямляет;
- повышает выходное напряжение до уровня, необходимого для зарядки ячеек литиевой батареи;
- контролирует зарядный ток в соответствии с заложенным алгоритмом зарядки батареи и сигналов, поступающих от внешнего зарядного устройства;
- защищает выходные цепи от выхода за установленные пределы входного напряжения и тока.

Таким образом, внешняя зарядная станция, через которую ЭМ получает доступ к электропитанию, является только коммутирующим элементом, сообщающим зарядному блоку ЭМ информацию о предельном токе зарядки, который он может пропустить через себя. Непосредственно процесс зарядки и контроль организует внутренний блок зарядки ЭМ.

Быстрая зарядка. Быстрая зарядка осуществляется с помощью зарядных станций постоянного тока, являющимися аналогом внутреннего зарядного блока, вынесенного в наружу. Такие станции полностью контролируют процесс зарядки и непосредственно подключаются к батареи ЭМ. Мощность быстрых зарядных станций начинается от 10 кВт и выше. Время зарядки от таких станций составляет от 10 мин и до 2 часов.

Проблемы режимов зарядки. Очень сложно описать проблемы режимов зарядки без учета экономических и социальных аспектов данного вопроса, т.к. с технической точки зрения проблем практически нет. Электромобиль начал вливаться в городской транспортный мир ДВС с его устоявшимися правилами с 2010 года.

Социальный аспект. К автомобилю относятся как к транспортному средству, на котором можно доехать практически куда угодно и когда угодно водителю. Сеть АЗС есть во всех городах, в крайнем случае, можно топливо брать с собой и преодолевать тысячи километров без проблем. К ЭМ требуется другое отношение. Современный ЭМ, с доступной для большинства ценой (5-10 млн.тг.) может проезжать на одной зарядке 150-300 км. Этого достаточно для передвижения в мегаполисе, но недостаточно для поездок за пределы города. При разрядке батареи, ЭМ необходимо заряжать 1-5 часов. Все значения которые здесь указаны через «-» обозначают, что цифры сильно зависят от стиля вождения, окружающей местности (горная или равнина), климата, состояния батареи ЭМ. Водитель ЭМ при поездке должен всегда планировать протяженность своего маршрута, чтобы он мог без проблем

доехать до места зарядки. Такие ограничения сравнимы с ношением смартфона или ноутбука. Т.к. у современного смартфона экран потребляет много энергии, его необходимо каждую ночь ставить на зарядку, в противном случае на следующий день можно остаться без связи. Но общество готово на такие «неудобства», т.к. взамен получает несоизмеримые с городским телефоном преимущества. Также и с ЭМ, общество должно принять новые правила эксплуатации экологически чистого транспортного средства, чтобы взамен получить несоизмеримые преимущества – чистый воздух, низкий городской шум, безопасность, экономичность.

Экономический аспект. ЭМ и зарядная инфраструктура в РК только начали развиваться. Количество ЭМ в РК не превышает 300 шт. зарядных станций также не более 100 шт. В условиях рыночной экономики развитие сети зарядных станций напрямую зависит от потребительского рынка. Стоимость зарядных станций малой мощности (3-22 кВт) и большой мощности (50-350 кВт) отличаются на порядки (500 тыс. тг. – 20 млн. тг.). К этому можно добавить и проблему подключения зарядной станции к электрическим сетям. Чем больше мощности, тем больше требуются затраты на подключение. Наиболее оптимальным является развитие сети зарядных станций на базе отечественных зарядных станций малой мощности [2].

Разработка зарядной станции (ЗС) для электромобилей. Структурная схема разработанной ЗС для ЭМ показана на рисунке 2.

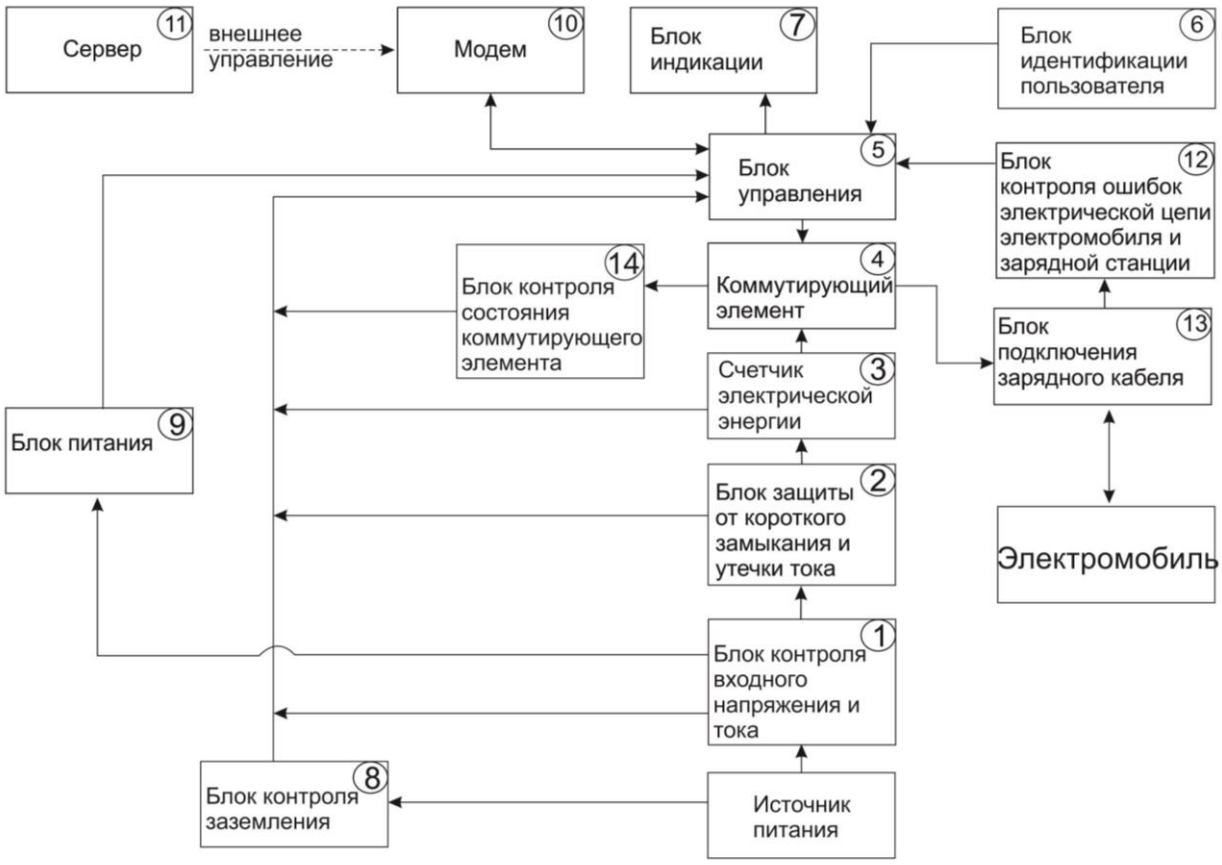


Рисунок 2 – схема работы зарядной станции малой мощности

ЗС состоит из блока контроля входного напряжения и тока 1, к которому подключается источник электрической энергии. При выходе напряжения и тока за пределы установленных значений, блок управления 5 отключает коммутирующий элемент 4. Блок защиты от короткого замыкания и утечки тока 2 разрывает цепь питания в случае превышения тока утечки более чем 30 мА или при коротком замыкании. Блок контроля заземления 8 и блок контроля состояния коммутирующего элемента 14 сообщают блоку управления 5 о

появлении соответствующей технической неисправности, последний отключает коммутирующий элемент. Блок контроля ошибок электрической цепи электромобиля и зарядной станции 12 способен определять до десяти неисправностей контролируемой цепи. ЗС может управляться как от сервера 11, через модем 10, так и локально через блок идентификации пользователя 6 и блока индикации 7. Счетчик электрической энергии 3 позволяет вести учет потребленной энергии на сервере и локально. Блок питания 9 обеспечивает бесперебойную работу всех узлов ЗС и при пропадании электропитания, позволяет блоку управления 5 сохранить текущее состояние ЗС. При появлении электропитания, ЗС продолжает работу в режиме, при котором было отключение электропитания. На рисунке 3 показан внешний вид собранной ЗС и внутреннее расположение элементов станции.

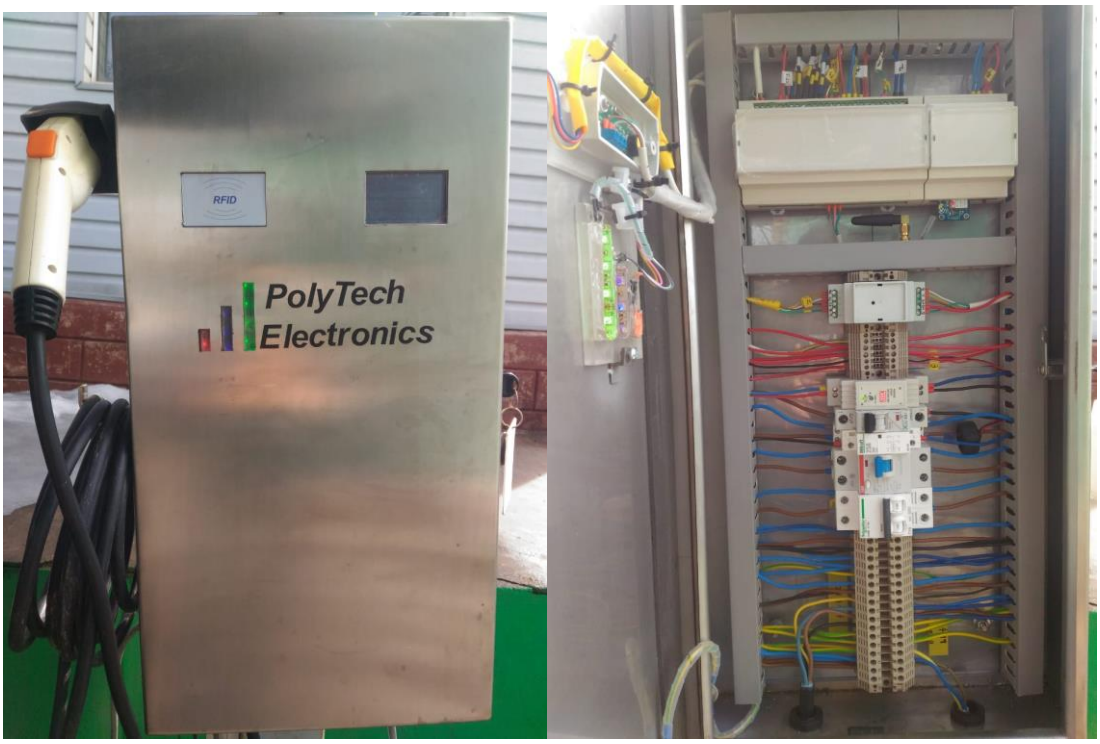


Рисунок 2 – схема работы зарядной станции малой мощности

ЗС имеет антивандальный корпус из нержавеющей стали и может быть установлена на открытой местности без навеса.

Разработанный прототип зарядной станции для электромобилей позволил определить минимальную себестоимость производства подобного оборудования. Развитие сети зарядных станции для электромобилей на базе отечественного производства, позволяет не только в значительной степени экономить бюджетные средства, но и развить данную отрасль в масштабах страны. Подготовка квалифицированных кадров в области разработки и обслуживания зарядной инфраструктуры для электромобилей может служить крепким фундаментам при переходе транспортной отрасли Казахстана на новый вид транспорта.

Список использованных источников:

1. http://jac-motors.kz/cars/jac-iev7s.html
2. http://polytech-electronics.kz/

Н.А. Колтун, А.К. Тумабаева, Ж.С. Бигалиева, Д.А. Нурпеисова
Электромобильдерге арналған қуаттау бекетін жасау

Мақалада электромобильдердің қуаттау сипаттамалары қарастырылған. Қуаттау бекеттерінің даму мәселелері қарастырылып, техникалық шешімдер ұсынылады. Жаңадан құрастырылып шығарылатын қуаттау бекетінің құрылымы көрсетіліп, жұмыс істеу принципі сипатталған.
Түйін сөздер: Қуаттау бекеті, электромобиль, шапшаң қуаттау, баяу қуаттау, микроконтроллер.

N.A. Koltun, A.K. Tumabayeva, Zh.S. Bigalieva, D.A. Nurpeissova
Development of a charging station for electric vehicles

The article discusses the charging characteristics of electric vehicles. Problems of development of power stations are considered and technical solutions are provided. The structure of the newly designed charging station is described and described in the operating principle.
Keywords: charging station, electric vehicle, fast charging, slow charging, microcontroller.

УДК616-089-001.18-08

Көшербай М.А., Асылбекова Л.Р., Алдияров Н.У
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
nahip16@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОХЛАЖДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ГИПОТЕРМИИ

Аннотация. *В работе приведены планы по изучению и разработке шлема для гипотермии и их оптимизация в соответствии с объектом воздействия, разработка и создание на основе термоэлектрического устройства для воздействия на органы человеческого организма при проведении химиотерапевтических процедур, обеспечивающих точность дозировки температурных уровней и высокую надежность, а также проведение комплекса теоретических и экспериментальных исследований, работающих в этих режимах, которые требуют соответствующих математических моделей, и методик расчета.*
Ключевые слова: *охлаждающее устройство, термоэлектрический холодильник.*

Термоэлектрические явления известны человечеству без малого два столетия, однако их использование значительно отстает от широких возможностей их практического применения и может быть заметно расширено в разные сферы нашей деятельности. Цель статьи — привлечь внимание разработчиков к широким возможностям термоэлектрических явлений, таких как термоэлектрическое охлаждение и генерация электрической энергии, уже нашедшим широкое применение за рубежом.

Возникновение контактной разности потенциалов при соприкосновении двух разнородных проводников, открытое Вольта в последнем десятилетии XVIII в., привлекло внимание многих физиков к процессам, протекающим в цепях разнородных материалов. Одной из фундаментальных работ в этой области, фактически положившей начало термоэлектрическим исследованиям, стала статья немецкого ученого Томаса Иоганна Зеебека «К вопросу о магнитной поляризации некоторых материалов и руд, возникающих в условиях разности температур», опубликованная в докладах Прусской академии наук в 1822г.

В 1834 г., то есть спустя 12 лет после открытия Зеебека, во французском журнале “Annalesdephysiqueetdechémie” была опубликована статья швейцарского часовщика и большого любителя-экспериментатора Шарля Анри Пельтье о температурных эффектах вблизи спаев цепи из различных проводников при пропускании через них постоянного электрического тока.

Суть явления, наблюдавшегося Зеебеком в процессе опыта (и вошедшего впоследствии в физику под термином «эффект Зеебека»), состояла в том, что при замыкании концов цепи, состоящей из двух разнородных металлических материалов, спаи которых находились при разных температурах, магнитная стрелка, помещенная вблизи такой цепи,поворачивалась так же, как в присутствии магнитного материала. Угол поворота был связан с величиной разности температур на спаях исследуемой цепи. В 1834 г., то есть спустя 12 лет после открытия Зеебека, во французском журнале “Annalesdephysiqueetdechémie” была опубликована статья швейцарского часовщика и большого любителя-экспериментатора Шарля Анри Пельтье о температурных эффектах вблизи спаев цепи из различных проводников при пропускании через них постоянного электрического тока.

Третье термоэлектрическое явление — «эффект Томсона» — в 1856г. было обнаружено Уильямом Томсоном, впоследствии получившим титул лорда Кельвина (рис. 3). Сутью открытого Томсоном эффекта является выделение или поглощение тепловой энергии в объеме материала при наличии в нем градиента температур и пропускании через него электрического тока. Величина выделяемой или поглощаемой энергии пропорциональна величине термо-ЭДС материала. С физической точки зрения эффект Томсона является внутренним эффектом Пельтье, возникающим на границе участков цепи с различными значениями термо-ЭДС. В один ряд с первооткрывателями термоэлектрических явлений необходимо поставить и выдающегося советского ученого-физика, академика Абрама Федоровича Иоффе (рис. 4).

Преимущества термоэлектрического охлаждения

Возможность охлаждения до температуры значительно ниже температуры окружающей среды в сочетании с уникально малыми габаритами ТЭМ определяют основные преимущества термоэлектрического охлаждения. Обычно термоэлектрическое охлаждение конкурентоспособно при достаточно малой холодопроизводительности. В качестве критической величины можно назвать холодильную мощность порядка 100 Вт, что и обуславливает области его применения. В задачах, когда достаточна холодопроизводительность до нескольких Вт, термоэлектрический метод охлаждения является практически безальтернативным. Его непосредственное использование для создания систем с очень высокой холодопроизводительностью (более 1 кВт), как правило, является экономически нецелесообразным.

Теория энергетического применения термоэлектрических явлений, созданная в результате известных работ академика А.Ф Иоффе и его сотрудников, открыла широкие возможности для использованияполупроводниковых термоэлектрических холодильников (ТЭХ) в различных областях техники. В результате этих работ были синтезированы новые полупроводниковые сплавы, которые позволили применить эффект Пельтье на практике и приступить к серийному выпуску ТЭХ, имеющих рабочие характеристики, не уступающие другим способам охлаждения. Перспективы развития и внедрения ТЭХ определяются целым рядом преимуществ, особенно эксплуатационных, которыми они обладают по сравнению с существующимианалогами. Это возможность получения искусственного холода на основе использования эффекта Пельтье при отсутствии движущихся частей и холодильного агента, сочетание в едином устройстве таких традиционно раздельных элементов, как источник «холода» и теплоты, простота реализации; компактность; взаимозаменяемость; высокая надежность; экологическая безопасность.

За последние годы выполнено достаточно большой объем теоретических и экспериментальных исследований ТЭХ, результаты которых подверждают возможность расширения их применения. Однако, несмотря на значительный прогрессв области термоэлектрической холодильной техники, на сегодняшний день не решен вопрос создания ТЭХ для физиотерапии, позволяющих с максимальнойтермодинамической эффектностьюреализовать все преимущетсва этого типа холодильника, который в режиме реверса выполняет элемент нагревателя.

Анализ возможных систем охлаждение для воздействия на биологический объект показал, что реализация сочетания режимов охлаждения и нагрева путем использования других холодильников возможна только при наличии сложных дополнительных устройств нагрева.

В связи с этим ТЭХ по сравнению с другими способами охлаждения оказались вне конкуренции, так как объект охлаждения требует и тепловые воздействие с импульсами определенной длительности. Именно поэтому в диссертационной работе для воздействия на биологический объект (в данном случае в качестве объектавоздействия выбрана стопа человека) был выбран ТЭХ, с помощью которого путем простого переключения направления тока возможен переход с режима охлаждения в режиме нагрева и наоборот.

В условиях современности, когда реальностью нашей жизни является возрастаюшее количество больных, необходимость воздействовать на организм человека техническими средствами, повышающими эффективность лечения, становится наиболее актуальной задачей.

Существующие на сегодняшний день методы и используемые в медицинской практике средства для проведения которые используются для проведения физиотерапевтических процедур, основанных на холодовом и тепловом воздействиях, а также различные устройства, работа которых основано на использовании твердых и жидких хладагентов, не обеспечивают требуемые медицинскими показаниями потенциалы холодового и теплововоздействий с требуемыми длительностями импульсов.

Решение задачи обеспечивания сочетания режимов холодового и геплового воздействий при различной длительности испульсов, а также конроль их температурных уровней, возможен только пуем использования ТЭХ . Оптимальным режимом переключения холодового и теплового воз действии, определенных биологическим объектом, является 3-5 минут при холодовомвоздействии и 2-3 минуты – при тепловомвоздействии. При таких краткоовременных циклах работы ТЭХ именяются их характеристики, вчастности, холодильный коэффициент, энергетическая эффективность, максимальная холодопроизводитеьность, что требует проведения специальных исследований и выборое оптимальных режимов. Так как эффект холодового воздейтвия на биолоический объект усиливается при одновренном совмещении механического массажа рефлексогенных зон организма. В работе учитывалось использование слоя грануляга между гермоэлектрической батареей (ТЭХ) и объектом воздействия, который выполнял роль теплового сопротивления между спаями ТЭХ и объект воздействия.

В связи с этим статья посвящена исследованию процессов, протекающих в ТЭХ при различных режимах их работы, определяемых объектом воздействия.

Целью доклада является исследование процессов, протекающих в ТЭХ и их оптимизация в соответствии с определяемыми объектом воздействия режимами работы, разработкаи создание на основе ТЭХ новых устройств для комплексного холодового и теплового воздействий на отдельные органы челоческого организма при проведении физиотерапевтических процедур, обеспечивающих точность дозировки температурных уровней и высокую надежность, а также проведение комплекса теоретических и экспериментальных исследований ТЭХ, работающих с нестационарных режимах, которые требуют разработки соответсвующих математических моделей, и методик расчета, чтоявляется важным научным направлением трмоэлетрического охлождения.

Изобретение будет относится к медицинской технике, а именно к средствам коррекции локальной гипотермии. Устройство будет содержать блок охлаждения, блок управления, блок питания, по меньшей мере один шлем, состоящий из внешней и внутренней оболочек, соединенных между собой. Шлем будет выполнен с возможностью охватывания области висков и нижней челюсти, фиксации на голове и охлаждения ее кожи. Использование изобретения позволит повысить интенсивность и обеспечить равномерность отведения тепла.

Изобретение может быть использовано в неотложной медицине и других направлениях медицины, связанных с необходимостью понижения температуры головного мозга.

При значительных физических нагрузках и повышении температуры окружающей среды температура головного мозга поднимается выше температуры тела, приводя к развитию локальной гипертермии, которая негативно влияет на выносливость, работоспособность, координацию и может стать причиной теплового удара (шока) с грубыми нарушениями жизнедеятельности организма.

Кроме этого, локальное повышение температуры мозга развивается при ряде патологических состояний, таких как судорожные состояния, нейротравма, нарушения мозгового кровообращения.

Так же шлем можно использовать при химиотерапии. Химиотерапия используется для уничтожения быстро делящихся раковых клеток и тканей. Однако она наносит ущерб не только плохим клеткам, но и повреждает здоровые клетки организма, особенно те, которые находятся в стадии деления. Клетки волосяных фолликулов несут ответственность за рост волос и являются активно делящимися клетками, поэтому они и получают повреждение во время химиотерапии, приводящее к потере волос.

Потеря волос при прохождении химиотерапевтического лечения – одна из распространенных проблем, с которыми сталкиваются онкопациенты. Люди, проходящие лечение от рака, испытывают серьезный стресс. Облысение становится еще одним фактором, негативно влияющим на психологическое состояние больных.

Впрочем, можно предотвратить или уменьшить потерю волос из-за химиотерапии, если она назначена внутривенно в течение малого периода времени, с помощью гипотермии головы. Такая процедура снижает концентрацию химиотерапевтических агентов и предотвращает их захват клетками волосяных фолликулов.

Охлаждение способствует ослаблению кровотока в коже головы и замедлению метаболизма. Клетки волосяных фолликулов начинают делиться медленнее и химиотерапевтические лекарства перестают на них действовать разрушающе.

Литературы:

1. Иоффе А.Ф., Стильбанс Л.С., Иорданишвили Е.К., Ставицкая Т.С. Термоэлектрическое охлаждение. М.: АН СССР, 1956.

2. Иорданишвили Е.К. Термоэлектрические источники питания. М.: Советское радио, 1968.

3. Каганов М.А., Привин М.Р. Термоэлектрические насосы. Л.: Энергия, 1970.

4. Булат Л.П., Ведерников М.В., Вялов А.П. и др. Термоэлектрическое охлаждение. Текст лекций под общей ред. Л.П. Булата. СПб.: СПбГУНиПТ, 2002.

5. Тахистов Ф.Ю. Расчет параметров термоэлектрических модулей с учетом температурных зависимостей термоэлектрических свойств // Термоэлектрики и их применения. Доклады VIII Межгосударственного семинара (ноябрь, 2002). СПб.: ФТИ, 2002.

Н.У Алдияров, М.АКөшербай., Л.Р Асылбекова.

Локальді гипотермия жасау үшін термоэлектрлік салқындатқыш құрылғыны жасау

Бұл мақалада гипотермия үшін дулыға әзірлеу, дамыту және оларды әсер ету объектісіне сәйкес оңтайландыру, адам денесінің органдарына әсер ететін химиялық терапия рәсімдерінің негізінде температура деңгейлерін және жоғары сенімділікті дәл мөлшерлеуді қамтамасыз ететін термоэлектрлік құрылғыны құру, математикалық модельдерді және әдістерді есептеу.

Түйінді сөздер:салқындатқыш құрылғы, термоэлектрлік тоңазытқыш

N.U. Aldiyarov, M.A. Kosherbay, L.R. Assylbekova

Development of a thermoelectric cooling device for local hypothermia

This article discusses plans for the study and development of a helmet for hypothermia and their optimization in accordance with the object of impact, the development and creation of a thermoelectric device for influencing the organs of the human body on the basis of chemotherapeutic procedures that ensure accurate dosing of temperature

levels and high reliability, as well as a complex of theoretical and experimental studies operating in these modes that require appropriate mathematical models and techniques calculation.
Keywords:cooling device, thermoelectric refrigerator.

УД 621.89.097.3

А.М. Назарова, А.А. Туякбаев
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
Aziza_nazar@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ПРИБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА МАСЛА В АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Аннотация. *В статье рассмотрены приборы, определяющие качество масла, предназначенные для анализа масла, смазочные материалы различного агрегатного состояния, условия работы авиационных масел, общие требования к маслам, а также приборы для определения качества масла в авиационных двигателях.*
Ключевые слова: *приборы качества масла, смазочные материалы, авиационные масла, приборы для определения качества масла.*

Авиационный двигатель (АД) является сложной наукоемкой технической системой непрерывно развивающейся по этапам жизненного цикла. В этой связи обеспечение качества авиационных двигателей представляется комплексной проблемой, реализация которой охватывает все этапы жизненного цикла. Большое влияние на показатели надежности оказывают смазочные масла. Главным назначением смазки любого механизма является уменьшение износа трущихся деталей и уменьшение мощности, которая затрачивается на это. Кроме этого смазывающие материалы отводят тепло от нагретых узлов двигателя, предохраняют детали машин от коррозии, очищают пространство между трущимися поверхностями от продуктов износа и механических примесей.

Развитие авиатехники неразрывно связано с совершенствованием авиационных газотурбинных двигателей (ГТД), сопровождаемое ростом температуры и давления газа по тракту двигателя и повышением уровня рабочих температур смазочных масел. Рабочие температуры масла в современных теплонапряжённых ГТД достигают 200°С (кратковременно 215°С). Анализ перспектив развития перспективных ГТД показал, что в двигателях ближайшего будущего уровень рабочих температур масла может достигнуть 240°С.

В связи с этим, из большого комплекса требований к качеству авиационных масел наиболее важным является требование к его высокой термостойкости, характеризующей способность масла сохранять на необходимом уровне физико-химические и эксплуатационные свойства при длительной работе в двигателе без образования недопустимого количества отложений продуктов окисления масла на нагретых до высоких температур деталях и узлах двигателя, омываемых маслом в ходе эксплуатации.

Кроме того, масло должно иметь такую вязкость, которая бы обеспечила работоспособность при высоких рабочих температурах, и позволила осуществить запуск двигателя при температуре окружающей среды до минус 40°С.

Масла должны иметь малую испаряемость при рабочих температурах и стабильные физико-химические характеристики в течение длительного периода.

Приборы качества масла предназначены для анализа масла на такие показатели качества, как вязкость, температура вспышки, температура воспламенения, общее щелочное число, кислотное число, плотность, испаряемость, содержание воды и загрязнений. Ряд из этих

параметров отражают не только качество масла, как такового, но и могут быть использованы для диагностики оборудования. В частности это относится к таким показателям, как вязкость, температура вспышки, содержание воды и, особенно, наличие и тип загрязнений.

Кроме того, существует ряд приборов качества масла, определяющих какие-то специфические характеристики определенных типов масла, например, приборы для определения тангенса угла диэлектрических потерь, электрической прочности, а также газосодержания трансформаторного масла.

Смазочными материалами машин и механизмов называют вещества, искуственно вводимые между их взаимно перемещающимися деталями в целях уменьшения трения и его вредных последствий.

Непроизводительная затрата мощности на преодоление трения благодаря смазке снижается в десятки и сотни раз. При современных скоростях и нагрузках узлы трения двигателей и силовых передач разрушились бы без смазки в течении нескольких секунд из-за заклинивания или расплавления и сваривания деталей, выделеным при трении теплом.

Антифрикционное (т. е. уменьшающее трение) действие смазочного материала может быть основано на двух различных по своей природе явлениях. Первое — образование тончайшей защитной пленки на поверхности контакта твердых тел, граничная смазка. Свойства смазочного материала, обеспечивающие граничную смазку, называют смазывающей способностью. Второе явление, на котором может быть основано антифрикционное действие смазочного материала ─ это разделение твердых тел при достаточно восокой скорости их относительного скольжения непрерывным слоем жидкости, которое называют гидродинамической смазкой (её называют также жидкостной). При этом трение твердых тел определяется вязкостью жидкости.

В современной технике преимущественное применение в двигателях и различных механизмах имеют жидкие смазочные материалы ─ смазочные масла. Перспективными при высокой температуре узлов трения двигателей считаются твердые (микрослоистые) и газовые смазки; в настоящее время они имеют ограниченное применение.

В различных агрегатах и узнах авиационной и ракетной техники широко используются двухфазные (микронеоднородные) консистентные смазки, состоящие из жидкого масла и твердого загустителя. Наряду с чисто газовыми смазками могут быть двухфазные смазки на газовой основе — аэрозоли (масляный туман, дымообразная сухая смазка).

*Условия работы авиационных масел***.** Смазочные масла по роду исходного сырья подразделяются на минеральные и синтетические. С развитием авиационного двигателестроения повысились тепловые напряжения, скорости движения и нагрузки на трущиеся детали двигателей. Масло в двигателе подвергается воздействию высоких температур, каталитическому влиянию конструкционных материалов, из которых состоит двигатель и смазываемые агрегаты, большим давлениям, окислительному действию кислорода воздуха. Условия работы масла значительно меняются в зависимости от типа двигателя, его конструктивных особенностей. В некоторых случаях для смазки одного и того же двигателя, работающего в различных климатических условиях, требуются различные по качеству масла.

Наряду с главными функциями смазочные материалы могут выполнять те или иные дополнительные функции — предохранять детали от коррозии, обеспечивать уплотнение зазоров между деталями (предотвращать перетекание газов через зазоры), выносить частицы износа из узлов трения и, наконец, масло может попутно использоваться в качестве рабочей жидкости гидроустройств.

Общие требования к маслам. Прежде всего масло должно обеспечивать хорошую смазку трущихся деталей и предотвращать их износ. Желательно чтобы даже при кратковременных нарушениях жидкостного режима смазки (пусковой период и период остановки) масло хорошо защищало от износа трущиеся детали. Масло в любых условиях эксплуатации должно надежно подаваться к трущимся и охлаждаемым деталям двигателя, агрегата или прибора. При длительной работе масло должно сохранять свои

свойства и не давать отложений на деталях, т.к. отложения способствуют перегреву и загрязнению двигателя, агрегата или прибора. Масло не должно вызывать коррозии деталей и призвано защищать детали от внешних коррозионных факторов. Необходимо, чтобы масла имели невысокую стоимость и длительный ресурс работы. Одним из важнейших требований к маслам является нетоксичность и малая огнеопасность. Подбор масла для конкретного двигателя ведут таким образом, чтобы оно по своим основным показателям наиболее полно отвечало требованиям для этого двигателя.

В результате реакции этерификации с синтетическими жирными кислотами получают эфир пентаэритрита, обладающий хорошими высокотемпературными свойствами. Масла на его основе успешно выдерживают температуру до 200°С без изменения своих физико-химических характеристик.

Для определения каждого показателя качества масла существуют свои приборы, которые позволяют проводить измерения или по соответствующим ГОСТам или другим нормативным документам. В одной статье не представляется возможным описать весь перечень методов измерения и производителей приборов качества масла, так как для каждого показателя возможен не один метод измерения и несколько производителей данного класса оборудования.

Сегодня мы остановимся на приборах качества масла, используемых для комплексного анализа масла и диагностики машинного оборудования. К таким приборам в частности относятся портативный экспресс анализатор масла BALTECH АО-5000 и минилаборатория для анализа масел и смазок BALTECH CSI 5200. Работа обоих приборов основана на измерении изменения диэлектрической проницаемости нового и использованного масла.

Экспресс анализатор масла BALTECH АО-5000 позволяет за 2 минуты ответить на вопрос: «Пригодно ли используемое масло к дальнейшей эксплуатации или нет?». Также он позволяет строить тренды изменения качества масла, и таким образом прогнозировать возможные неполадки в оборудовании. А прилагаемая к нему методика выполнения капельной пробы масла дает возможность определить такие неполадки в дизелях, как неполное сгорание топлива, недостаточная фильтрация масел и местный перегрев.

Минилаборатория для анализа масел и смазок BALTECH CSI 5200 как прибор качества масла позволяет определять такие показатели масла как вязкость, содержание воды и количество частиц по стандартам ISO 4406 и NAS 1638 (встроенный лазерный счетчик частиц), а также провести анализ частиц износа. В целом минилаборатория дает возможность определить причины изменения свойств масла – это загрязнения или износ, а также выявить источник проблем с оборудованием, если таковые имеются.

Литературы:

1. http://www.baltech.ru/catalog.php?catalog=23
2. https://studref.com/359997/tehnika/aviatsionnye_masla
3. https://works.doklad.ru/view/LSawLTVMO_A.html

А.М. Назарова, А.А. Туякбаев – РТжАТҚ кафедрасының асс.профессоры

Авиациялық қозғалтқыштардағы май сапасын анықтауға арналған құрылғыны құру мүмкіндігін зерттеу

Бұл мақалада мұнайдың сапасын анықтайтын әртүрлі агрегаттық күйдегі жағармайлар, авиациялық майлардың жұмыс істеу шарттары, мұнайға қойылатын жалпы талаптар, сондай-ақ авиациялық қозғалтқыштардағы мұнай сапасын анықтауға арналған аспаптар қарастырылады.

Түйін сөздер: май сапасының құралдары, майлау материалдары, авиациялық майлар, май сапасының көрсеткіштері.

A.M. Nazarova, A.A. Tuyakbaev - Assistant Professor of the Department of RAAE

Study the possibility of creating a device for determining the quality of oil in aircraft engines

The article discusses oil quality devices designed for oil analysis, lubricants of various aggregative state, conditions of operation of aviation oils, general requirements for oils, as well as instruments for determining the quality of oil in aircraft engines.

Keywords: oil quality devices, lubricants, aviation oils, devices for determining the quality of oil.

УДК 004.896.1

Рахметова П.М.[1], Властимир Н.[2]
[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
[2]Университет Ниша, г. Ниш, Сербия
p.rakhmetova@gmail.com

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛИС В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Аннотация. *Одним из перспективных средств аппаратной поддержки сбора и обработки зрительных данных являются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Наибольший объём данных приходится на этап первичной обработки, до появления первых признаков качества изображения и образов объектов на нём. От качества и своевременности получения данных первичной обработки существенно зависит возможность успешного решения задач системы технического зрения (СТЗ). В работе описываются обобщенная архитектура ПЛИС и его логические элементы, а также дается понятие функциональная схема аппаратной части систем технического зрения с использованием ПЛИС*

Ключевые слова: *система технического зрения, ПЛИС, первичная обработка, программное обеспечение*

Область применения ПЛИС в системах технического зрения все время расширяется, а сложность выполняемых задач возрастает. При реализации графовых суперкомпьютеров все более широко используются ПЛИС. Так, например, компания Convey Computers (производитель ускорителей на ПЛИС) создала систему Convey HC-1ex на базе ПЛИС с уникальной подсистемой памяти, оптимизированной под нерегулярный доступ. При этом многофункциональная реконфигурируемая система Convey HC-1ex – второе поколение встраиваемых в сокет Intel LGA 775 сопроцессоров на базе ПЛИС, выпускаемых компанией Convey Computers. На плате Convey HC-1ex две микросхемы ПЛИС используются для интерфейса с центральным процессором и декодирования команд, четыре – для выполнения пользовательской программы (эти платы также называют Application Engines (AE), остальные восемь реализуют контроллеры памяти. Для перепрограммирования пользователю доступны четыре AE, в которых можно загружать либо собственную прошивку, либо одну из предоставляемых производителем, специализированных под различные области приложений (финансовый анализ, биоинформатика, распознавание речи, графовые задачи и др.). Задачей ПЛИС является: повышение вычислительной пропускной способности, работа в качестве вычислительного элемента, снижающего уровень шумов, определение границ объектов и предупреждение проскальзывания элементов сцепления марсохода с поверхностью. [1] Передача самых затратных по времени вычислительных функций от процессора к ПЛИС обусловлена его уникальной особенностью ведения независимых параллельных расчетов. Из двух основных производителей ПЛИС, Xilinx и Altera, первый больше известен в сфере военных технологий и бортовой электроники, а второй – в сфере разработок для широкого коммерческого использования. Полезной характеристикой ПЛИС Altera является интеграция высокоскоростных трансиверов, позволяющих организовывать прием, обработку и передачу информации на скорости до 10 Гбит. Благодаря этому кристаллы ПЛИС от Altera имеют повсеместное применение в высокоскоростных сетевых устройствах ведущих производителей, таких как Cisco, Huawei и т.д.

Архитектура ПЛИС, или FPGA (Field-Programmable Gate Arrays) в английской транскрипции, – программируемые логические интергальные схемы, состоящие, в свою очередь, из логических блоков (LAB) и коммутирующих связей – программируемых матриц соединений. На рисунке 1 представлена обобщенная архитектура ПЛИС. [2]

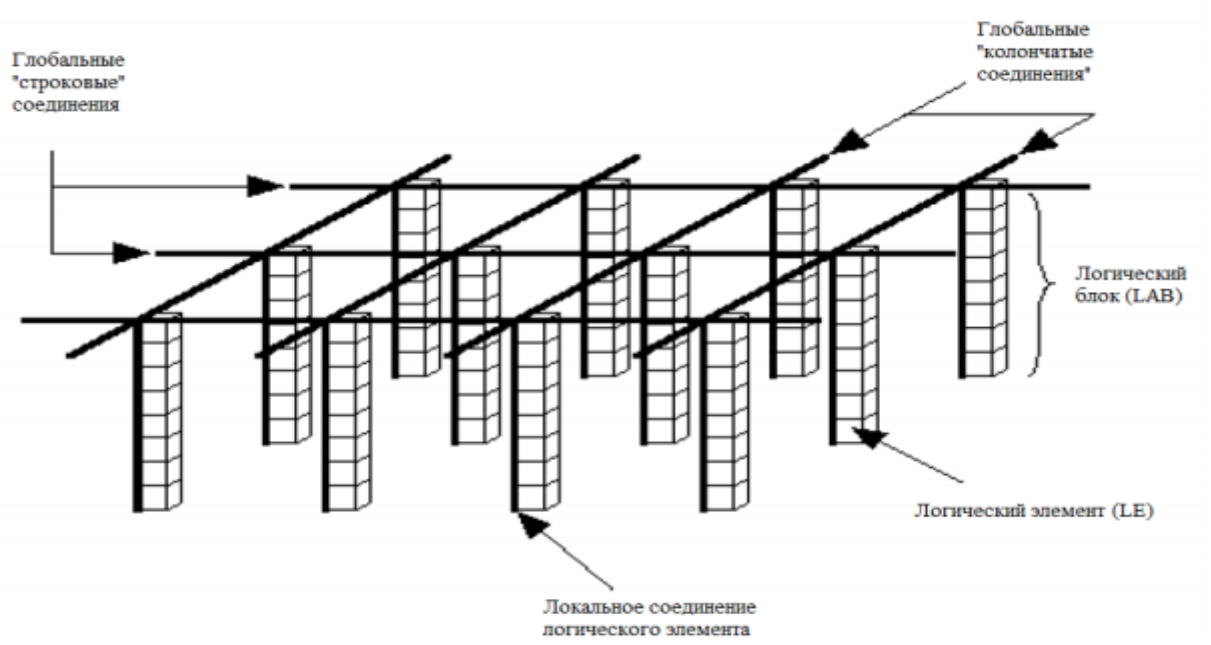


Рисунок 1 – Обобщенная архитектура ПЛИС

Логические блоки таких ПЛИС состоят из одного или нескольких относительно простых логических элементов, в основе которых лежит таблица перекодировки LUT (look-up table), программируемый мультиплексор, D триггер, а также цепи управления [3]. Пример логического элемента ПЛИС семейства Cyclone IV Altera представлен на рисунке 2.

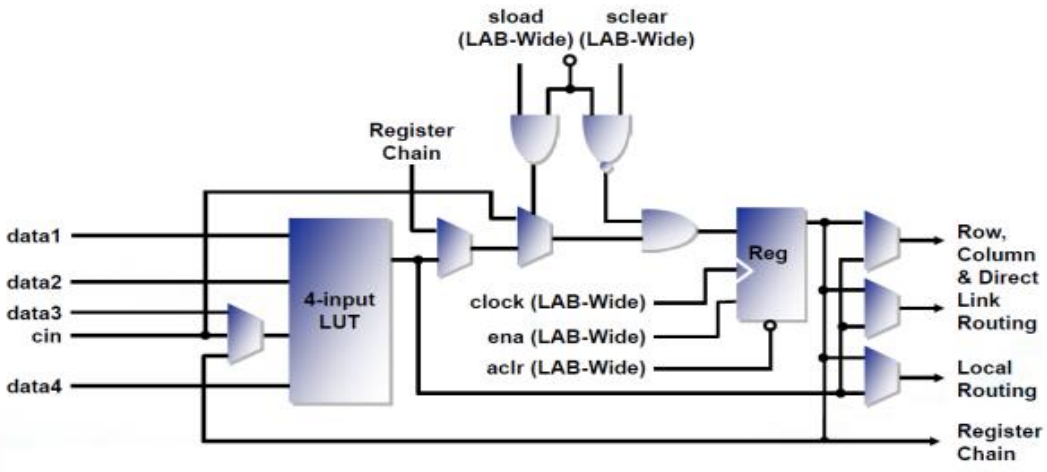


Рисунок 2 – Логический элемент ПЛИС линейки Cyclone IV производства фирмы Altera

Таких простых элементов может быть достаточно большое количество, у современных ПЛИС емкостью до 1 миллиона вентилей число логических элементов достигает нескольких десятков тысяч. Также некоторые семейства ПЛИС имеют встроенные реконфигурируемые модули памяти, что делает их весьма удобным средством реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов, основными операциями в которых являются перемножение, умножение на константу, суммирование, деление, вычитание, задержка сигнала. Одним из векторов развития ПЛИС является создание так называемой SoC (System on Chip), системы на кристалле. Этот подход заключается в реализации на ПЛИС процессора под управлением операционной системой реального времени. Реализация данного подхода выполнена

производителями ПЛИС как Altera, так и Xilinx. Altera предлагает к интеграции в ПЛИС процессор собственной разработки NIOS и/или NIOS II под управлением MicroC/OS-II. Эта операционная система является операционной системой реального времени с поддержкой вытесняющей многозадачности. Таким образом, производитель ПЛИС предоставляет разработчику выбор, как реализовывать стоящие перед ними задачи. Можно описать всю работу на жесткой логике, а можно интегрировать в ПЛИС процессор и решать задачи на удобном в программировании языке C/C++. Оптимальный выбор: исполнять наиболее трудозатратные по времени реализации задачи посредством интеграции процессора, а задачи, требующие большей производительности, выполнить в жесткой логике. В завершение необходимо подчеркнуть, что ПЛИС является гибким инструментом для достижения баланса между затратами на разработку и производительностью результирующей системы. Дополнительного исследования требует вопрос стоимости и удобства программирования соответствующих устройств. На рисунке 3 изображена функциональная схема СТЗ с использованием ПЛИС для первичной обработки зрительных данных.

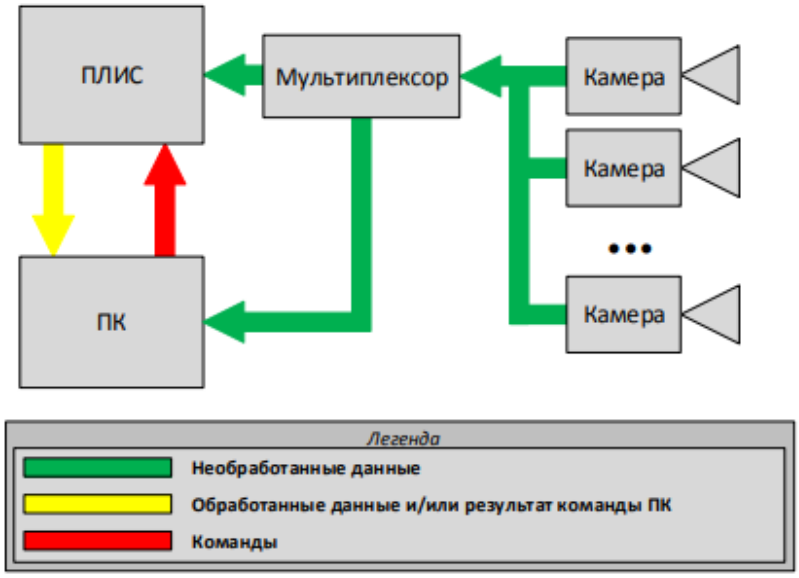


Рисунок 3 – Используемая в экспериментах схема аппаратной части СТЗ

Данная схема наглядно отражает предназначение программно-аппаратного подхода: разгрузка процессора общего назначения от задач первичной обработки изображения. В предложенной архитектуре блок «ПК», построенный на базе общего процессора, является частью архитектуры СТЗ, в которой реализуются поведенческие алгоритмы, исходной информацией для которых являются результаты обработки зрительных данных. Блок «ПЛИС» – это законченное изделие, имеющее периферийную часть, обеспечивающую ПЛИС оперативным запоминающим устройством (ОЗУ) и интерфейсами, необходимыми для приема/передачи информации. За счет ПЛИС СТЗ приобретает дополнительное вычислительное средство для аппаратной реализации алгоритмов обработки зрительных данных.

Ожидается, что наибольший эффект с точки зрения увеличения быстродействия СТЗ может принести использование ПЛИС при обработке объёмных массивов данных – на этапе ввода и первичной обработки. Полезным будет применение ПЛИС и на последующих этапах, когда необходимо оперативно получить результаты компоновки различных вариантов первичных признаков объектов на изображении. Удобство работы с инструментальными средствами создания программного обеспечения самым существенным

образом сказывается на эффективности всего процесса разработки систем технического зрения.

Прикладное программное обеспечение ПЛИС в составе СТЗ должно удовлетворять ряду общих требований:

1. Модульность (реализация функциональных блоков ПО в унифицированном интерфейсе и однотипном формате позволяет оперативно настраивать общую последовательность алгоритмической обработки зрительных данных);
2. Широкий спектр алгоритмов первичной обработки;
3. Универсальность (ПО должно быть переносимым на ПЛИС различных производителей)

Литературы:

[1] Larry Matthies, Mark Maimone, Andrew Johnson, Yang Cheng, Reg Willson, Carlos Villalpando, Steve Goldberg, Andres Huertas. Computer Vision on Mars // International Journal of Computer Vision, 2007 Springer Science + Busine

[2] А.С. Держановский, С.М. Соколов. Обработка зрительных данных в системе технического зрения реального времени с использованием ПЛИС. Москва, 2016 г.

[3] Стешенко В. Б., ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007, 576 с

Рахметова П.М.[1], Властимир Н.[2]

Техникалық көру жүйелерінде БЛИС зерттеулерін талдау

Аңдатпа. Көрнекі деректерді жинау және өңдеу үшін аппараттық қамтамасыз етудің перспективалық құралдарының бірі бағдарламаланатын логикалық интегралды схемалар (БЛИС) болып табылады. Деректердің ең үлкен көлемі бастапқы өңдеу кезеңінде түсіп, сурет сапасының алғашқы белгілері мен нысандардың суреттері пайда болғанға дейін төмендейді. Бастапқы өңдеуден алынған деректерді алудың сапасы мен уақыттылығы техникалық көру жүйесін (ТКЖ) проблемаларын табысты шешу мүмкіндігін айтарлықтай айқындайды. Бұл жұмыста БЛИС-ның жалпылама архитектурасы және оның логикалық элементтері сипатталған, сондай-ақ, БЛИС-ны қолданып, көру жүйелерінің аппараттық құрылымының функционалдық диаграммасы туралы түсінік берілген.

Ключевые слова: техникалық көру жүйесі, БЛИС, бастапқы өңдеу, бағдарламалық қамтамасыз ету.

Rakhmetova P.M.[1], Vlastimir N.[2]

Analysis of FPGA research in technical vision systems

Abstract. One of the promising means of hardware support for collecting and processing visual data are programmable logic integrated circuits (FPGAs). The largest amount of data falls at the stage of primary processing, until the first signs of image quality and images of objects appear on it. The quality and timeliness of obtaining data from primary processing significantly determines the possibility of successfully solving the problems of the vision system (FC). The paper describes the generalized architecture of the FPGA and its logical elements, and also gives the concept of a functional diagram of the hardware of vision systems using the FPGA

Keywords: vision system, FPGA, primary processing, software

УДК 61(075.8)

Р.К. Шаназар, К.К. Макешева-сениор-лектор, к.ф.–м.н.

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

Shanazar_rifat@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ПОМЕХ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ФОНОКАРДИОГРАММ

Аннотация. *Исследованы источники помех, характерных при регистрации шумов дыхания в электронной аускультации. Представлены классификация дыхательных шумов человека и способы их уменьшения.*

Ключевые слова: *электронная аускультация, фонокардиограмма, дыхательные шумы.*

Аускультация – медицинский метод исследования внутренних органов человека и животных путем выслушивания возникающих в этих органах звуковых явлений: тонов и шумов сердца, звуков дыхания, шумов трения поверхностей плевры и перикарда. Первые попытки создания устройств для объективной аускультации были предприняты в середине 30-ых годов прошлого столетия, когда были разработаны опытные образцы электронных стетофонендоскопов.

В процессе регистрации шумов дыхания, наряду с полезными сигналами, на вход первичных сенсоров поступают нежелательные шумы – помехи, усложняющие последующую обработку полезного сигнала и снижающие достоверность и эффективность диагностики. Классификация источников помех обусловлена тем, что определяющие аускультативные диагностические признаки, содержащиеся в звуках дыхания, могут маскироваться на фоне высокоуровневых помех. Наиболее критично это в тех случаях, когда респираторные диагностические признаки появляются бессистемно или при низком уровне полезного сигнала, что характерно для ослабленного дыхания, сопутствующего ряду бронхолегочных патологий.Основная техническая идея, реализованная в них, включает в себя регистрацию дыхательных шумов, преобразование их в электрический сигнал, его усиление, частотную фильтрацию,преобразованиевцифровуюформу и компьютерную обработку с последующейвизуализацией. При этом появилась возможностьсохраненияакустическихпортретовсигналавкомпьютерном банке данных и, при необходимости, распечаткиихкопий. В различных компьютерных диагностических комплексах для регистрации звуков жизнедеятельности используются как приемники пульсаций звукового давления (микрофоны), так и датчики колебательного ускорения (виброакселерометры).

Существует несколько предположений о возможных механизмах возникновения респираторных звуков. Наиболее адекватной является гипотеза, показывающая, что дыхательные шумы возникают за счет турбулентного вихреобразования в трахее, бронхах, на элементах разделения потоков воздуха (бифуркациях) и даже в мелких воздуховодных путях с диаметрами порядка 2 ÷ 3 мм. Эти акустические сигналы достаточно слабы, но их источники располагаются вблизи внешней поверхности грудной клетки и могут быть зарегистрированы на ней. Дыхательные шумы являются нестационарным случайным сложным процессом, модулированным по частоте и периодически изменяющим свою интенсивность. Их динамический диапазон у здоровых людей достигает 60 дБ, а частотный спектр простирается от 5 до 2000 Гц. При отдельных видах заболеваний наблюдается расширение значимого частотного диапазона вплоть до 4000 Гц.Следует подчеркнуть, что микрофон, всегда регистрирует сигнал, содержащий сумму некоррелированных составляющих: звуки жизнедеятельности организма, фоновые шумы, вибрационные и электромагнитные помехи. Каждую из них можно разделить на отдельные компоненты, в зависимости от порождающего источника. Обобщенная схема таких источников отображена на рисунке 1.

Естественно, при регистрации дыхательных шумов все другие составляющие сигнала являются помехами по отношению к ним. Рассмотрим более подробно каждую составляющую помех и ее источники.В процессе жизнедеятельности человека внутри его тела, кроме дыхательных шумов, генерируются звуки, источниками которых являются сокращение сердечной мышцы (звуки и шумы сердца), турбулентное течение крови в сердце и крупных кровеносных сосудах (шумы кровотока), перемещение пищи в желудочно-кишечном тракте (звуки перистальтики). У рожениц в брюшной полости также появляются дополнительные звуки, связанные с работой сердца ребенка.Во время работы сердца в результате колебательных движений сердечной мышцы (миокарда) и внутрисердечного течения крови возникают звуки, которые делятся на тоны и шумы. Частотный спектр сердечных звуков простирается от 10 ÷ 20 до 800 ÷ 1000 Гц. Так, I тон обычно представлен

частотной полосой 30 ÷ 120 Гц, а II – 70 ÷ 150 Гц. Значительно реже можно наблюдать III и IV тоны, уровни, которых на порядок ниже уровней I и II тонов. Вариации амплитуды и спектрального состава сердечных звуков, обусловленные патологией, обширны и разнообразны. Они связаны с гемодинамикой течения крови, аномальными изменениями клапанов, стенозами артерий, пороками сердца, нарушениями ритма, дефектами внутри сердечных перегородок . Систолические шумы проявляются на частотах 50 ÷ 600 Гц, а диастолические – на 120 ÷ 800 Гц . Интенсивность сердечных звуков сопоставима с интенсивностью дыхательных шумов, а в диапазоне низких частот 10÷80 Гц может превосходить их. Поэтому проблема уменьшения влияния этого фактора не столь проста. Тем не менее, она разрешима не на стадии регистрации дыхательных шумов, а при последующей обработке сигналов.

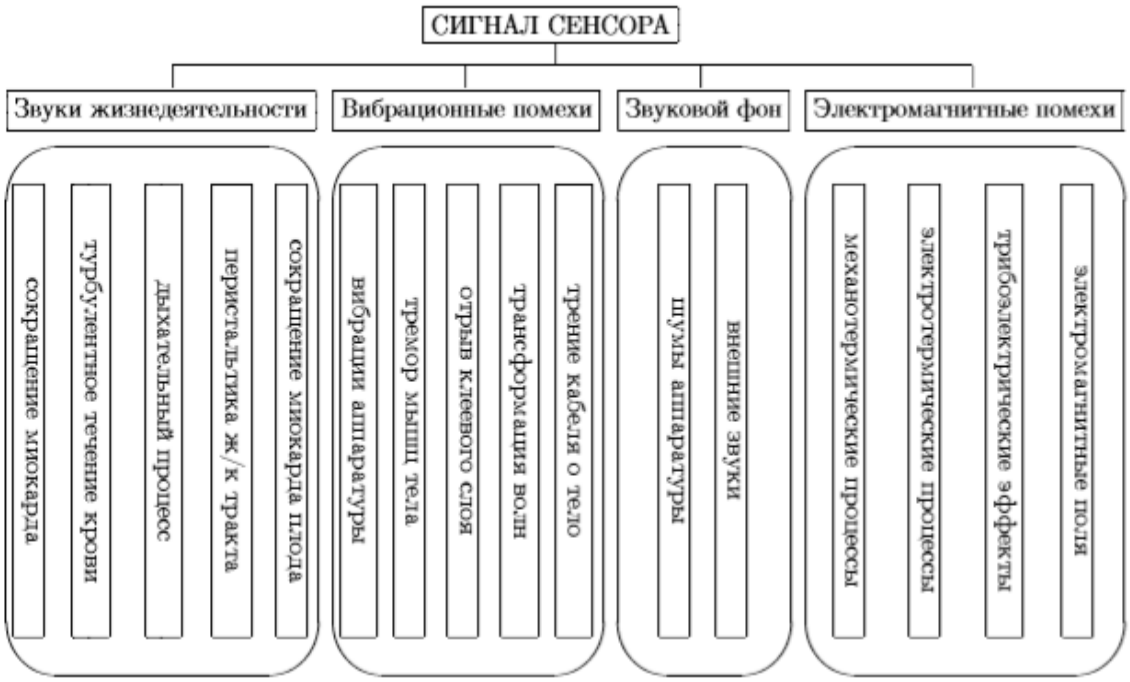


Рисунок 1 - Составляющие сигнала, принимаемого сенсором при аускультации

Наряду с указанными внешними источниками вибрационных помех, существует ряд специфических механизмов их генерации: тремор мышц тела, трение сигнального кабеля по телу, отрыв (прилипание) клеевого слоя при расширении и сжатии грудной клетки в процессе дыхания, интерференция поверхностных волн при близком расположении сенсоров. Тремор мышц – это непроизвольное дрожание участков тела, причиной которого являются заболевания нервной системы пациента. По интенсивности тремор превосходит I и II тоны сердца, а полоса частот, в которой он наблюдается, простирается от долей до десятков герц. Трение сигнальных кабелей по телу пациента приводит к появлению в них продольных волн, которые передаются на чувствительные элементы и вызывают появление в сигнале случайных импульсов. По характеру взаимодействия с полезным сигналом все помехи делятся на аддитивные и мультипликативные.

В свою очередь, аддитивные помехи по своей статистической структуре подразделяются на три группы: флуктуационные (распределенные по частоте и времени), импульсные (сосредоточенные по времени) и гармонические (сосредоточенные по спектру). Флуктуационная помеха представляет собой бесконечную сумму колебаний от многочисленных источников, которые накладываются одно на другое, образуя случайный непрерывный процесс. В нашем случае к флуктуационным нежелательным составляющим следует отнести шумы сердца и кровотока, интерференционную помеху, шумы аппаратуры,

электромагнитные наводки, внешние, механотермические, электротермические и трибоэлектрические шумы.

Импульсные помехи, по сути дела, представляют собой дискретный случайный процесс, состоящий из случайно распределенных по времени и амплитуде отдельных импульсов. Статистические свойства подобных помех хорошо описываются теорией импульсных случайных потоков. При регистрации дыхательных шумов в этом качестве выступают тоны сердца пациента и плода (у рожениц).

Гармонической помехой называют аддитивную помеху, энергетический спектр которой сосредоточен в относительно узкой полосе частот, сопоставимой с полосой полезного сигнала или более узкой, чем она. Такие составляющие могут возникать, например, при вибрации плохо сбалансированных моторов (бытовые вентиляторы, вентиляторы компьютеров и др.).

Мультипликативную помеху при аускультации дыхательных шумов вызывает изменчивость параметров звукового поля, генерируемого дыханием, и каналов его распространения во времени

Как видно из вышеизложенного, процесс регистрации дыхательных шумов осуществляется в достаточно сложной помеховой обстановке. Поэтому борьба с нежелательными составляющими сигнала требует в ряде случаев нетривиальных решений звукового поля, генерируемого дыханием, и каналов его распространения во времени. Конечно,современная теория передачи сигналов не ограничена энергетическим соотношением сигнал/помеха, а использует для выделения полезной составляющей данные многомерных функций распределения характеристик сигнала, а также некоторые априорные сведения о нем.

Таким образом рассмотрены, проанализированы и классифицированы источники помех фонокардиограмм, возникающих при аускультации дыхательных шумов человека.Указаны способы повышения критерия помехозащищенности сенсоров от источников помех различной природы.

Литературы:

1. Sprague H. B. A new combined stetoscope chest pi- ece // JAMA.– 1926.– 86.– P. 1909–1913

2. Verburg J., van Vollenhoven E. The recording of heart vibrations: A problem of vibration measurement on soft tissue // Med. Biol. EngngComput.– 1984.– 22.– P. 168–178.

3. Гринченко В. Т., Макаренков А. П. Устройство для аускультации // Патент РФ на изобретение.– 1996.– N 2062047.– С. 1–3.

4. Вовк И. В., Гринченко В. Т., Дахнов С. Л., Крижановский В. В., Олийнык В. Н. Шумы дыхания человека: объективизация аускультативных признаков // Акуст. вісн.– 1999.– 2, N 3.– С. 11–32.

5. Grotberg J. B. Pulmonary flow and transport phenomena // Ann. Rev. FluidMech.– 1994.– 26.– P. 529–571.

6. Вовк И. В., Гринченко В. Т., Дахнов С. Л. Влияние физиологических особенностей верхних дыхательных путей на характеристики шумов дыхания // Акуст. вісн.– 1998.– 1, N 3.– С. 14–23.

7. Макаренкова А.А., Олийнык В.Н., «Помехи сенсоров виброакселерометров,используемых для аускультации дыхательных шумов »// ISSN 1028 - 7507 Акустичнийвісник. 2006. Том 9, N 1. С. 45 – 54.

8. Макешева К.К., Каныбек М. Распределённая система для диагностики кардиореспираторных заболеваний с использованием электронного стетоскопа // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2017; Т.16; № 8; С.182-183.

9. KulyashK. Makesheva, EldosA. Altay, AygerimA. Sadykova. The phonocardiographic data recording processing system: an effective approach// Cardiometry. 2018; № 12; p. 66-69.

Р.К. Шаназар, К.К. Макешева

Фонокардиограммаларды тіркеу кезінде, туындайтын кедергілердің ерекшеліктері

Фонокардиограммалық зерттеу жүргізгендегі кедергілердің ерекшілектері. Тыныс алу шуларын электірлік аускультациямен тіркеу барысында пайда болған кедергіге тән деректемезерттелген.

Түйін сөздер: электірлік аускультация, фонокардиограмма, тыныс алу шулары.

R.K.Shanazar,K.K.Makesheva

Features of the hindrances arising at registration of phonocardiograms.

Features of interference, arising from the registration of phonocardiograms. The sources of interference characteristic for the registration of respiratory noise in electronic auscultationareinvestigated. A classification of human respiratory noise and ways to reduce them are presented.

Keywords:electronicauscultation, phonocardiogram, respiratorysound.

УДК 621.3 (075.8)

Тлеумагамбетов Н.С., Умирбаев Д.Е., Ожикенов К.А., Туякбаев А.А., Тулешов Е.А.
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, г.Алматы, Казахстан
t.nurkhan_95@mail.ru

СОХРАНЕНИЕ ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА СЛУЧАЙ ПОТЕРИ ЧЕРНОГО ЯЩИКА ВОЗДУШНОГО СУДНА

Аннотация. *Комплекс для сохранения полетной информации, включающий использование оборудования для записи полетной информации на твердотельный накопитель цифровой информации, отличающийся тем, что дополнительно на борту самолета установлена мобильная станция связи, включающаяся в моменты резкого изменения одного из основных параметров воздушного судна и передающая полетную информацию через спутник в авиационные центры, находящиеся на Земле.*

Ключевые слова: *сохранение полетной информации, черный ящик, мобильная станция связи, спутник, авиационный центр.*

Изобретателем первого подобного устройства считается австралийский учёный Дэвид Уоррен. В мае 1953 года потерпел крушение первый в мире реактивный пассажирский лайнер «Комета-1». В результате катастрофы никто не уцелел, не было свидетелей, и о причинах ничего не было известно. Работая в команде проводившей расследование падений, Дэвид подумал о том, что записи переговоров пилота и членов экипажа, а также показания приборов при падении могли бы помочь в установлении причин падения самолётов.

Бортовой самописец (именно так на самом деле называется устройство) обычно делают красного или оранжевого цвета, а форму придают шарообразную или цилиндрическую. Объяснение очень простое: округлая форма лучше противостоит внешним воздействиям, неизбежным при падении самолета, а яркий цвет облегчает поиски.

В 1957 году Дэвид, при помощи двух своих коллег из Научно-исследовательской лаборатории аэронавтики в Мельбурне (Aeronautical Research Laboratory), создал действующую модель «чёрного ящика», который мог записывать информацию и переговоры в течение четырёх часов.

В последнее время проблема сохранения полетной информации приобретает все большее значение в связи с тем, что в последние 10 лет участились случаи утери и поломок черных ящиков при авиационных катастрофах. В связи с этим большую актуальность представляет собой создание радиоэлектронных систем, которые позволили бы через спутниковую связь осуществлять дополнительную запись всей полетной информации в

авиационных центрах. Однако высокая дороговизна процесса передачи радио-информации через спутниковую связь усложняет решение данной проблемы. Поставлена задача построения аппаратно-программного комплекса с радиоэлектронной системой, позволяющего осуществлять дополнительную запись полетной информации через спутниковую связь в критические ситуации.

Задача сохранения полетной информации воздушного судна достигается тем, что в комплексе, включающем использование оборудования для записи полетной информации на твердотельный накопитель цифровой информации, согласно предлагаемому изобретению, дополнительно на борту самолета установлена мобильная станция связи, включающаяся в моменты резкого изменения одного из основных параметров воздушного судна и передающая полетную информацию через спутник в авиационные центры, находящиеся на Земле.

"Черный ящик" – это в первую очередь особым образом защищенный записывающий аппарат, схожий с жестким диском компьютера или картой памяти. Здесь регистрируются и сохраняются все важные параметры полета и работы авиалайнера, а также разговоры в кабине пилотов. Раньше эти компоненты находились в двух независимых друг от друга аппаратах, сегодня уже выпускаются комбинированные модели, где совмещены обе функции. Однако, согласно правилам, в этом случае необходимо, чтобы на борту находилось два таких комбинированных самописца.

"Черные ящики" должны быть в состоянии выдержать нагрузки и остаться неповрежденными при самых разных аварийных сценариях. Перед тем как получить допуск к использованию, они проходят испытания – самописцы должны выдерживать удар о бетонную стену на скорости в 750 км/ч, давление в 2,25 тонны в течение как минимум пяти минут, температуру до 1100 градусов Цельсия не менее часа и нахождение на глубине до 6000 метров под водой. Чтобы их могли быстрее обнаружить в море, устройства при контакте с соленой водой автоматически включают радиомаяк, сигнал которого можно уловить в радиусе двух километров. Так как радиус этот невелик, спасателям все же необходимо знать приблизительное нахождение обломков самолета. Сущность предлагаемого изобретения заключается в следующем. Установленная на воздушном судне мобильная станция связи передает полетную информацию на спутник, откуда сразу поступает в авиационные центры, находящиеся на Земле, где записываются и хранятся на твердотельных накопителях цифровой информации.

Речевой бортовой самописец записывает все звуки в кабине самолета. Наряду с разговорами пилотов он записывает инструкции, которые дает бортовой компьютер, общение с наземными службами, разговоры с бортпроводниками, а также объявления, которые экипаж делает для пассажиров. Кроме того, устройство регистрирует все шорохи, звуки переключателей и работающего двигателя.

Все частные разговоры пилотов, конечно, также записываются и хранятся в "черном ящике" - поэтому анализ этих записей и их расшифровка должны проходить под полным контролем и с учетом защиты личных данных. Содержание разговоров может использоваться только для того, чтобы выяснить причины аварии или технического сбоя. Поэтому в "черном ящике" сохраняются лишь последние 120 минут разговоров - более старая информация автоматически стирается. Модели самописцев предыдущего поколения вообще хранят лишь последние 30 минут разговоров. Кроме того, у пилота существует техническая возможность приостановить запись или даже стереть ее.

К данным бортового самописца, фиксирующего технические параметры полета и состояние лайнера, пилоты и вовсе не могут получить прямой доступ. На старых моделях самолетов они, однако, должны были вручную включать такие аппараты до начала полета, в современной авиации это происходит автоматически. За последние годы значительно увеличился объем сохраняемых данных. Сегодня самописцы регистрируют сотни, а то и тысячи разных параметров. К ним относятся, к примеру, траектория полета, высота,

скорость, положение самолета, работа двигателя и температура выхлопных газов, положение шасси и закрылков.

Эти данные способствуют выяснению экспертами причин аварии или серьезного технического сбоя, а также позволяют обнаружить и устранить в дальнейшем потенциальные источники неполадок. Но полностью реконструировать схему полета они все-таки не могут. Для полноценного анализа и расшифровки данных "черных ящиков" в мире есть лишь несколько специализированных центров. При этом не в каждом из них имеется возможность работать со всеми типами бортовых самописцев.

Чтобы сохранить полетную информацию, я думаю, нужно передавать полетную информацию в реальном времени. Так как спутниковая передача информации очень дорогая, не нужно передавать всю информацию с начала полета. Нужно передавать с того момента, когда в параметрических самописцев большие отклонения. На наш взгляд основными параметрами можно считать скорость изменения высоты. Если использовать данный параметр в качестве основного то можно предложить следующий электронный комплекс, представляющий собой аппаратно-программный комплекс.

Электронный комплекс для сохранения полетной информации приведен на рисунке 1

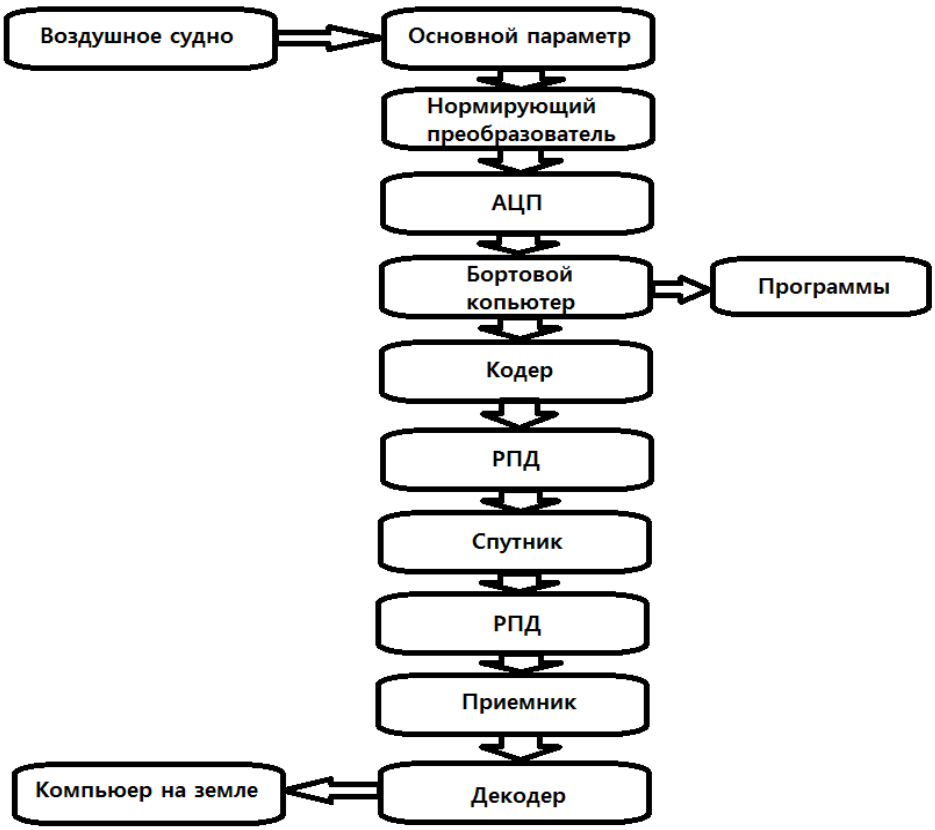


Рисунок 1 - Электронный комплекс

Сущность работы предлагаемого комплекса состоит в том, что информация об изменении основного параметра (высота) поступает через нормирующий и аналого-цифровой преобразователи в бортовой компьютер, где с помощью программы обрабатывается. В момент, когда скорость изменения высоты становится выше заданной в программе нормы, компьютер включает радиопередающую систему, в которой цифровой сигнал для более надежного прохождения через радиоканал, пропускается через кодер, в котором осуществляется преобразования сигналов путем использования специальных кодов, обладающих большой избыточностью для последующего максимально верного восстановления информации. Кодированный сигнал с помощью радиопередатчика

работающего в режиме ЧМ-модуляции отправляется на спутник, где с помощью его приемо-передающей системы отправляется на землю, где принимается, декодируется и поступает в компьютер, который находится на земле в авиационном центре, где записывается и хранится.

Сущность предложения заключается в следующем. При ситуации, когда в черный ящик будут записываться некоторые показания полетной информации, которые резко отличаются от текущих, в этот момент программно-аппаратный комплекс должен срабатывать и включать радиоэлектронную цифровую систему, которая связывает борт самолета через спутник с авиационным центром, располагаемым на земле. В такой ситуации показания записывающиеся в обоих черных ящиках, будут передаваться на землю, и в случаи утери черных ящиков будет возможность сдублировать полетную информацию в самые критические ситуации, которые имели место в полете. До возврата показании установившемуся состоянию.

Литературы:

[1] https://hi-tech.mail.ru/review/Black_Box/

[2] Виктор Филиппов. Железный свидетель. Известия (19 октября 2008). Проверено 21 февраля 2015.

[3] https://news.rambler.ru/other/39132932-chernyy-yaschik-samoleta-zachem-nuzhen-i-kakogo-tsveta-on-na-samom-dele/.

[4] Ожикенов К. А., Туякбаев А. А., Тулешов Е. А., Тлеумагамбетов Н.С., Умирбаев Д.Е. Комплекс для сохранения полетной информации. Положительное решение по заявке на изобретение №2019/0145.2 от 14.02.2019.

Тлеумагамбетов Н.С., Умирбаев Д.Е., Өжікенов К.А., Туяқбаев А.А., Тулешов Е.А.

Ұшақтардың ұшу аппаратын жоғалту жағдайында сақтау

Аңдатпа. Ұшу туралы ақпаратты сақтау, соның ішінде қатты күйдегі сандық ақпаратты сақтау құрылғысындағы ұшу туралы ақпаратты жазуға арналған жабдықты пайдалану, әуе кемесінің бортында қосымша әуе байланыс стансасының орнатылғандығын сипаттайды, ол әуе кемесінің біреуінің негізгі параметрлерінің кенет өзгеруіне ауысқан кезде қосылады және ұшу туралы ақпаратты Жер бетінде орналасқан авиациялық орталықтар.

Түйінді сөздер: ұшу ақпаратты сақтау, қара жәшік, ұялы байланыс станциясы, спутниктік, авиациялық орталық.

K. A. Ozhikenov, A. A. Tuyakbaev, E. A. Tuleshov, N. S.Tleumagambetov, D.E.Umirbaev

Saving flight information in case of loss of the aircraft black box

Annotation. A complex for saving flight information, including the use of equipment for recording flight information on a solid-state digital information storage device, characterized in that an additional mobile communications station is installed on board the aircraft, which is switched on at the moments of a sudden change in one of the main parameters of the aircraft and transmits flight information via satellite aviation centers, located on Earth.

Keywords: flight information saving, black box, mobile communication station, satellite, aviation center.

UDC 621.865.8

Zh.N. Issabekov[1], A.K. Koval'chuk[2], A.N. Ualievich[1]
Scientific advisor- A.K. Koval'chuk, cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Robotics and Intellectual Systems, Institute for the Development of Advanced Professional Education, Moscow, Russia.
[1] Zh.N. Issabekov1, doctoral student, Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satbayev, Almaty, Kazakhstan
A.N. Ualievich[1], candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
janibek_23.93@mail.ru

THE STUDY OF THE DYNAMICS OF THE EXECUTIVE MECHANISM OF THE EXOSKELETON

Annotation: *In this article, we consider the kinematic scheme (KS) of the tree-like executive mechanism (EM) of the exoskeleton. Equations of dynamics are obtained using the D'Alembert principle. The results of the study of the dynamics of the executive mechanism of the exoskeleton are presented. A 3D model of the executive mechanism of the exoskeleton is developed in the SolidWorks software package. In the MATLAB software complex, the dependencies of the moments and powers in the joints on time are constructed.*

Keywords: *exoskeleton, synthesis of the kinematic structure, equation of the dynamics of the exoskeleton, mathematical modelingy, MATLAB.*

Introduction. One of the main stages of creating robotic systems is to conduct mathematical modeling of their dynamics. To date, many methods for solving this problem have been proposed [1]. Methods of mathematical description of kinematics and dynamics of EM robots are devoted to the publication [2-3]. According to the results of the review [4-5], it follows that in the Russian Federation there is a significant backlog in this area of research. The optimal approach to constructing a mathematical model of the dynamics of the EM exoskeleton is the use of the modified coordinate system (CS) of Denavite-Hartenberg and the D'Alembert principle, which allows one to determine its motion taking into account the external forces and moments applied to it, as well as the forces and moments from the superimposed on it external kinematic connections and calculate the forces and moments of reactions of these bonds that arise.

1. The parameters of Denavite-Hartenberg

The kinematic scheme of the exoskeleton and its 3D model are presented respectively [4, 6, 14]. The values of the modified Denavite-Hartenberg parameters for the main and auxiliary systems of the coordinates of the exoskeleton's executive mechanism are presented respectively. Initial data for the calculation of the dynamics of the EM exoskeleton [7]:

di [m], ai [m], α_i [rad] - are the Denavite-Hartenberg parameters of the main and auxiliary SC exoskeleton, and the parameters f (i) and ns(i), where f(i) is the link number of the link's father i and ns (i) is a parameter that shows how the child is the link i for the link f (i);

- parameters of the EM links: mass, inertia tensors, coordinates of the centers of mass of the links, obtained from the results of 3D modeling of the structure;
- coordinates of points of application of external forces;
- coordinates of external linking points.

2. Equation of the dynamics of the tree-like EM of the active exoskeleton

Let us express the forces developed by the drives through the generalized coordinates and their derivatives [8]. In the process, the movement of the active exoskeleton of its foot interacts with the supporting surface. Then the equation for the dynamics of the EM exoskeleton, taking into account the effect of external forces and moments, as well as external external kinematic constraints, can be written in the following form:

$$\begin{pmatrix} A(q) & -J_{V_R}^T(q) \\ J_t(q) & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \ddot{q} \\ {}^0\dot{\omega}_f \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} B(q,\dot{q}) \\ P(q) \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} L(q) \cdot F_e \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tau \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

where q is the vector of generalized coordinates of the EM;

τ is the column vector of the moments developed by the EM drives. The values of the remaining block vectors and matrices of equation (1) are determined in accordance with [8].

2.1 Calculation of mass values, coordinates of the centers of mass, inertia tensors of the executive mechanism of exoskeleton links

Define the following parameters of the links:

- mass;
- coordinates of the centers of mass of the links in the connected main CS of these links;
- the inertia tensors of the links with respect to the CS, whose axes are parallel to the axes of the main connected CS of these links, and the origin is in the CM of the links;
- the coordinates of the points of application of external forces to the links of the actuator in the associated main CS of these links;
- the coordinates of the points of application of the reaction forces to the links of the mechanism in the associated main CS of these links.

The mass-inertial parameters of the IM exoskeleton were obtained from the results of 3D modeling in the SolidWorks system.

We will write down the laws and ranges of variation of the generalized coordinates for joints equipped with drives:

1) $q_9(t) = q_{13}(t) = -45^\circ \cdot sin(90 \cdot t)$ – femoral joint;

2) $q_{10}(t) = q_{14}(t) = 45^\circ \cdot sin(90 \cdot t)$ – knee joint.

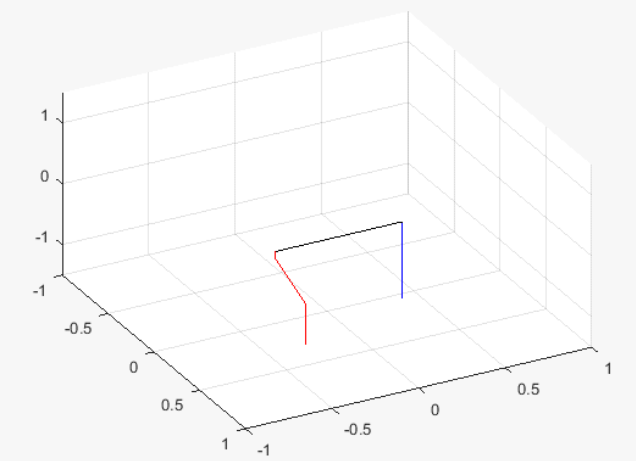


Figure 1 - The examined position of the exoskeleton

3. Results of the theoretical study

The dependence of the power in the joint on time is constructed taking into account the support reaction in the MATLAB software package. The desire to reduce power consumption forces designers to develop power plants, to explore different types of drives and methods for energy-efficient management of them [9, 10,13].

The proposed method for calculating the energy parameters of the exoskeleton, used in [11, 12] by the synthesis of the KS of the EM exoskeleton, allows throughout the whole process of product development.

Conclusion

This method of calculating the energy parameters of the exoskeleton allows us to predict the energy characteristics of the drives. The results of the theoretical study showed that the power consumption for the exoskeleton is very high. To reduce the power it is necessary to extend the legs

of the exoskeleton and to investigate the ways of energy-efficient drive control, since the frequency depends on the speed of the exoskeleton body.

References:

[1] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Matematicheskaya model [in Russian: Mathematical model]

[2] Medvedev V.S., Leskov A.G., Yushchenko A.S., Popov E.P., ed. Sistemy upravleniya manipulyacionnih robotov [in Russian: Control systems of manipulation robots]. Moscow, Nauka [Science] Publ., 1978, 416 p.

[3] Koval'chuk A.K. Modificirovannaya sistema koordinat Denavita-Hartenberga dlya ispolnitelnih mehanizmov robotov s drevovidnoi kinemotichtskoi strukturoi. [in Russian: Modified coordinate system for the executive mechanisms of the robots with Denavit-Hartenberg's wooden kinematic structure]. Nauka i obrazovanie. MGTU im. N.EH.Baumana [Science and education MSTU n.a. N.E. Bauman], 2015, No. 11, pp. 12-30. - URL: http://technomag.bmstu.ru/doc/826673.html

[4] Isabekov Zh.N. Proektirovanie kinemoticheskoi shemy drevovidnogo ispolnitelnogo mehanizma ekzoskeleta. [in Russian: Designing of the kinematic scheme of the tree-like mechanism of the exoskeleton]. Molodezhnyj nauchno-tekhnicheskij vestnik [Youth scientific and technical bulletin], 2016, No.11. - URL: http://sntbul.bmstu.ru/doc/851261.html.

[5] Zenkevich S.L., Yushchenko A.S. Osnovy upravleniya manipulyacionnymi robotami. [in Russian: Basic concepts of manipulation robots control]. Moscow, MSTU after NE Bauman Publ., 2004, 480 p.

[6] Isabekov Zh.N. Matematicheskaya model kinematiki I dinamiki drevovidnogo ispolnitelnogo mehanizma aktivnogo ekzoskeleta. [in Russian: Mathematical model of kinematics and dynamics of wooden actuating mechanism of active exoskeleton]. Politekhnicheskij molodezhnyj zhurnal. MGTU im. EH.N. Baumana [Politechnical student journal. MSTU after NE Bauman], 2016, No. 11. URL: http://ptsj.ru/catalog/menms/robots/34.html

[7] Vereykin A.A., Koval'chuk A.K., Karginov L.A. Isledovanie dinamiki ispolnitelnogo mehanizma ekzoskeleta nijnih konechnostei s uchetom reakcii opornoi poverhnosti. [in Russian: The lower extremities exoskeleton actuator dynamics research taking into account support reaction.]. Nauka i obrazovanie. MGTU im. EH.N. Baumana [Science and education. MSTU after NE Bauman], 2014, No. 12, pp. 256-278. URL: http://technomag.bmstu.ru/doc/745388.html

[8] Koval'chuk A.K., ed. Osnovy teorii ispolnitelnih mehanizmov shagaiushih robotov. [in Russian: Theory fundamentals of walking robot actuating mechanism]. Moscow, Rudomino Publ., 2010, 167 p.

[9] Koval'chuk A.K., Yarots V.V. Proektirovanie ispolnitelnogo mehanizma i rashet moshnosti privodov robota specialnogo naznocheniya. [in Russian: Designing actuating mechanism of robot and power calculation of task rectangular drive]. Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Natural and technical sciences], 2016, No. 10, pp. 101-106.

[10] Koval'chuk A.K. Rashet moshnosti privodov robota s uchetom dinamiki ego ispolnitelnogo mehanizma. [in Russian: Power calculation of robot drive taking into account its actuating mechanism dynamics]. Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Natural and technical sciences], 2014, No. 1, pp. 128–131.

[11] Koval'chuk A.K., Vereykin A.A., Karginov L.A., Tsepkova A.A. Proektirovanie i rashet moshnosti privodov medicinskogo robota s uchetom dinamiki ego ispolnitelnogo mehanizma. [in Russian: Designing and calculation of medical robot drives taking into account its actuating mechanism dynamics]. Tekhnika i tekhnologiya: novye perspektivy razvitiya [Technics and technology: new ways of developing], 2014, No. XII, pp. 28-41.

[12] Koval'chuk A.K., Romashko A.M., Vereykin A.A., Karginov L.A., Malyakina E.A., Stativa V.A. Opredelenie momentov v sochleneniah shestinogogo shagaiushego robota. [in Russian: Moments identification in six-leg walking robot articulation]. Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoj nauki [Theoryical and applying aspects modern science], 2014, No. 3-1, pp. 78-85.

[13] Vereykin A.A., Koval'chuk A.K., Kulakov D.B., Semenov S.E. Analiz i vibor kinemoticheskoi struktury ispolnitelnogo mehanizma ekzoskeleta. [in Russian: Analysis and Choice of the Exoskeleton's Actuator Kinematic Structure]. Nauka i obrazovanie/ MGTU im. EH.N. Baumana [Science and education], 2014, No. 7, pp. 72–93. URL: http://technomag.bmstu.ru/doc/717676.html (accessed 10.06.2017).

[14] S.D. Kugultinov, Koval'chuk A.K., Portnov I.I. Tehnologiya obrabotki konstrukcionnih materialov [in Russian: Technology of processing of constructional materials]. Moscow, 2008 (Ed. 2-nd).

Ж.Н. Исабеков, А.К. Ковальчук, Н.У. Алдияров
Изучение динамики исполнительного механизма экзоскелета

Аннотация: В статье дается информация о динамике исполнительного механизма экзоскелета. Подробно описывается движение колено и бедра. Иллюстрируется график закономерности изменений координат для соединений оснащенных приводами. В статье выводется метод для подсчитования энергий привода.

Ключевые слова: Экзосклет, кинематическая структура, математическое моделирование, динамика, MATLAB.

Ж.Н. Исабеков, А.К. Ковальчук, Н.У. Алдияров
Экзоскелеттің атқарушы механизімінің динамикасын жасау

Аңдатпа: Мақалада экзоскелеттің атқарушы механизмінің динамикасы жайлы мәлімет келтірілген. Тізесі мен жамбасының қозғалысы туралы толық жазылады. Зерттелген қозғалыстың графигі көрсетіледі. Қозғалысқа қажетті жетектің энергиясын есептеудің әдісі келтірілген.

Кілттік сөздер: Экзоскелет, кинематикалық құрылым, математикалық модельдеу, MATLAB.

UDC 621.865.8.3

A.K. Koval'chuk[1], N.U. Aldyarov[2], Zh. N. Issabekov[2], Zh.K. Ospan[2]
[1]Institute for the Development of Advanced Professional Education, Moscow, Russia, [2]Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satbayev, Almaty, Kazakhstan.
Kazakh National Technical Research University named after K.I. Satpayev,
Kazakhstan, Almaty,
janibek_23.93@mail.ru

THE USE OF DIFFERENT DRIVES IN EXOSKELETON

Annotation: *Exoskeleton is a device, which is put on a human and is intended for human's augmentation, in particular, to increase the efforts that a person may apply. Application of this system may be useful during execution of heavy works such as cargo handling works, in places where there is no opportunity of application of wheel loaders, and repair works on heavy objects, military tasks, to help soldiers carry heavy weapon for long distance, and for rehabilitation of people received serious damage of backbone. The core of the mechanical structure is the anthropomorphic features, that is, this robot should not only make the length adjustable, but also meets the requirements of degrees of freedom of human body's motion. In addition, sensitive sensors and reliable control system decide the function and productiveness of the robots. The exoskeleton-type system is a kind of man–machine system centered by human. It is always designed as an external mechanical structure whose joints correspond to those of human body or limbs. It combines the human intelligence and the machine power so that it enhances the intelligence of the machine and the power of the human operator. The key technologies in exoskeleton type systems development are discussed. It includes biomechanical design, system structure modelling, cooperation and function allocation between the man and exoskeleton, control strategy, and system safety evaluation.*

Keywords: *Exoskeleton, robots, electro-hydraulic drive, driving actuators, actuator, energy.*

The exoskeleton-type system is designed as the 'human centered' man–machine system. It fully combines the merits of the human control system and robotic power. The potential exists for the exoskeleton type system to establish a technology revolution that may exceed the impact of intelligent mechatronics and robotics on society. Control strategy also raises an important issue. Different from the autonomous robotics, the exoskeleton type systems focus on the 'man-in-the loop' control strategy [1]. But it is not easy to fully or partly realize such an ideal control loop. Cooperation and function allocation, man–machine information exchange, real-time motion planning and safety control are the difficulties faced by building such a control strategy. Safety evaluation of exoskeleton-type systems should also be considered carefully. Exoskeletons are closer to human and its security should be completely promised. However this point is rarely discussed in existing research. Few relative literature, design standards or specific law files could be found, that may lead to a fatal mistake [2]. Indeed, significant on-going efforts in advanced biomechanical and automatic engineering are improving the performances of exoskeleton-type systems. In the near future, exoskeleton-type systems may play a tremendously significant role in the never ending development of the man–machine system.

For several active exoskeletons, the effects in terms of physical load reduction have been evaluated, but statistical comparison data has only been reported for the Muscle Suit (Muramutsu et al. 2011, Kobayashi and Nozaki 2007). Originally the Muscle Suit was intended to aid the physically challenged, but for reasons of ethics and safety, it was decided to deploy the device for use by manual workers to help solve problems of work-related musculoskeletal disorders (Muramutsu et al. 2011). The Muscle Suit covers the thighs, trunk and upper extremities and includes three joints, at waist, shoulder and elbow level. For the complex shoulder joints, 4 degrees of freedom mechanism was constructed allowing rotation around three orthogonal axes and transversal sliding of the center of rotation. The Muscle Suit was constructed to give support to shoulder flexion, elbow flexion and trunk flexion in the sagittal plane. The McKibben artificial muscle (Chou and Hannaford 1996) was selected as the Muscle Suit actuator because of its lightweight. Experiments including static holding and dynamic lifting showed positive effects of the Muscle Suit for a large range of muscles in the upper extremities. Muscle activity reductions were reported in the range of 20-35% for the Deltoids Anterior in dynamic lifting and up to 40-65% for the Flexor Carpi Radials in dynamic lifting and static holding (Muramutsu et al. 2011). While holding a weight above the head the suit resulted in a decrease in muscle activity for the Biceps Brachii (30-70%) and the Trapezius pars transvers (40-70%). These results show the Muscle Suit is potential for reducing the physical load on the shoulder and arms for a large range of occupational activities including dynamic lifting and carrying, static work in a forward bended posture and overhead work. Aside from the Muscle Suit seven other active exoskeletons with potential effects on physical loading were evaluated. However, these evaluations involved between one and three participants, and thus, statistical tests have not been performed on the data. These exoskeletons vary a lot with respect to body structures supported (either lower, upper or full body), the materials used and the activation type. With regard to their effect on physical load, it can be concluded that these papers show the potential of decreasing muscle activity in both the lower extremities (for instance in walking and stairs climbing), the back (in lifting and static bending), and in the shoulders and upper extremities (in various types of hand-arm work) [3].

Purpose of drives and features of application Drive robots - a set of technical tools designed to drive all parts of the kinematics and the gripping device of the manipulator in accordance with the required conditions of the technological process [6, 7]. Depending on the type of energy used to move the actuator of the exoskeleton, the drives are pneumatic, electro-hydraulic and electric. Almost all known types of drives have been used in robots: electric, pneumatic and hydraulic translational and rotational motion; adjustable (by speed position, etc.) and unregulated, closed (with feedback) and open, continuous and discrete actions (including stepping). About 50% of the robots in the world are made on pneumatic drives, on hydraulic drives 30% and 20% on electric, with the share of the latter growing steadily The choice of the type of drive is part of the overall task in the development and creation of a new robot design. At the same time it is necessary to consider:

the nature of the load on the drive, kinematic parameters of manipulators, i.e. necessary angular and linear displacements, velocities, laws of motion of the worker circuit; number of points and positioning accuracy or trajectory reproduction accuracy, the physical state of the object moved by the working body of the manipulator (solid, fragile, liquid body), energy, mass, accuracy and dynamic characteristics of robots are largely determined by the type of drive used. In addition, the type of drive determines the capabilities of the control system or the degree of intelligence of the robot.

The range of loads per drive with a predominance of inertial loads changes widely, which largely determines the choice of drive type. Requires high accuracy of the executive body of the manipulator during positioning. In this case, in order to exclude the possibility of strikes of the working body, the working out of the trajectory or a given coordinate must be carried out without overshooting. If we consider that the manipulator has several pneumatic pairs, then they impose a requirement on the actuator of multiply increased accuracy. Requires large work resources with significant dynamic loads and non-routine operation the drive works for a long time in the inhibited mode. Electro-hydraulic drive has several advantages: heavy-duty, high speed, high stability of the input speed when the load changes in a wide range, high positioning accuracy, high frequency of movement reversal, as an incompressible fluid is used as the working fluid; infinitely variable output speed adjustment, high gain in power as well as efficiency in various control methods, low relative mass of hydraulic machines, the absence of additional kinematic chains between the output link of the drive and the working body of the robot. The disadvantages of electro-hydraulic drives include: the need for special pumping systems installed in the design of the robot, which dramatically increases the weight of the robot; higher cost of elements of this drive than elements of pneumatic and electric drive, the limit of the drive fluid temperature is limited to 150 ° C, which makes it impossible to operate the robot with such a drive in an environment with elevated temperature; in addition, the fluid properties change and, consequently, the output link speed as the fluid temperature changes.

Hydraulic actuation [4] was quite prominent in the beginnings of exoskeleton development; examples are BLEEX, and XOS 2 [5]. Both use resistance control by servo valves for control which keeps peripheral masses low at the cost of low efficiency. Hydraulic actuation concepts discussed employ displacement control principles which have lower losses but are dynamically less preferment. The system described uses a variable speed electrical motor in combination with a constant displacement pump for the actuation of ankle prosthesis, the ELBOT lower limb exoskeleton, instead, a switching concept in combination with displacement control. For fast human walking a peak power of 760 watts for the knee joint is found proper electrical motors weigh approx. 1 kg. Electromechanical concepts require a gear and one drive per joint. The average power of a joint is small; one motor could supply several joints if, e.g., a hydraulic system controls each joint; that gives considerably lower total weight. Hydraulic valves overall size and weight is dominated by its electric valve actuators (solenoids). A digital cylinder actuator with four active chambers for the knee joint is studied for a squat and for fast walking. To minimize weight, the four on-off valves for the chambers are controlled hydraulically by a so called binary counter, originally presented in. Simulation studies show an excellent energetic performance including also energy recuperation. This keeps overall energy consumption low and saves weight of battery and electric motor. The actuator weighs about 400 grams with a prospect of weight reduction using high strength plastics for some structural parts. It can generate knee torques for fast walking as well as full back-drivability, both impossible with electromechanical drives even having a multiple weight.

Hydraulic driving actuators transmit pressure via oil or water with the advantages of simple structure, convenient use, stable operation and high power output, however, the hydraulic oil is easy to leak and cause environmental pollution. Using hydraulic driving actuators, the typical lower extremity exoskeleton robot is BLEEX robot, developed by University of California, Berkeley in America in 2004. BLEEX robot was originally a robot of military application to help soldiers carry heavy equipment and later evolved into the elderly rehabilitation robot. BLEEX robot is composed of two metal bionic legs including 14 DOFs. There are 3 DOFs at the hip joint and two of them are

equipped with actuators. There is just an active DOF at the knee and 3 DOFs at the ankle, only one installed with actuator. A two-way linear piston-type hydraulic cylinder with a diameter of 19.05mm is used in the BLEEX robot. The actuator can obtain a relatively high control bandwidth through the compressed fluid. Its weight is light, but it can output larger power. The actuator can continuously provide 6.9MPa for the hydraulic servo valve. In the servo valve, there is some energy loss due to the pressure drop. This hydraulic actuator can provide a power of 1.3kW to perform the flexion/extension movement of hip, knee and ankle.

In view of the most demanding requirements for exoskeletons – low weight and distal space – the high force and power density give electro-hydraulic actuators a great prospect to become the prevailing actuation technology. This, however, requires new concepts and components. They must have high energy efficiency and the ability to recuperate and store small amounts of energy. Digital cylinder drives are one option since they provide lossless actuation. New electro-hydraulic components for the sub-kilowatts power range, extremely light and compact, have to be developed. Innovative methods of valve actuation to reduce weight of electric actuators have to be found. As the actuators of joints of exoskeleton, it is most logical to use electro-hydraulic drives as they have a number of advantages in comparison with electrical and pneumatic actuators. Important among them are high speed and high specific capacity (power to weight ratio) that allows designing a more compact drive. As an energy source, an internal combustion engine may be considered. I believe that in the near future, the exoskeleton robots can walk into our lives, help the elderly and patients to complete the daily life activities and rehabilitation training, reduce the labor intensity on workers.

References:

[1] A review of exoskeleton-type systems and their key technologies. C-J Yang, J-F Zhang∗,Y Chen,Y-M Dong, and Y Zhang. State Key Laboratory of Fluid Power Transmission and Control, Zhejiang University, Hangzhou 310027, People's Republic of China The manuscript was received on 8 November 2007 and was accepted after revision for publication on 18 March 2008.

[2] Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load Michiel P.de Looze a, b, Tim Bosch a, Frank Krause a, Konrad S. Stadlerc, Leonard W. O'Sullivand a TNO, Leiden, The Netherlands b Faculty of Human Movement Sciences, VU University, Amsterdam, The Netherlands c Zurich University of Applied Sciences (ZHAW), Winterthur, Switzerland d University of Limerick, Ireland Correspondence: Prof.dr. M.P. de Looze, TNO.

[3] Review on Lower Extremity Exoskeleton Robot Na Li, Lei Yan, Hua Qian* , Hongfang Wu, Jian Wu and Sen Men School of Technology, Beijing Forestry University, Box 8, Beijing 100083, China.

[4] Hydraulic actuation of exoskeletons - state of the art and prospects Rudolf Scheidl,1 Florian Poltschak, David Rafetseder1 Institute of Machine Design and Hydraulic Drives, Johannes Kepler University Linz, Austria Institute of Electrical Drives and Power Electronics, Johannes Kepler University Linz, Austria HOERBIGER Research Institute of Smart Actuators, Johannes Kepler University Linz, Austria Correspondence: Rudolf Scheidl, Institute of Machine Design and Hydraulic Drives, Johannes Kepler University Linz, Austria, Received: January 11, 2018 | Published: February 23, 2018.

[5] Isabekov Zh.N. Study of the dynamics of the executive mechanism of the exoskeleton, taking into account the reactions of the supporting surface [Issledovanie dinamiki ispolnitelnogo mekhanizma s uchetom reakcii opornoi poverkhnosti] // Polytechnic Youth Journal. MGTU them. E.N. Bauman. Electronic journal. 2017. №9.

[6] Kovalchuk A.K. Calculation of the power of the robot drives, taking into account the dynamics of its actuating mechanism [Raschet moshnosti privodov robota s uchetom dinamiki ego ispolnitelnogo mekhanizma] // Natural and Technical Sciences. 2014. № 1 (69). Pp. 128-131.

[7] Zenkevich S.L., Yushchenko A.S. The basics of manipulating robots [Osnovy upravleniya manipulyacionnymi robotami.]. - M.: Publishing House of Moscow State Technical University. NE Bauman, 2004. – 480p.

А.К. Ковальчук, Н.У Алдияров, Ж.Н. Исабеков, Ж.К Оспан
Использование разных приводов в экзоскелете

Резюме: статья посвещена применению экзоскелетов в регулярной жизни. В статье рассматриваются разные типы приводов и с помощью разных анализов и практики выявляется наиболее безопасный и приемлемый привод для экзоскелета. Анализируются разные приводы, иллюстрируются их преимущество и недостатки. Целью данной статьи является найти наиболее подходящий привод для экзоскелета, чтобы он занял место в повседневной человеческой жизни.

Ключевые слова: экзоскелет, роботы, электрогидравлический привод, приводы, энергия, эволюция.

А.К. Ковальчук, Н.У Алдияров, Ж.Н. Исабеков, Ж.К Оспан
Экзоскелетте түрлі жетектерді пайдалану

Түйіндеме: мақала экзоскелеттерді тұрақты өмірде қолдануға арналған. Мақалада әр түрлі жетектер қарастырылады және әртүрлі талдаулар мен практикалардың көмегімен экзоскелетке арналған ең қауіпсіз және қолайлы жетек анықталады. Әртүрлі жетектер талданады, бір-бірімен салыстырғанда олардың артықшылықтары мен кемшіліктері суреттеледі. Бұл мақаланың мақсаты-экзоскелетке арналған ең қолайлы жетекті табу.

Кілттік сөздер: экзоскелет, роботтар, электрогидравликалық жетек, жетектер, энергия, эволюция.

UDC 629.3.082

A.K. Tumabayeva
supervisor - R.M. Utebayev, associate professor, Ph.D.
Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty
utebaev_r@mail.ru

CHARGING SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLES FROM ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Abstract. *Nowadays, using electric vehicles are becoming popular transportation in much development countries such as Europe, USA, China and etc. According to reduce of the environment influence and cost problem from conventional vehicles which consume energy base on oil and gas. In fact, the requirement of electric vehicles in the future will significantly increase. However, the electric vehicles charging station which is important element of using electric vehicles seem to not sufficient for these demand in many areas. The problems of the growth electric vehicles charging station is not only increase electrical grid demand but also increase high level emission from petroleum electrical generation instead of reducing.*

Key words*: charging station, electric car, solar power station, ecology, alternative energy.*

In our day, developing new types of energy conversion and use this alternative energy in our life, it will help us improve and save the quality of life at a high level.

Clean air is a problem for every large city in the world and it is getting worse every year. The main reason is a lot of gasoline vehicles, which emissions carbon dioxide on the atmosphere, it contributes to the growth of the greenhouse effect and global warming. There are many countries, mostly developed, which started to focus on introducing the electric vehicles,which charging based on alternative energy sources to reduce the number of gasoline vehicles.

Energy obtained from suns radiations when is contact with the earth’s atmosphere and or surface is called solar energy. The energy produced in a day is able of sustaining humanity even when traditional energy sources gets finished.

Fortunately renewable sources like hydroelectric, wind, solar, geothermal, biomass and wave power are playing an increasing role in both electric energy production and transportation sectors. After nearly a century of hibernation, the automobile industry is returning to the process of electrification. Motivated by the increasing awareness of oil depletion and climate change, the electric vehicle (EV) sector is currently developing rapidly. With the development of the EV sector, issues such as charging system of EV from alternative energy sources, especially solar energy, will be solved.

1.1. Prospects for the development of electric vehicles and charging infrastructure in Kazakhstan

The electric car market of Kazakhstan, as well as all over the world, began to develop after 2010. In 2013, the first Tesla electric car was brought to the country and car enthusiasts were able to evaluate all the possibilities of EV transport. After that, active car enthusiasts who could not wait long for official sales of electric cars of world brands in the territory of the Republic of Kazakhstan began to independently bring electric vehicles from far and near abroad. Basically it was the more affordable Nissan models, Leaf, Mitsubishi iMiEV , BMW i3, Toyota RAV 4 EV .

After the appearance of information about the operation of electric vehicles in Kazakhstan, the country's leadership went to meet this direction. The head of state, in his message to the people of Kazakhstan in 2014, was the first to support the development of EV transport in the country. Already in 2014, customs duties on the importation of electric vehicles into Kazakhstan were zeroed. The annual tax on the vehicle for electric drivers is zero. Lots of parkingare also free for electric car owners. But most importantly, at the beginning of 2018, the group of automobile companies Allur Auto is scheduled to start the official sale of JAC Kazakhstan electric vehicles with the entire cycle of service, warranty and post-warranty service. This allows owners of electric vehicles in Kazakhstan to completely solve all the problems that impede the massive development of this type of transport.

According to the Statistics Agency of the Republic of Kazakhstan, at the time of 1st april,2017, more than 700 electric vehicles were registered in the country [1]. After more than 6 years of development of the EV transport market, more than 1 million units of electric vehicles have been sold in the world [2] and now there are already confirmed data on the real operational characteristics of electric vehicles. The most sold electric vehicles were Tesla , Leaf and BYD (Figure 1).

In Almaty a group of scientists based on an electric car of the middle class worth 7 million tenge, operational tests were carried out for 3 years. During this time, the electric car drove more than 30 000 km and the cost of this mileage was 30 000 tenge. This suggests that in the conditions of Almaty during the operation of the electric car of the middle class, which is not more expensive than its gasoline counterparts, the cost is 1 km. mileage will be 1 tg .

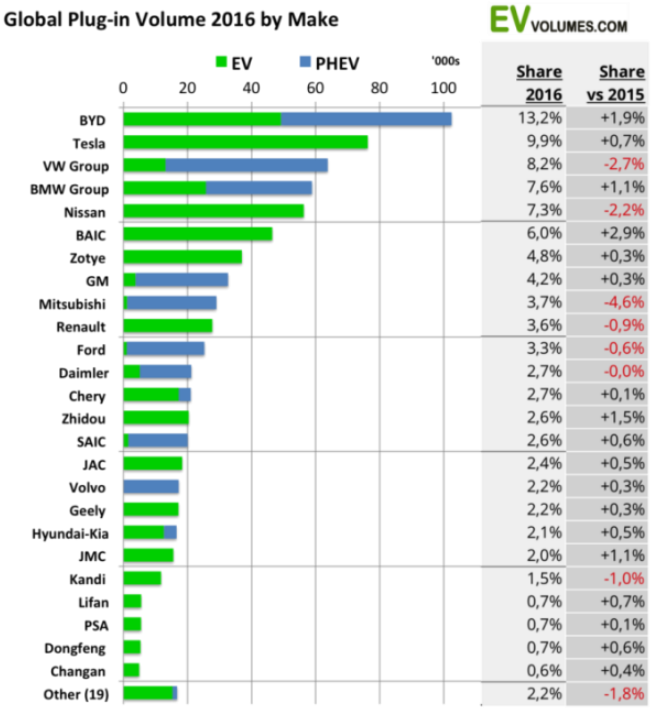


Figure 1 - Sales rating of electric vehicles and plug-in hybrids according to ev-volumes.com

Of course, it is necessary to take into account the operating conditions and wear of the battery of an electric vehicle. In our case, the electric car was operated in the "up-down" mode, because Almaty is located in a mountainous area. Under the conditions of the plain, the mileage on one charge increases by 30%. The battery of the car was charged at the night rate, which is 4 times cheaper than the day one. It should be noted that since the beginning of 2017, prices for daytime electricity consumption have been reduced in Kazakhstan, and increased for the nighttime. This makes it possible to profitably charge an electric vehicle, not only at night, but also during the day. The temperature drops during the experiments ranged from +35 degrees of celsium in the summer, to -20 degrees of celsium in the winter. At the same time, the battery capacity in the winter time dropped by 40 % and the maximum efficiency of regenerative braking in the summer was 30%. After 30 000 km mileage battery of the car lost in the capacity of 8%. Thus, it can be argued that an electric vehicle with a battery capacity of 20 kW / h on average can drive 100 km in Almaty conditions. after one full charge. And these characteristics can be maintained up to a total mileage of 100 000 km After this run, the battery capacity will be below 60 % and the car will drive less than 100 km. on one full charge.

1.2. Charging stations

A charging station is an electrical device equipped with connectors, which are necessary for connecting electric vehicles and allowing charging of electric vehicles in various modes (Figure 2).

Level 1 Charging Cord Level 2 Charging Station DC Fast Charging

	Charge Time	Voltage/Amps
Level 1	Up to 20 hrs.	120/15
Level 2	Up to 7 hrs.	240/40
DC Fast Charge.	Up to 30 min	480/125

Figure 2 - Charging of electric vehicles in various modes

In Kazakhstan today, the nightly tariff for electricity is 2 times cheaper than the daily one. And if we consider that the main consumer of electro mobile transport is a city dweller, who will drive around the city during the day, and the car will be in the parking lot at night, it becomes clear that developing charging infrastructure at powerful charging stations does not seem cost-effective. Powerful charging stations are effective on intercity highways, which will be driven by electric cars and charging time is an important parameter. But for this electric cars must first develop within the city. 3 years of experience in operating an electric vehicle shows that there are no problems with charging time at low-capacity charging stations. Practical electric car never discharges completely, and the average charging time is 3 hours. During the night idle in the parking lot, equipped with a charging station, the electric car is fully charged and ready for use in the morning. If all city car parks are fully equipped with charging stations with a power of 6 kW, then the owners of electric vehicles can operate electric vehicles almost around the clock.

1.2.1. Renewable Energy Charging Stations

The use of electric vehicles and hybrid cars allows reducing exhaust emissions and noise pollution in cities. However, despite this, the reduction in vehicle emissions will be partially offset by an increase in emissions from thermal power plants, which mainly ensure an increase in the electrical load of this new type of consumer. In order for this effect from the use of electric vehicles, not to cause an indirect increase in air pollution, charging of electric vehicles must be carried out

using electricity produced by solar, wind, hydro or nuclear power plants. In this regard, it is not at all surprising that manufacturers of solar and wind power plants, as well as companies involved in the development and installation of charging stations, have paid attention to the possibility of using renewable energy sources to supply such stations with clean and cheap energy. Today, stations operating from renewable energy sources in the world are already a considerable number, and all of them belong to charging stations. Depending on the resource used, such stations are divided into two types, namely solar and wind charging stations. And the most widespread recently received just charging stations, powered by solar energy.

1.2.2. Solar charging stations

Solar charging stations most often represent the usual carports for cars, under or near which the chargers are installed. On these sheds or on the roofs of neighboring buildings, photovoltaic panels are mounted, which produce the electric power needed for charging electric vehicles. The installed capacity of solar charging stations can vary within fairly wide limits - from 500 W to 100 kW (Figure 3) or more. And since the energy of the sun is not constant in time, many of these stations are connected to the electrical grid, and some are even equipped with rechargeable batteries to redistribute energy over time. There are already quite a few charging stations of this type in the world, and the largest number of them, are now located in the USA and Germany - only about a few hundred.

Figure 3 - Honda’s solar charging station (Japan)Mitsubishi Electric’s solar charging station USA,California)

The alternative sources of EV give a chance to charge the system with free energy over 25 years during shiny days. Those methods will reduce the number of charging batteries in use so that people will get energy directly from the sun with the help of technologies development. The replacement by alternative energy decreases the electricity consumption and cost of electricity networks. So, people become independent from electricity with an advance of solar power.

Sources:

1 http://www.stat.gov.kz
2 http://www.ev-volumes.com/

А.К. Тумабаева

Баламалы қорек көздерінен жұмыс істейтін электромобильдерге арналған қуаттау бекеттері

Аңдатпа. Баламалы қорек көздерінен энергия алатын электромобильдерге арналған қуаттау бекеттері қарастырылған. Қоршаған ортаның экологиялық жағдайын жақсартуға бағытталған электромобильдердің жаппай көбейуі кезінде күн сәулесінен жұмыс істейтін қуаттау бекеттерінің технологиясы ұсынылады.

Түйін сөздер: Қуаттау бекеті, электромобиль, күн бекеті, экология, баламалы энергия.

А.К. Тумабаева

Зарядные станции для электромобилей, работающие от альтернативных источников энергии

Рассматриваются зарядные станции для электромобилей, работающие от альтернативных источников энергии. При развитии транспортных средств с нулевым выбросом, предлагается использование зарядных станций питающихся от солнечных электростанций.

Ключевые слова: зарядная станция, электромобиль, солнечная электростанция, экология, альтернативная энергия.

СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

УДК 621. 55.35

Абекова А.Ж., Умиралиева А.Ж.
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И Сатпаева. г. Алматы. Казахстан.
Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаев;
Кафедра:Транспортная техника.
Aidana.abekova@bk.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОМПАКТНЫХ МАТЕРИАЛА

Аннотация. *Объектами исследования технология измельчения металлических порошков, вертикальная валковая мельница новой конструкции.*

В статье представлены результаты определение прочностных характеристик вертикальной валковой мельницы. Впервые:

– получены количественные данные и установлены основные зависимости изменения напряженно-деформируемого состояния (НДС) и прочностных характеристик основных элементов вертикальной валковой мельницы; определены рациональные размеры вертикальной валковой мельницы; определены потребляемая мощность привода вертикальной валковой мельницы с учетом физико-механических свойств измельчаемого материала и угла установки мелющего валка.

Ключевые слова: *мельница, измельчения, напряжение, угол захвата, частота вращения, мощность, производительность, деформация, эквивалентное напряжение, степень измельчения, вал, поперечное сечения, , число зубьев колеса, коэффициент нагрузки.*

На сегодняшний день измельчение твердых материалов является одной из актуальных проблем современной промышленности. Использование твердых материалов в гетерогенных и твердофазных реакциях, большинстве без их предварительного измельчения вообще невозможно. А если учесть, что многие применяемые промышленностью материалы находятся в твердом состоянии, то измельчение является основной операцией по их переработке.

Основными критериями качества измельченного продукта являются его чистота, дисперсность и поверхностная активность. В совокупности данные свойства материала влияют на многие технологические процессы, такие как вскрытие руд, обогащение полезных ископаемых, выщелачивание отдельных компонентов из минерального сырья, производство вяжущих веществ, удобрений и т.д. [1]

Проблемы дробления и измельчения привлекают исследователей уже более 150 лет. За это время были выявлены многие закономерности этих процессов, на основе которых разработаны методики расчета мельниц и технологических циклов помола. Как правило, закономерности были эмпирической природы и касались ограниченного числа материалов в узком диапазоне дисперсности. В последнее время процессы измельчения становятся особенно актуальными в связи с тенденциями получения более тонких порошков. Появилось много новых методов измельчения. Одним из ведущих факторов, влияющим на свойства измельченных материалов является способ разрушения, определяемый типом мельниц.

В статье рассмотрено процесс измельчения по степени измельчений, т.е. отношением размеров кусков или зерен исходного материала перед измельчением к размеру кусков или зерен полученного продукта. В работе доказывает, по таким образам, степень измельчения показывает, во сколько раз уменьшился размер кусков материала при дроблении. Чаще всего

степень измельчения определяют как отношение размеров максимальных по крупности кусков материала до и после измельчения [2]:

$$i = d_н / d_к , \quad (1)$$

где dн - диаметр максимального куска материала до измельчения, мм;

dк - диаметр максимального куска материала после измельчения, мм.

Куски исходного материала и получаемого продукта не имеют правильной (симметричной) формы. Поэтому на практике размеры кусков (dн и dк) определяют размером отверстий сит, через которые просеивают сыпучий материал. Тогда степень измельчения вычисляется как отношение диаметров предельных отверстий сит для просеивания исходного материала и конечного продукта. Если фракционный анализ материала до и после измельчения не проводился, то степень измельчения вычисляется приближенно по формуле:

$$i = 0{,}85\ B / S, \quad (2)$$

где B - ширина загрузочного отверстия дробилки, мм;

S - ширина разгрузочной щели, мм.

Величину 0,85 B называют эффективной шириной загрузочного отверстия. Принято, [2] что размер максимального куска материала, поступающего в дробилку, на 15 % меньше ширины загрузочного отверстия, а размер максимального куска в дробленом продукте равен ширине разгрузочной щели.

Для обеспечения процесса дробления в валковых мельницах необходимо, чтобы куски дробимой породы втягивались в межвалковое пространство валками. Рассмотрим условие, при котором возможно втягивание куска материала и последующее его дробление. Примем, что поступившие на дробление куски имеют форму шара. На кусок материала диаметром d в момент его захвата валками действуют следующие силы (рисунок 1):

G – сила тяжести материала, приложенная в центре вала и направленная вниз (ввиду малости значения в расчетах не учитывается);

Pn – сила нормального давления на кусок дробимого материала;

P- сила давление валка которая может быть разложена на составляющая Psinαпо вертикали.

PTP =Pn f – сила трения (f – коэффициент трения дробимого материала о валки) направлена по касательной к окружности валка. (можно разложить вертикально и горизантально).

Сила PTP и Pn действуют в обеих точках касания M и N (на рис. 13 показаны действующие в одной точке M). Кусок дробимого материала втягивается валками при условии, если сумма сил, направленная вниз, больше суммы сил, направленных вверх (см. рисунок -1):

$$2P_n \sin\frac{\alpha}{2} \le 2P_{TP}\cos\frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

получим $2P_n\cos\frac{\alpha}{2}$ тогда $tg\alpha/2 \le f$ или $tg\alpha \le tg\varphi$; φ- угол трение получим, что суммарный угол захвата должен быть меньше двойного угла трения: $\alpha \le 2\varphi$

В валковых мельницах или дробилках угол трения обычно применяется $\varphi = 18^o$

Тогда угол захват $\alpha \le 36^o$

Между диаметром поступающего куска d и диаметром валка D существует следующее соотношение: из треугольника ABC (см. рис. 13) следует

$$\left(\frac{D}{2} + \frac{d_H}{2}\right)\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{D}{2} + \frac{e}{2};\ (D + d_H)\cos\frac{\alpha}{2} = D + e \quad (4)$$

где e – ширина выходной щели, м.

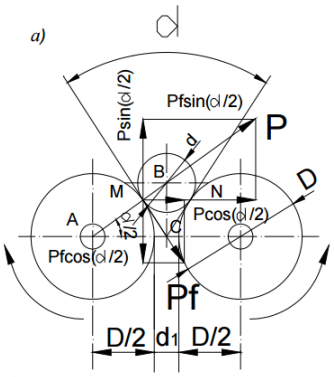


Рисунок – 1- Расчетная схема валковой мельницы.

Разделив правую и левую части уравнения на dH, получим

$$\left(\frac{D_B}{d_H}+1\right)cos\frac{\alpha}{2}=\frac{D_B}{d_H}+\frac{e}{2}\ \text{ или }\quad \frac{D_B}{2}=\frac{cos\frac{\alpha}{2}-\frac{1}{i}}{1-cos\frac{\alpha}{2}} \tag{5}$$

где i – степень измельчения

Производительность валковых дробилок по массе, кг/с,

$$Q = B\ d\ 1\ \nu\rho k \tag{6}$$

где B – ширина валков, м; ν – окружная скорость валков, м/с;

ρ – плотность дробимого материала, кг/м3 ; для стали ρ = 7860 кг/м3 .

k – коэффициент, учитывающий использование ширины валков и степень разрыхления материала.

Для твердых пород k = 2,0 ÷ 3,0 , для влажных материалов (глин) k = 4,0 ÷ 6,0.

При измельчении твердых пород возрастает сопротивление раздавливанию; валки, сжимая пружины, раздвигаются на величину 1,25d1. Тогда, если ν = πDn , то

$$Q = 1,25\pi DBn\rho kd1, \tag{7}$$

где D – диаметр валка, м.

Частота вращения валков n, с -1, определяется по формуле предложенной проф. Л.Б.Левенсоном:

$$n_{max} \le 102{,}5\sqrt{\frac{f}{\rho dD}} \tag{8}$$

Практически с целью уменьшения износа поверхности валков частоту их вращения принимают равной n = (4,0 ... 7,0) nmax.

Величина коэффициента трения f кусков твердых пород (известняка, песчаника, гранита и т.д.) о поверхность стального валка в среднем равна

f = 3,0 ,

Мощность электродвигателя валковой дробилки, Вт

$$P_{дв} = \frac{P_1+P_2+P_3}{\eta} \tag{9}$$

где P1 – мощность, затрачиваемая на дробление материала, Вт;

P2 – мощность, затрачиваемая на преодоление трения материала о валок, Вт; P3 – мощность, затрачиваемая на преодоление трения в цапфах валков, Вт;

48 η – КПД привода, η = ,0 95.

$$P_1 = F_{ср.Н} Sn$$

Fср.н. – среднее значение силы нормального давления, Н:
Fср.н. = σсж АКр ,
где σсж – предел прочности материала при сжатии, Па (см. приложение 1);
А – площадь дробления, м2 :
А = Dd
Кр – коэффициент разрыхления; для прочных пород КР = 2,0 ÷ 3,0
S – суммарный путь, который проходит точка приложения сил, м:

$$S = 2R(1 - cos_2^{\beta})$$
$$P_2 = f * P_1$$

В статье показана актуальность проведения исследований ВВМ: Выявление зависимостей между затратами электроэнергии, производительностью, характеристиками измельчителя, процессом измельчения, качеством готового продукта.

В статье представлены результаты определение прочностных характеристик вертикальной валковой мельницы. Впервые: получены количественные данные и установвлены основные зависимости изменения напряженно-деформируемого состояния (НДС) и прочностных характеристик основных элементов вертикальной валковой мельницы; определены рациональные размеры вертикальной валковой мельницы; определены потребляемая мощность привода вертикальной валковой мельницы с учетом физико-механических свойств измельчаемого материала и угла установки мелющего валка.

Литературы:

1. КлушанцеВ Б.В., КосареВ А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкции, расчет, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение, 1990. 320 с.

2. В. Я. БорщеВ ОборудоВание для измельчения материалоВ:

дробилки и мельницы: учебное пособие, ТамбоВ: издательстВо ТамбоВского ГосударстВенно- го Технического УниВерситета, 2004. 75с

3. ОсноВы порошкоВой металлургии. Г. А. Либенсон. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия. 1987. – 208 с

4. Щупляк И.А. Измельчение тВердых материалоВ В химической промышленности. – Л.: Химия, 1972, 52 с.

5. Машины и аппараты химических произВодстВ: Примеры и задачи: Учебное пособие для студентоВ ВтузоВ / И.В. Доманский, В.П. ИсакоВ,Г.М. ОстроВский и др.; Под общ. ред. В.Н. СоколоВа. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. 384 с.

ТехнологическиеосноВы порошкоВой металлургии .Учебное пособие для студентоВ специальности "МатериалоВедение В машиностроении" http://nayilz.narod.ru/PorMet/

6. Труды еВропейского соВещания по измельчению.- М.: Стройиздат, 1985, 140с.

Абекова А.Ж., Умералиева А.Ж.

Ұсақ материалдарды ұнтақтауға арналған құрылғының технологиясын зерттеу

Аңдатпа. Металл конструкцияларын ұнтақтау технологиясы, жаңа дизайндағы тік көпбілікті диірмен болып табылады.

Мақалада тік көпбілікті диірменнің беріктік сипаттамаларын анықтаудың нәтижелері келтірілген.Алғаш рет:сандық деректер алынды және кернеулердің штамм күйінде өзгерістердің негізгі тәуелділігі және тік көпбілікті диірменнің негізгі элементтерінің беріктік сипаттамалары анықталды; тік көпбілікті диірменнің ұтымды өлшемдері анықталды; жинақталған материалдың физика-механикалық қасиеттерін және тегістеу көпбілікті бұрышын ескере отырып, жетек тік көпбілікті диірменнің қуат тұтынуын анықтады.

Түйін сөздер: диірмен, тегістеу, кернеу, түсіру бұрышы, айналу жылдамдығы, қуат, өнімділік, деформация, баламалы кернеу, тегістеу дәрежесі, білік, көлденең қима, доңғалақтың тістерінің саны, жүктеме коэффициенті.

Abekova A.ZH., Umeralieva A.Zh.

Study of technology and devices for crushing compact material

Abstract. The objects of study are the technology of grinding metal powders, a vertical roller mill of a new design.

The article presents the results of the determination of the strength characteristics of a vertical roller mill. First: quantitative data were obtained and the main dependences of the change in the stress-strain state (VAT) and the strength characteristics of the main elements of a vertical roller mill were established; rational dimensions of the vertical roller mill are determined; determined the power consumption of the drive vertical roller mill, taking into account the physico-mechanical properties of the comminuted material and the angle of the grinding roll.

Keywords: mill, grinding, stress, angle of capture, speed, power, performance, deformation, equivalent stress, degree of grinding, shaft, cross section, number of teeth of the wheel, load factor.

УДК: 621.7.06

А.С. Айса, А.К. Байбатша, Е.З. Нугман

Научный руководитель – Е.З. Нугман PhD, ассоциированный профессор, ИПИ, кафедра «СМиТМП»

Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет им.К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

ayaka_96@mail.ru

ВИНТОВАЯ ПРОКАТКА И ЕЕ ОСОБЕННОСТИ

***Аннотация**. Винтовая прокатка - прокатка, при которой косо расположенные валки придают металлу помимо вращательного дополнительное поступательное движение в направлении его оси. Различают поперечно-винтовую и продольно винтовую прокатки. Поперечно-винтовая прокатка используется также для предварительного получения заготовок под последующую их обработку на горизонтально-ковочных машинах или на штамповочных молотах и прессах с целью увеличения производительности и снижения себестоимости. Поперечно-винтовая прокатка периодических профилей имеет две разновидности: прокатка в винтовых калибрах и прокатка в трехвалковых станах. Поперечно-винтовую прокатку в практике трубопрокатного производства применяют не только для прошивки сплошной заготовки, но и для деформации полой гильзы-трубы.*

***Ключевые слова**: поперечно-винтовая прокатка, трехвалковый стан, деформация, припуск.*

Раскатку ведут на двух- или трехвалковых станах на длинной плавающей (самоустанавливающейся) оправке или на короткой (неподвижной) оправке. В зависимости от назначения раскатки осуществление этого процесса совершается по той или иной схеме. Кроме того, поперечно-винтовую прокатку используют для калибрования толстостенных труб по наружному диаметру. В этом случае прокатку ведут без внутренней опоры - оправки. Кинематическая схема колесопрокатного стана. Поперечно-винтовую прокатку применяют для изготовления заготовок периодического профиля сплошного или полого сечения, а также некоторых деталей вместо штамповки. Поперечно-винтовой прокаткой производят бесшовные трубы, периодические виды проката, шары. Поперечно-винтовой прокаткой изготовляют шары. Зависимость критического обжатия е от отношения - и. Особенность поперечно-винтовой прокатки, заключающуюся в создании в центральной зоне заготовки таких больших растягивающих напряжений, которые могут привести к образованию внутренней полости, используют для прошивки сплошной круглой заготовки в полую

гильзу. Удельное усилие при поперечно-винтовой прошивке в десять и более раз меньше, чем при прошивке на прессах, что обусловлено разной схемой напряженного состояния. Методом поперечно-винтовой прокатки изготовляют не только шарики. Его применяют для получения веретен, полуосей автомобилей и многих других деталей. Способ поперечно-винтовой прокатки для производства деталей, имеющих форму колец и профилированных втулок, в больших количествах весьма перспективен. Так, для велосипедных втулок процесс обработки состоит из прошивки гильзы на стане и ее поперечно-винтовой раскатки в профильную трубу.

Сущность поперечно-винтовой прокатки состоит в том, что процесс пластической деформации круглой прутковой сплошной или полой заготовки осуществляется между двумя или тремя вращающимися в одном направлении валками, на бочках которых нарезаны винтовые ручьи. Профиль и размеры ручьев соответствуют профилю и размерам прокатываемого изделия. Заготовка подается вдоль осей валков. движения.

К преимуществам поперечно-винтовой прокатки относятся: высокая точность размеров, повышенные механические свойства металла, высокая производительность процесса (скорость прокатки достигает 6 - 10 м / мин), возможность автоматизации производства. Разрушение заготовки перед оправкой. На станах поперечно-винтовой прокатки прошивка осуществляется с различной кинематикой процесса. Наибольшее распространение получили станы валкового типа, имеющие валки, которые могут быть бочкообразными или грибовидными. Характерным для стана с бочкообразными валками является наличие в очаге деформации участка пережима, в котором диаметры обоих валков (их середины) имеют максимальную величину. В наиболее общем случае поперечно-винтовой прокатки оси валков наклонены к оси прокатки под углом ср, который будем называть углом раскатки. Иногда процесс поперечно-винтовой прокатки применяют для увеличения диаметра прокатанных труб, применяя так называемые станы-расширители.

Двухвалковые станы поперечно-винтовой прокатки по своей кинематике полностью соответствуют валковым прошивным станам. Трехвалковые станы поперечно-винтовой прокатки позволяют получать любое изделие в виде тела вращения переменного по длине сечения. На них прокатывают оси шпинделей для текстильных веретен, шатуны, сошки рулевого управления, кожухи полуоси заднего моста автомобиля и многие другие изделия. Прошивка на стане поперечно-винтовой прокатки может осуществляться при разном обжатии заготовки перед носком оправки. Условия вторичного захвата определяют минимальное значение этого обжатия, достаточного для протекания процесса. Максимальная величина обжатия определяется его критическим значением, при котором начинается вскрытие полости и которое зависит прежде всего от характеристики прошиваемой стали. На трехвалковых станах поперечно-винтовой прокатки успешно изготовляют ребристые трубы, ролики, велосипедные втулки и другие изделия. На двухвалковых станах поперечно-винтовой прокатки прокатывают шары и заготовки для штамповки шатунов двигателей. Ручьи валков вырезаны по винтовой линии. Отходы металла при прокатке на таком стане незначительны. На трехвалковых станах поперечно-винтовой прокатки изготовляют ребристые трубы, ролики и другие изделия. Существуют станы для раскатки железнодорожных колес, для прокатки вагонных осей и других изделий. На двухвалковых станах поперечно-винтовой прокатки прокатывают шары и заготовки для штамповки шатунов двигателей. Ручьи валков вырезаны по винтовой линии. Отходы металла при прокатке на таком стане незначительны. На трехвалковых станах поперечно-винтовой прокатки изготовляют ребристые трубы, ролики и другие изделия. Существуют станы для раскатки железнодорожных колес для прокатки вагонных осей и других изделий. Отсутствие в станах поперечно-винтовой прокатки возвратно-поступательных движений позволяет использовать непрерывное движение прокатных калибров, что значительно увеличивает производительность по сравнению со штамповкой. Вальцовка, как и поперечно-винтовая прокатка, применяется как в качестве заготовительной операции перед штамповкой на

другом оборудовании, так и в качестве окончательной операции, когда после вальцовки получают заготовку с заданной точностью. Точность прокатки на станках поперечно-винтовой прокатки находится в пределах 5 - 8-го классов точности при повышенной точности прокатки и 7 - 9-го классов точности при нормальной точности прокатки. Методы поперечной прокатки, особенно поперечно-винтовой прокатки, находят все более широкое применение для получения точных по массе заготовок, используемых, в частности, при штамповке на прессах в закрытых штампах, в том числе малооблойной и безоблойной штамповке. Точная по массе заготовка целесообразна и для других случаев штамповки на КГШП. При прошивке заготовки на стане поперечно-винтовой прокатки в осевой зоне металла возникают внутренние растягивающие напряжения, которые, достигая значительных величин, вызывают самопроизвольное образование полости, что приводит к браку. Для получения внутреннего отверстия нужного диаметра и с ровной поверхностью применяют оправку, представляющую собой стержень с пробкой на конце. Оправка устанавливается между валками на пути движения заготовки, а ее задний. При прошивке заготовки на стане поперечно-винтовой прокатки в осевой зоне металла возникают внутренние растягивающие напряжения, которые, достигая значительных величин, вызывают самопроизвольное образование полости, что приводит к браку. Для получения внутреннего отверстия нужного диаметра и с ровной поверхностью применяют оправку, представляющую собой стержень с пробкой на конце. Сталь периодического профиля, получаемая путем горячей поперечно-винтовой прокатки - круглая. Сталь периодического профиля, получаемая путем горячей поперечно-винтовой прокатки, - круглая. В зависимости от станов, на которых происходит прокатка, различаются наибольшие размеры изготовляемого профиля. Основные параметры профилей устанавливаются ГОСТ 8320 - 57 (табл. 36) Допускаемые отклонения: по диаметрам профилей 1 0 %; по длине профиля и по отдельным участкам - по соглашению сторон. Ориентировочно они принимаются равными допускам на поковки соответствующих размеров. Припуск для разрезки прутков на заготовки, равные одному периоду, устанавливается по соглашению сторон. Сталь периодического профиля, получаемая горячей поперечно-винтовой прокаткой, - круглая. Эти заготовки получаются продольной или поперечно-винтовой прокаткой горячекатаной стали. Клети с косо расположенными валками применяют для поперечно-винтовой прокатки и главным образом при производстве труб. Трубопрокатные прошивные станы применяют для прошивки отверстий в сплошных заготовках или слитках круглого сечения. Значительное снижение металлоемкости достигается при использовании поперечно-винтовой прокатки для изготовления подшипниковых колец. Значительного внимания и распространения заслуживает использование поперечно-винтовой прокатки для получения заготовок многоступенчатых валиков, полуосей автомобилей и других деталей. Стан для поперечно-винтовой прокатки шаров. За каждый оборот валков получают один готовый шар. При прокатке шаров указанным способом отсутствует отход металла в облой, что является бесспорным преимуществом этого способа перед штамповкой таких же шаров на прессах, где отход металла в облой является непременным условием. Кроме шаров в винтовых калибрах получают разнообразные цилиндрические заготовки, и в том числе заготовки под холодное выдавливание. При этом необходима лишь дополнительная шлифовка торцов заготовки. В винтовых калибрах в настоящее время получают оси пластинчатых цепей транспортеров. В массовом производстве заготовки рычагов получают поперечно-винтовой прокаткой и ковкой на ковочных вальцах. Эти методы высокопроизводительны при высоком коэффициенте использования материала. Плоские рычаги (типа серег) штампуют из листа соответствующей толщины. В настоящее время в промышленность внедрен способ поперечно-винтовой прокатки указанных изделий. Этот способ отличается высокой производительностью, большой точностью формы и размеров изделий и позволяет значительно сократить расход металла. Все это существенно снижает себестоимость изготовления ряда массовых изделий. К группе специальных станов относятся колесопрокатные, станы периодической поперечно-винтовой прокатки.

В способе винтовой прокатки, включающем обжатие заготовки в калибре, образованном приводными валками, оси которых скрещены с осью прокатки, с перемещением металла по прямолинейной траектории в осевой зоне заготовки и по винтовым траекториям - в остальном ее объеме, в соответствии с изобретением, обжатие осуществляют с замедлением перемещения металла, уменьшением длины винтовых траекторий во внешнем слое заготовки, при одновременном ускорении перемещения металла, увеличении длины траекторий во внутреннем слое заготовки, при этом толщина внешнего слоя в прокатанной заготовке составляет 0,3...0,7 ее радиуса, а отношение линейных деформаций сжатия по винтовым траекториям на поверхности заготовки и растяжения по ее оси равно -0,1...-0,5.

Литературы:

1. Зимин В.Я., Пахомов В.П., Онучин А.Б., Романцев Б.А., Гончарук А.В., Давыдова Е.А. Опыт прокатки труб на калибровочном стане винтовой прокатки ТПА 70-270 ОАО «Выксунский металлургический завод» и совершенствование калибровки рабочих валков. Производство проката, 2011, № 2, с. 11–14.

2. Потапов И.Н., Полухин П.И. Технология винтовой прокатки. Москва, Металлургия, 1990. 344 с.

3. Шевакин Ю.Ф., Коликов А.П., Райков Ю.Н. Производство труб. Москва, Интермет Инжиниринг, 2005. 568 с.

4. Коликов А.П., Романцев Б.А. Теория обработки металлов давлением. Москва, Издательский Дом МИСиС, 2015. 451 с.

5. Данченко В. Н. Технология трубного производства / В. Н. Данченко, А. П. Коликов, Б. А. Романцев, С. В. Самусев. М.: Интермет инжиниринг, 2002. 638 с

А.С.Айса, А.К. Байбатша, Е.З. Нугман

Бұрандалы илектеу және оның ерекшеліктері

Аңдатпа. Бұрандалы илектеуде орналасқан біліктер металлға оның осі бағытында айналмалы қосымша үдемелі қозғалыстан басқа береді. Көлденең-бұрандалы және бойлық бұрандалы илемдер бар. Көлденең-бұрандалы илектеу, сондай-ақ өнімділікті арттыру және өзіндік құнын төмендету мақсатында көлденең-соғу машиналарында немесе қалыптау балғалары мен престерде оларды кейіннен өңдеу үшін дайындамаларды алдын ала алу үшін пайдаланылады. Кезеңдік профильдерді көлденең-бұрандалы илектеу екі түрі бар: бұрандалы калибрлерде илектеу және үшвалкалы стандарда илектеу. Көлденең-бұрандалы илектеу құбыр илектеу өндірісінің тәжірибесінде тұтас дайындаманы тігу үшін ғана емес, сондай-ақ қуыс гильза-құбырларды деформациялау үшін де қолданылады.

Түйін сөздер: көлденең-бұрандалы илектеу, үш білікті стан, деформация, қосу.

A.S. Aisa, A.K. Baibatsha, E.Z.Nugman

Helical rolling and its features

Abstract. Spiral rolling - rolling, in which obliquely located rolls give the metal, in addition to rotation, an additional translational motion in the direction of its axis. There are cross-helix and longitudinal helical rolling. Cross-helical rolling is also used for preliminary production of blanks for their subsequent processing on horizontal forging machines or on stamping hammers and presses in order to increase productivity and reduce costs. The helical rolling of periodic profiles has two varieties: rolling in screw gauges and rolling in three-roll mills. Cross-helical rolling in the practice of pipe-rolling production is used not only for flashing a solid billet, but also for the deformation of a hollow sleeve-pipe.

Key words: cross-helical rolling, three-roll mill, deformation, allowance.

УДК: 621.548.3(574)

К.А. Ануарбеков, М.Ф. Керимжанова
Научный руководитель – М.Ф. Керимжанова, кандидат технических наук, доцент, ассоциированный профессор, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева, Казахстан, г. Алматы
anuarbekov.kuanysh@mail.ru

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СПЕКАНИЯ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК

Аннотация. *В настоящее время алмазсодержащие матричные композиционные материалы (АМКМ) для бурового породоразрушающего инструмента изготовляют методом инфильтрации в защитной среде (например, в водороде или в вакууме) [1, 2]. К основным недостаткам такой технологии относится довольно высокая себестоимость изготовления инструмента.*

Ключевые слова: *алмазсодержащий, матричный, композиционный материал, электроспекание, буровая коронка, породоразрушающий элемент, интенсивность изнашивания.*

В Институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины разрабатывают альтернативные методы изготовления бурового инструмента, одним из которых является интенсивное электроспекание (ИЭС) композиционных алмазосодержащих материалов без применения защитной среды [3].

Указанный метод заключается в быстром нагревании образца путём прямого пропускания электрического тока с одновременным приложением давления до 300 МПа. Этим методом изготавливают вставки для бурового инструмента, рабочие элементы инструмента для шлифования природного камня и правящих карандашей. Особый интерес представляет применение этого метода для изготовления алмазсодержащих породоразрушающих элементов для бурового инструмента.

Алмазсодержащие породоразрушающие элементы для бурового инструмента, работают в условиях значительных динамических и ударных нагрузок, а также абразивного износа. Следовательно, такие композиционные материалы должны, обладать высокой стойкостью к таким нагрузкам, а также абразивной износостойкостью. Это достигается путем использования высокопрочных термостойких алмазных порошков с добавками износостойких материалов (карбидов и боридов переходных металлов), и специального связующего материала. Наиболее широко применяемым наполнителем алмазсодержащих матричных композиционных материалов бурового породоразрушающего инструмента является литой карбид вольфрама, который вводят в матрицу путем грануляции его зерен смесью ВК. При этом грануляция алмазных зерен и зерен WC позволяет решить проблему равномерного их распределения по всему объему матричного композита.

Известно, что для получения твердосплавных гранул с необходимыми прочностными характеристиками при спекании в твердой фазе необходима минимальная температура 1250º С при давлении до 500 МПа [4]. При этом, следует иметь в виду, что термостойкость синтетических алмазов без защитной среды при повышенном давлении составляет 850−900º С. При такой температуре спекания прочность алмазной гранулы будет крайне низкой. Для получения достаточной, с позиции эксплуатации, прочности алмазной гранулы спекание необходимо проводить в присутствии жидкой фазы. При этом температура жидкофазного спекания не должна превышать предела, при котором наблюдается активная графитизация и снижение прочности алмазного зерна без защитной среды, и одновременно обеспечивать

максимально возможную инфильтрацию твердосплавной оболочки алмазной гранулы пропитывающим материалом под давлением.

В качестве пропитывающего материала выбрали оловоносную бронзу, дополнительно легированную кремнием, который повышает жидкотекучесть и обеспечивает в спеченном состоянии высокие механические свойства металлического связующего (износостойкость, прочность и твердость) [5].

Методика эксперимента

Алмазы марки АС160Т зернистостью 355/300 мкм покрывали карбидом титана толщиной 2−5 мкм методом ионно-плазменного напыления. Далее алмазы с покрытием подвергали грануляции смесью ВК15 относительной концентрации 150 %. Перед спеканием алмазсодержащего матричного композиционного материала провели отгонку пластификатора из материала оболочки алмазных гранул при температуре 850º С в высоком вакууме. Смешивали порошки металлов (Cu, Sn, Si) в барабанной мельнице с использованием твердосплавных мельничных тел из ВК6 в режиме сухого размола. Брикеты АМКМ формовали одноосным двухсторонним холодным прессованием в закрытой стальной пресс-форме диаметром 9 мм под давлением 300 МПа. В результате формования получили вставки высотой 5,5 мм.

Экспериментальное интенсивное электроспекание вставок из АМКМ осуществляли прямым пропусканием тока промышленной частоты при повышенном давлении (до 150 МПа). Продолжительность спекания составляла 10 с. Указанные параметры подбирались с учетом полного пропитывания твердосплавной оболочки матричным расплавом. Спекание АМКМ осуществляли с одновременным напеканием на стальную подложку. К корпусу экспериментальной буровой коронки породоразрушающие элементы из АМКМ закрепляли электросваркой.

В целях определения работоспособности и износостойкости породоразрушающих элементов из АМКМ провели сравнительные лабораторные испытания экспериментальной и серийной буровых коронок при бурении скважин в кварцевом песчанике VIII − IX категории по буримости с пределом прочности при одноосном сжатии 140 МПа и высокой абразивностью.

Результаты сравнительных лабораторных испытаний буровых коронок

Инструмент буровая коронка	Средние показатели бурения				
	Проходка, м	Продолжительность бурения, ч	Линейный износ по высоте, мм	Интенсивность изнашивания, мм/м	Механическая скорость бурения, м/ч
Экспериментальная	2,0	0,93	0,332	0,166	2,15
Серийная типа БС20		0,95	0,308	0,154	2,10

Как видим из данных таблицы, при одинаковом удельном давлении интенсивность изнашивания экспериментальной коронки незначительно (на 8 %) превышает интенсивность изнашивания серийной, механическая скорость бурения испытуемых коронок одинакова.

Выводы:

1. На основе алмазно-твердосплавных гранул разработана экспериментальная технология электроспекания функциональных элементов для буровых инструментов, альтернативная горячему прессованию и инфильтрации в среде водорода.

2. На основе вставок, полученных методом интенсивного электроспекания, разработан и изготовлен опытный образец буровой коронки. Результаты сравнительных лабораторных испытаний опытного образца показали, что интенсивность его изнашивания незначительно (на 8%) превышает интенсивность изнашивания серийной коронки.

3. С учетом полученных результатов, приходим к выводу, что экспериментальная технология интенсивного электроспекания перспективна и при доработке может успешно конкурировать с применяемыми в настоящее время на производстве технологическими процессами изготовления бурового инструмента.

Литературы:

1. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении. Под ред. В. Н. Бакуля, К., "Наукова думка".−1978.−232 с.

2. Ю. В. Найдич, В. П. Уманский, Т. Б. Коновальченко, и др. Применение вакуумной технологии и адгезионно-активных металлов и сплавов при изготовлении алмазних буровых коронок// Адгезия расплавов и пайка материалов. − 2002. − Вып. 35.− С.120−126.

3. Бугаков В. И, Коняев Ю. С. Высокоэффективный алмазный инструмент, изготовленый по оригинальной технологии с применением высоких давленийи температур, новых связок и алмазных материалов // Сверхтвердые материалы. − 2001. − № 6. − С. 54−63.

4. Майстренко А. Л., Иванов С. А., Переяслов В. П., Волошин М. Н. Интенсивное электроспекание алмазосодержащих композиционных материалов// Сверхтвердые материалы. − № 5. − 2000. − С. 39−45.

5. Лаптев А. В., Пономарев С. С., Очкас Л. Ф. Особенности структуры и свойств сплава 84%WC−16%Co, полученного горячим прессованием в твердой и жидкой фазах// Порошковая металлургия. − 2000. − № 11/12. − С.103−116.

К.А. Ануарбеков, М.Ф. Керимжанова

Алмаз бұрғылау коронкаларын жентектеудің балама технологиясы

Аңдатпа. Қазіргі уақытта құрамында алмас бар матрицалық композициялық материалдар (АМКМ) бұрғылау жынысын бұзатын құрал-саймандарға арналған қорғаныш ортада (мысалы, сутекте немесе вакуумда) инфильтрлеу әдісімен дайындалады[1, 2]. Мұндай технологияның негізгі кемшіліктеріне құрал жасаудың өте жоғары өзіндік құны жатады.

Түйін сөздер: құрамында алмас бар, матрицалық, композициялық материал, электр жентектеу, бұрғылау тәжі, жынысты бұзатын элемент, тозу қарқындылығы.

K.A.Anuarbekov, M.F. Kerimzhanovna

Alternative technology of sintering diamond drill crowns

Abstract. Currently, diamond-containing matrix composite materials (AMCM) for drilling rock cutting tools are made by the method of infiltration in a protective medium (for example, in hydrogen or in vacuum) [1, 2]. The main disadvantages of this technology include the rather high cost of manufacturing tools.

Key words: diamond-containing, matrix, composite material, electropacking, drill bit, rock cutting element, wear rate.

УДК 621. 55.03.14

А. Аманкельдинов, С. Сакиев, А. Әбдрәсіл, Е. Амантай, А. Оразбеков, А. Жақсылық

5В071200 - машина жасау мамандығының 4 курс студентері

Ғылыми жетекшісі: Сыздыкбеков Н.Т.

Қ.И.Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.

amankeldinov.a@mail.ru

SURT КОМАНДАСЫНЫҢ АВТОМОБИЛЬДЕРІН ЖАСАУ КЕЗІНДЕГІ ҚОЛДАНЫЛҒАН КОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДАР

Аңдатпа. *Бұл мақалада SURT командасының автомобильдерін жасау кезіндегі қолданылған композитті материалдар туралы қарастырылады. Мақалада композитті*

материалдардың қасиеттеріне сипаттама берілген. Композитті материалдарды қолдану қажеттілігін анықтайды.

Кілт сөздер: *SURT, Shell Eco Marathon, болид, композитті материалдар, шыны жамылғысы, көміртек талшықтары, эпоксидті шайыр, қатайтқыш, автоклав.*

SURT (SatbayevUniversityRacingTeam) – Сәтбаев университетінде арнайы құрылған инженерлер командасы. SURT командасы Shell Eco Marathon Asia 2018 жарысына арналған энерго тиімді болидті құрастырып, марафонда ең үздік 10 автомобильдер қатарына кірді. Ендігі бұл команданың мақсаты Малайзияда өтетін Shell Eco Marathon Asia 2019 жарысында жүлделі орындарды иемдену.

Болидтің энерго тиімді болуының негізгі факторы, ол оның салмағының аз болуында. Сондықтан SURT командасы болид құрастыруда композитті материалдарды қолданды.

Композитті материалдар – химиялық және физикалық қасиеттері әртүрлі екі немесе одан да көп компоненттерден тұратын материалдар. Композиттік материалдарлың қасиеттері компоненттердің құрамына, олардың сандық қатынасына және олардың арасындағы байланысқа байланысты. Компоненттердің құрамын өзгерту арқылы, қажетті беріктік, жылу қарсылығын және де салмағы өте жеңіл ерекше қасиетке ие материалдарды алуға болады.

1 сурет - iSU Prototype 1.2

SURT командасының құрастырған iSU Prototype 1.1 болидінің қаңқасы “шыны жамылғысы” материалынан жасалды. “Шыны жамылғысы” – бұл әйнек немесе оның туындыларынан жасалатын талшық немесе жіп, бірақ күрделі өндірістік процестің арқасында, ол әдетте қарапайым әйнекке қарағанда ерекше қасиеттерге ие. Болидтің қаңқасын жасауда бес қабат шыны жамылғысымен бірге эпоксидті шайыр және қатайтқыш қолданылды. Осы кезде бұл материал келесі қасиеттерге ие:

жоғары деңгейдегі беріктік;

термиялық өңдеуге төзімді. Эпоксидті шыны жамылғысының құрылымы тіпті органикалық текті табиғи талшықтар толығымен жойылған жағдайда қатты жылыту кезінде де сақталады;

• **отқа төзімділігі және экологиялылығы.** Шыны жамылғысы жанбайды, ерітілмейді, балқытылмайды және улы заттарды болдырмайды;

• **бастапқы пішінді сақтау қабілеті;**

• **каррозияға ұшырамауы.**

Осымен бірге оның салмағы болатқа қарағанда бірнеше есе жеңіл болады.

SURT командасының Shell Eco Marathon Asia 2019 жарысына арнап жасаған “Taiburyl” болидінің қаңқасы көміртек талшықтарынан (carbon fiber) жасалды. Көміртек талшығы - бұл графит пен резеңке жұқа жіптерін қию арқылы алынған, берік және жеңіл композициялық материал. Бұл болидтің қаңқасын көміртек талшықтарынан жасаған себебі, iSU Prototype 1.1 болидіне қарағанда салмағын 2 есеге азайту. Болидтің салмағы аз болған сайын оның моторы отынды аз жейді. Көміртек талшықтары автомобиль жасау өндірістерінде қолданысқа ие болып келе жатқан материалдардың бірі. “Taiburyl” болидінің қаңқасын жасауға матрица, жеті қабат көміртек талшығы, эпоксидті шайыр және қатайтқыш қажет болды. Осы негізгі материалдарды бір тұтас жаңа композитті материалды жасау үшін автоклав қолданылды.

Автоклав - атмосфераның жоғары қысымымен қыздыруды қажет ететін әртүрлі операциялар үшін жабық аппарат. Осы жағдайларда реакция жеделдетіледі және тығыздығы артады. Автоклавта жоғары температура кезінде байланыстырушы зат еріп, полимерлеуді қосады, вакуумдық пакет ауаны және артық шайырды кетіреді, ал камерадағы қысымның ұлғаюы матаның барлық қабаттарын басады.

Материал «көміртек талшығы» құрылымымен ерекшеленеді, сондықтан оның артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Негізгі артықшылықтарға жеңілділігі мен беріктігі жатады. Күшке келетін болсақ, жіптерді арнайы тоқу арқасында, бұл композициялық материал қазіргі заманғы көптеген металдардан кем болмайды. Көміртегінің салмағы болаттың жартысына жуығын құрайды және алюминийден 1/5 аз. Сондықтан, бұл материал ұшқыштардың қауіпсіздігіне және үлкен нәтижелерге қол жеткізуге ерекше назар аударылатын автоспорта жиі қолданылады. Бірақ көміртек талшығының да айқын кемшіліктер бар.

2 сурет - Қыздырғыш пеш және вакуумды инфузия әдісі

Көміртекті талшық элементтерін сатып алу көптеген автоэуесқойлар үшін қиындық тудырады. Сол шыны талшықпен салыстырғанда, көміртек әлдеқайда қымбат. Мұның себебі өндірістік процестің ерекше технологиялық күрделілігі.

А. Аманкельдинов, С. Сакиев, А. Әбдрәсіл, Е. Амантай, А. Оразбеков, А. Жақсылық

Использование композиционных материалов при создании автомобилей команды SURT

Аннотация. В этой статье расматривается использование композиционных материалов при создании автомобилей команды SURT. В статье дано описание основным териминам и видам композитных материалов. Выявлена и обоснована необходимость изпользование композитных материалов впри создании автомобилей для гонечных соревновании.

Ключевые слова: SURT, Shell Eco Marathon, болид, композитные материалы, стекловолокно, углеволокно, углепластик, эпоксидная смола, отвердитель, автоклав.

Amankeldinov Alisher, Sakiyev Syrym, Abdrasil Amanzhol, Amantay Erbol, Orazbekov Alikhan, Zhaksylyk Ayawlım

Use of composite materials on the SURT team

Annotation. This article discusses at the use of composite materials when creating cars team SURT. The article describes the main terms and types of composite materials. Identified and justified the need for the use of composite materials in the creation of cars for racing competitions.

Keywords: SURT, Shell Eco Marathon, car, composite materials, fiberglass, carbon fiber, epoxy resin, hardener, autoclave.

ӘОЖ: 62.215.5

Ә.Х. Арап, А.Б. Рахматулина

Ғылыми жетекші - А.Б. Рахматулина, PhD, Сәтбаев Университеті, Өнеркәсіптік инженерия институты, Қазахстан, Алматы қ.

Ә.Х.Арап, «Материалдарды қысыммен өңдеу технологиясы» мамандығының 1 курс магистранты, Сәтбаев Университеті, Қазахстан, Алматы қаласы

aliwer.arap@mail.ru

ТҰРҚЫ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨҢДЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮРДІСІН ЖОБАЛАУДЫҢ ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Аңдатпа. *Дене бөліктері, құрастыру қондырғыларына және бөлшектеріне арналған. Дене бөліктері бөлшектер мен механизмдердің статикалық жағдайында да, машинаның жұмысы кезінде де салыстырмалы тұрақтылықтың тұрақтылығын қамтамасыз етуі керек. Сондықтан олардың жеткілікті қаттылығы бар. Дене бөліктері негізінен жазықтықтар түрінде, негізгі беті бар. Бұл беттер рамка, кузов және басқа дене бөліктеріне бекітіледі.*

Түйінді сөздер: *Кронштейн, сорғы корпусы, СЧ, мойынтіректер, САМ жүйе.*

Корпустың бөліктері дәлдік, беріктік, қатаңдық, тозуға төзімділік, минималды жылу бұрмалануы, тығыздық, бөлшектерді монтаждау және бөлшектеу үшін ыңғайлы. Дене бөліктерін келесі кластарға бөлуге болады:

1. Қораб типті түрі (беріліс қорабы, арна).
2. Кешенді кеңістік нысаны (сорғы корпусы).
3. Бірте-бірте жүзеге асыру - қайтару немесе айналмалы қозғалысы (вагондар, сырғалар, бет-әлпеттер).
4. Кронштейн түрлері, бұрыштар мен тіректер.
5. Пластинаның түрі, қақпақтар мен палеттер.

Дене бөліктері үшін көмекші негіздер беті - тесіктер мен ұшақтардың беті бар. Дене бөліктерінің тесіктері негізгі (дәл) және қосалқы бөліктерге бөлінеді. Негізгі тесіктер біліктер мен мойынтіректердің тіректері болып табылады. Қосалқы тесіктер болттарды, емізікті орнатуға арналған. Дене бөліктері үшін дәлдікке қойылатын негізгі талаптар, подчипник үшін негізгі тесіктердің диаметрі H7 және Ra = 0,4….1,6. Ең кіші тесік диаметріне тең рұқсат етілген тесіктердің төзімділік және конус пен сопылықтың рұқсат етуі сәйкес диаметрі үшін 0,3 0,3 ... толтырылмайды. Көбінесе, тиісті стандарттар тісті беріліс

дөңгелектерінің осьтерінің орталық қашықтығы мен олардың параллель төзімділігін реттейді.

Материалдар және дайындаманы алу әдістері. Көптеген жағдайларда, дененің бөліктері (корпусные детали) сұр темірден құю арқылы жасалады. Сондай-ақ езілген темірден, түсті қорытпаларды қолданамыз. СЧ 15, СЧ 20 сұр шойын құймалары беті тозу үшін жұмыс істемейтін машина бөлшектерінің дене бөліктерін жасайды. Діріл, соққы жүктемесі, бұралу және иілу сәттерінде жұмыс істейтін дене бөлшектеріне арналған блоктар доңғалақты темірден немесе болаттан жасалады, ал агрессивті жағдайда жұмыс істейтіндер коррозияға төзімділігі жоғары материалдардан дайындалады - болат 3Х13, 3Х18Н10Т.

Дәнекерленген корпустың бөлшектерінде Ст3, Ст4, Ст5 төмен көміртекті болат қолданылады. Дене бөліктері құю және дәнекерлеу арқылы жүзеге асырылады. Инъекциялық қалыптау алюминий қорытпаларының, тесіктердің, ішкі және сыртқы жіптердің күрделі формаларын шығару үшін қолданылады. Құю және дәнекерлеу арқылы алынған қаптама термиялық өңдеуге ұшырайды.

Дене бөліктерін өңдеу. Дене бөліктерін өңдеудің құрамы мен мазмұны түрлі беттердің арасындағы базалық және өлшемді қатынастарды таңдау арқылы анықталады. Дене бөліктерінің базасы, негіздер мен үйлесім принциптерін сақтау. Өндірісте көбіне жиі пайдаланылады: үш ұшақта координат бұрышын құрайтын, жазықтықта және Н7 сапасына сәйкес дайындалған екі тесікке құрылғының екі қондырғыларына сәйкес келеді.

Алғашқы операция кезінде дайындаманы өңделмеген беттерге орнатады, өңделетін бір немесе бірнеше беттердің дұрыс орналасуына ұмтылады, кейінгі операцияларда технологиялық негіз ретінде пайдалануға болады. Осы операцияда олар кейінгі операцияларда өңделетін беттерде өңдеуге арналған шығындардың дұрыс таратылуын қамтамасыз етуге ұмтылады. Жиі бірінші операция кезінде, дайындау мөлшері жеткілікті мөлшерде болса, екі басты қалыптап тесікке негізделген. Бұл әдіс негізгі тесіктерді әрі қарай өңдеу үшін біртекті резервті алуды қамтамасыз етеді. Өзін-өзі орталықтандырушы жіберу немесе арнайы аксессуарларды пайдалану үшін қажет.

Дене бөліктері үшін өңдеу жолдары келесі негізгі қадамдарды қамтиды: кейіннен өңдеу үшін технологиялық негіздер ретінде пайдаланылатын беткі өңдеу; өзара байланысты жалпақ беттерін өңдеу; негізгі және монтаждық тесіктерді өңдеу; жазық беттерді өңдеуді аяқтау; негізгі тесіктерді аяқтау.

Кезеңдердің әрқайсысы өңделетін беттердің түріне және дәлдікке қойылатын талаптарға байланысты бірнеше операциядан тұрады. Кейбір жағдайларда маршрут қаттылықты өңдеу және аяқтау арасындағы тозуды қамтиды.

Бірыңғай және кішігірім өндірісте, сондай-ақ ірі бұйымдарды өңдеуде, дене бөлшектерін өңдеу таңбалау арқылы жүзеге асырылады. Бөліктердің тесіктері мен басқа беттерінің осьтерінің орналасуын анықтаймыз. Бұл салаларда дене бөліктерін емдеу үшін көбінесе жалпыға ортақ жинақтаушы құралдар, планшеттік, фрезерлеу, бұру, тегістеу және дене бөліктерінің сыртқы беттерін өңдеу үшін қолданады. Фрезерлеу механикалық өңдеу бөліктерінде жиі кездеседі.

Механикалық өңдеудің негізгі технологиялық үрдісін талдау. Зауыттың техникалық процесі өндіріс корпусының бөлшектерінің стандартты техникалық процесінің негізінде жасалады. Негізгі технологиялық үдеріс еңбек өнімділігін төмендететін және бөліктердің құнын арттыратын прогрессивті құралды қолдамайды. Технологиялық циклды қысқарту және өнімділікті жоғарылату үшін фрезерлік операция үшін арнайы құралды енгізуді және М4-7Н саңылауын арнайы аралас аспапты өңдеуді қолдайды. Дене бөліктерінің конструктивті түрлерінің алуан түрлілігіне қарамастан, әртүрлі техникалық талаптар, оларды өңдеу технологиялық негіздерді таңдау, бетінің өңдеу процедурасы, операцияларды қалыптастыру бойынша жалпыға ұқсас. Дене бөліктері шойыннан және алюминий қорытпаларынан, көбінесе болат немесе басқа құйма құймалардан құйылады. Құмды-сазды құюға, құйма қалыптарға, қаптама қалыптарына құю, кеңінен қолданылады. Штамптар бастапқы бланкілер ретінде пайдаланылады. Дене бөліктері үшін техникалық сипаттамалар.

Дене бөліктерін өндіруде: 1. Пішіннің дұрыстығына. 2. Төмен кедір-бұдырлығына (мкм). 3. Бөлшектердің негізгі деректер базасының салыстырмалы орналасуының дәлдігіне байланысты қарайды.

Әртүрлі автокөліктердің дене бөлшектерін өндірудің технологиялық үдерістері механикалық өңдеу операцияларының бірізділігімен ерекшеленеді, бірақ олардың конструкциялық пішініне, мөлшеріне, дайындамасының түріне, оларды өндіруге қойылатын техникалық талаптарға байланысты айырмашылықтар болуы мүмкін. Дене бөлігін дайындаудың типтік жолы мынадай тізбекте ұсынылуы мүмкін: базалық және жұтылу беттерін өңдеу; басқа да жауапты беттерді тартуға немесе тартуға.

Құрылымдық жағынан күрделі бөліктерді өңдеу процесін құрастырған кезде дайындаманың конфигурациясы мен өлшемдері туралы деректер болуы керек және, атап айтқанда, тесіктердің, қуыстардың, шұңқырлардың, дайындамалардағы проекциялардың болуы. Сондай-ақ сатып алу семинарларының мүмкіндіктерін ескеру қажет. Технологиялық әдістер мен іріктеулерді алу кезінде инженерлік технологияларды дамытудың прогрессивті үрдістері ескеріледі. Бөлшектерді қалыптастыру мәселесін шешу сатып алу сатысына көшуді мақсат етіп қояды және материалдық шығынды азайтады, шығындар үлесін азайтады.

Корпус құрылғы бөліктерінің өзара орналасуын қамтамасыз ететін бөліктерді қамтиды және машинада қолданылатын негізгі күштерді қабылдайды. Дене бөліктері әдетте өте күрделі пішінге ие, сондықтан оларды құю әдісімен (көп жағдайда) немесе дәнекерлеу әдісімен (бір және шағын өндіріс үшін) шығарылады.

Дене бөліктері әр топтағы машиналарға өте тән, сондықтан дизайнда өте әртүрлі. Машина бөлшектері барысында тек дене бөлшектерін жобалаудың жалпы мәселелері қарастырылады. Міндетті түрде барлық дене бөліктерін келесі топтарға бөлуге болады: 1) төсек, рамка, мойынтіректер; 2) негіздер, негізгі плиталар; 3) түйіндердің дене бөліктері. Соңғысы, өз кезегінде, бөлуге болады: а) корпус, қорап, цилиндр.

Машинаның корпус бөліктеріне келесі талаптар қойылады: жоғары қатаңдық және дірілге төзімділік, дәлдіктің ұзақ сақталуы, конструкцияның дайындалуы, ең аз салмақ, жекелеген компоненттердің ыңғайлы өзара орналасуы, майлау және салқындату үшін резервуарлардың болуы және электр жабдықтары үшін шұңқырлар. Дене бөліктері машина массасының немесе механизмдерінің айтарлықтай бөлігін (кейде 80% дейін) құрайды. Еңбектегі дене бөліктерінің бұзылуы көбінесе қайтымсыз көлік апатына, яғни соңғы жоғалтуға әкеледі. Дене бөліктерінің классификациясы құрылымдық күрделілік деңгейіне қарай, қарапайым, ішкі бөлімдері жоқ.

Корпустық дайындамаларды өндіріс орындарында бөлшектеп көптеп жасайды. Олар көп уақытты және қаражатты қажет етеді. Осы кезде өндіріс орнында тіімді болуы үшін біз пакеттік өңдеу (групповая обработка), пайдалануға болады. Әр дененің (корпустың) ұқсас жерін алып оларға жалпы бір техникалық процесс жасаймыз. Бұл қазіргі уақытта кішігірім өндіріс орындарында көптеп қолданылады және CAM жүйеде жасалады, номенклатурасы көп.

Әдебиеттер:

1. Аскаров Е.С. «Технология машиностроение», Учеб. пособие. Алматы. 2015.

2. Усупов С.С. – докт. техн. наук, проф. Казахстанско – Британского технического университета.

3. Сейткулов А.Р. «Материаловедения и технологии мащиностроительного производства».

4. Розов В.Н., Савченко В.Ф. «Корпусные детали и изделий».

5. Каминская В. В. Левина З.М., Решетов Д.Н. «Станины и корпусные детали металлорежущих станков».

6. А.Г.Ткачев, И.Н.Шубин, «Типовые технологические процессы изготовления деталей машин», (учебное пособие).

А.Х. Арап, А.Б. Рахматулина
Повышение производительности проектирования технологических процессов механической обработки корпусных деталей

Аннотация. Корпусные детали предназначены для размещения в них сборочных единиц и деталей. Корпусные детали должны обеспечивать постоянства точности относительного положения деталей и механизмов как в статическом состоянии, так и при эксплуатации машины. Поэтому они обладают достаточный жесткостью. Корпусные детали имеют основные базирующие поверхности, как правило, в виде плоскостей. Этими поверхностями они присоединяются к рамом, кузовам и другим корпусным деталям.

Ключевые слова: Кронштейн, корпус насоса, СЧ, подшипники, система САМ.

A.Kh. Arap, A.B. Rahmatulina
Improving the performance of the design of technological processes of machining of body parts

Annotation. Body parts are designed to accommodate assembly units and parts. Body parts must ensure the constancy of the accuracy of the relative position of parts and mechanisms both in a static state and during operation of the machine. Therefore, they have sufficient rigidity. Body parts have main base surfaces, usually in the form of planes. These surfaces they are attached to the frame, body and other body parts.

Keywords: Bracket, pump casing, SC, bearings, CAM system.

УДК 621.73.07

Ж.Е.Асқар, Е.С.Аскаров

Научный руководитель – Е.С.Аскаров, к.т.н., профессор, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», г. Алматы, Казахстан.

Ж.Е.Асқар, магистрант, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», г. Алматы, Казахстан

zhanko__95@mail.ru

КОНСТРУКЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ КУЛАЧКОВО-ВИНТОВОГО ПРЕСС-АВТОМАТА

Аннотация. *Обработка металлов давлением один из древнейших методов производства. Для формообразования металла необходимо оборудование. Человек еще сотни лет назад создал прессовое оборудование. В настоящее время в машиностроении применяются три типа прессов: гидравлический, фрикционно-винтовой, кривошипный. Все эти прессы давно работают на заводах, обеспечивают выполнение производственных программ. В настоящее время мировой парк прессов насчитывает не менее миллиона штук.*

Данная статья относится к области обработки металлов давлением, в частности, к устройствам для штамповки металла. Показана оригинальная схема кулачково-винтового пресса-автомата. Предложенный многопозиционный пресс-автомат заметно превосходит по своим эксплуатационным и функциональным показателям существующий в настоящее время кривошипный пресс-автомат, такие как, производительность и энергопотребление.

Ключевые слова: *механический пресс, кулачково-винтовой пресс-автомат, штамповка, пресс-автомат, обработка металлов давлением.*

Кузнечно-штамповочный автомат – кузнечная машина для штамповки изделий из проволоки, прутка, ленты, полосового материала и др. Все движения исполнительных органов кузнечно-штамповочного автомата совершаются взаимосогласованном режиме в автоматическом цикле. Подача материала или заготовок осуществляется также автоматически, без участия рабочего. На кузнечно-штамповочных автоматах изготовляют детали, полуфабрикаты или штампованные заготовки многих крепежных изделий; шариков, роликов, колец и сепараторов подшипников качения; [1]

Актуальность работы очень высока, так как пресс имеет высокий уровень оригинальности, в его основе принципиально новый механизм. Данный механизм для конструкций пресса был изобретен к.т.н., профессором КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Аскаровым Ерлан Сейткасымовичем. [2]

Необходимо отметить, что конструкция пресса-автомата очень проста. Данный пресс имеет ряд преимуществ по сравнению с кривошипным пресс- автоматом. Пресс имеет производительность больше, как минимум в 1,5 раза.

В машиностроении в массовом производстве широко применяются кривошипные многопозиционные пресс-автоматы. Они обладают достаточно высокой производительностью, надежностью, но известные недостатки кривошипного пресса проявляются и в их работе. Это большая доля холостого хода в цикле – 50%, низкий КПД при подходе рабочего инструмента к нижней точке хода, что требует расхода дополнительной энергии вращающегося маховика.[3]

Стремление повысить производительность кривошипных прессов, и в первую очередь автоматов, приводит к увеличению числа ходов, поскольку в автоматах номинальное число ходов в единицу времени используется практический полностью. Однако это увеличение, начиная с определенного предела, приводит к тому, что силы оказываются далеко не пренебрежимыми, а соизмеримыми и с технологическим усилием и с весом машины и, следовательно, с реакцией машины на фундамент. Столь большие переменные по величине и знаку силы, периодически воздействуя на систему машины, могут привести к раскачиванию станины и расшатыванию фундамента, вызвать ударные нагрузки в соединениях отдельных узлов и деталей, что в конечном счете, отрицательно сказывается на надежности машины.[4]

Для прессов - автоматов очень важна скорость работы - производительность. Но кривошипный механизм при постоянной скорости вращения вала имеет равное время движения ползуна вниз и вверх. Для повышения производительности в кривошипных прессах применяют разную частоту вращения вала при рабочем и холостом ходах.[5]

Пресс-автомат состоит из корпуса 1 (Рисунок 1), в котором на подшипниках 2 установлен вал 3. На валу 3 установлены зеркально симметрично два цилиндра 4 с винтовой конической поверхностью 5. Под каждой поверхностью 5 установлены ползуны 6 с вогнутой поверхностью 7. Ползуны 6 могут свободно вертикально перемещаться в корпусе 1. Ползуны 6 установлены на подвижной плите 25, которая с помощью скалок 26 двигает рабочую балку 9 с инструментом 10, по количеству рабочих позиций. На валу 3 установлен ведомый маховик 11, который через ремни 12 соединен с ведущим шкивом 13, который установлен на электродвигателе 14. Снизу под пунсонами 10 на рабочем столе 15 пресса установлены матрицы 16.

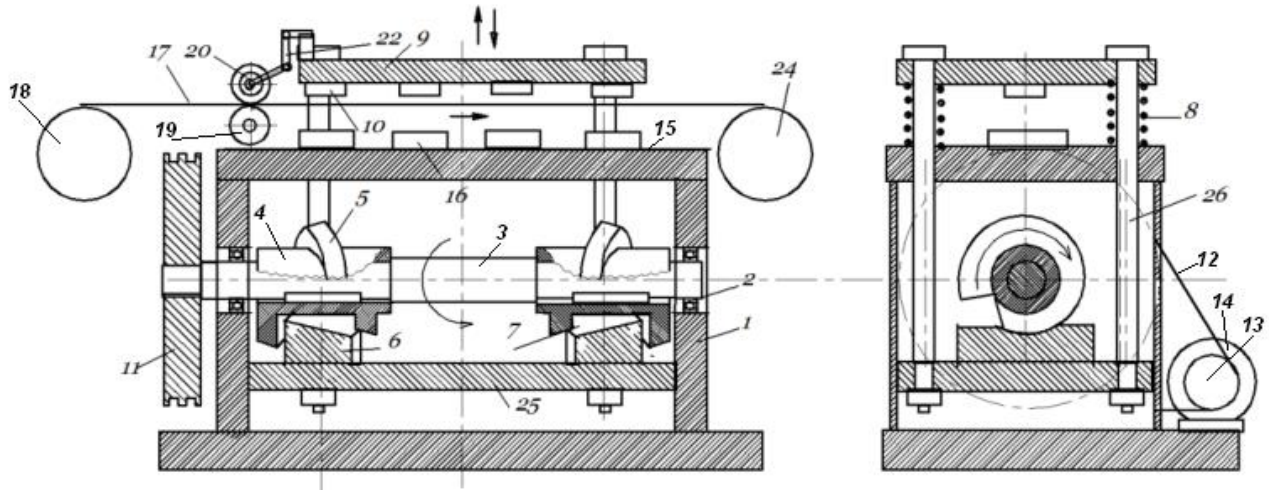


Рисунок 1 – Кулачково-винтовой пресс-автомат

Для бесперебойной работы пресса на нем имеется валковая подача. Рабочая лента материала 17 сматывается с подающей бобины 18, проходит через два валка 19. В верхнем валке 19 имеется обгонная муфта 20, соединенная с рычагом 21. Рычаг 21 шарнирно соединен с рычагом 22, который шарнирно соединен с рычагом 23, жестко закрепленном на рабочем балке 9. Рабочая лента 17 наматывается приемную бобину 24.

Пресс-автомат работает следующим образом. Двигатель 14 вращает шкив 13, который через ремни 12 приводит в движение маховик 11 и вал 3. Вместе с валом 3 вращаются цилиндры 4 с винтовой конической поверхностью 5. Поверхности 5 давят на поверхность 7 ползунов 6 и двигают ползуны 6 вниз, преодолевая усилие пружин 8. После рабочего поворота вала 3, который соответствует примерно 300°...310°, поверхность 5 соскакивает с поверхности 7, и ползун 6 под действием пружины 8 возвращается в верхнее исходное положение. После чего цикл повторяется.

При движении вниз ползуна 6 рычаг 23 также идет вниз, через рычаг 22, он воздействует на рычаг 21, который поворачивается вниз, вместе с обгонной муфтой 20. В этой фазе обгонная муфта 20 крутится в холостом режиме. При движении вверх ползуна 6, рычаг 21 двигается вверх и поворачивает муфту 20 в рабочем режиме. Муфта 20 поворачивает верхний и нижний валки 19, которые подают ленту 17 в рабочую зону пресса. В данной схеме валковая подача присоединена к рабочему балку 9 пресса. Ее рабочее движение обеспечивается силой сжатой пружины, величину которой мы легко можем регулировать. Такая компоновка намного проще, чем крепление привода валковой подачи в валу пресса.

Механизм пресса позволяет сразу получить значительную величину силы Р, которая во время рабочего хода незначительно уменьшается вследствие сжатия пружины 8. Причем усилие сжатия пружины 8 возможно регулировать, чтобы получить ее достаточное значение для вывода ползуна 6 из нижнего положения.

Привод в данной схеме расположен под рабочей поверхностью пресса, что обеспечивает компактность пресса и повышает его динамическую устойчивость и жесткость. Такая компоновка пресса значительно уменьшает металлоемкость оборудования, примерно на 15…20%, что естественно влияет на его стоимость.

Предложенный многопозиционный пресс-автомат заметно превосходит по своим эксплуатационным и функциональным показателям существующий в настоящее время кривошипный пресс-автомат.

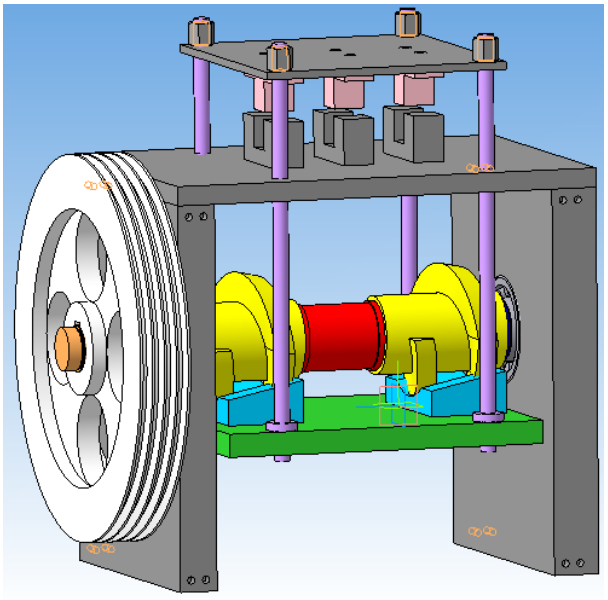


Рисунок 2 – 3D модель кулачково-винтового пресса-автомата

Он превосходит по всем показателям, указанным выше. Но у него есть свои специфические преимущества и особенности.

1. Прессу не нужна пауза для раскрутки маховика между циклами.

2. Крепление привода валковой подачи упрощено.

3. Пресс имеет производительность больше, как минимум в 1,5 раза.

4. Пресс позволяет, при необходимости, увеличивать рабочую силу Р при подходе к нижнему положению.

5. Прессу не нужна избыточная мощность привода.

Предлагаемый кулачково-винтовой механизм имеет меньшую динамическую неуравновешенность, чем кривошипный, что имеет большие значение при работе пресса-автомата, который работает при большой частоте вращения главного вала. Вследствие этого уровень вибрации уменьшается. Также кулачковый механизм достаточно легко уравновесить, в отличие от кривошипного механизма.

Литературы:

1. Пресс автомат. Штамповочный автомат. Кузнечно-штамповочный автомат. – URL: http://www.mtomd.info/archives/974 (дата обращения 05.03.2019)

2. Аскаров Е.С. Новый кулачково-винтовой механический пресс. Исследование и анализ. Монография. Экономика, Алматы, 60 с.

3. Власов В.И., Борзыкин А.Я., Букин-Батырев И.К. и др. Кривошипные кузнечно-прессовые машины. / Под ред. В.И.Власова. - М.: Машиностроение, 1982, 424 с.

4. Ламан Н.К. Развитие техники обработки давлением с древнейших времен до наших дней. – М., Наука, 1989, 210 с.

5. Свистунов В.Е. Кузнечно- штамповочное оборудование. Кривошипные прессы. Пособие. -М. МГИУ, 2008, 680 с.

Ж.Е.Асқар, Е.С.Аскаров

Жұдырықшалы-бұрамалы пресс-автоматтың конструкциясы мен ерекшеліктері

Аңдатпа. Металдарды қысыммен өңдеу өндірістің ең ескі түрі болып табылады. Металдың белгілі бір форманы қабылдауы үшін құрал-жабдық қажет. Адамзат жүздеген жылдар бұрын пресс құрал-жабдықтарын ойлап тапты. Қазіргі заманда машинажасауда үш түрлі пресстер қолданылады: гидравликалық, фрикционды-бұрамалы, қосиінді. Осы пресстер ұзақ уақыттан бері зауыттарда қолданылып келеді, өндірістік бағдарламаның орындалуын қамтамасыз етеді. Қазіргі заманда әлемдік пресс қоры кем дегенде миллион дананы құрайды.

Бұл мақала металдарды қысыммен өңдеу, оның ішінде, металды штамптау саласына жатады. Жаңа жұдырықшалы-бұрамалы пресс-автоматтың схемасы көрсетілген. Ұсынылған көп позициялы пресс-автомат қазіргі замандағы қосиінді пресс-автоматтан өнімділігі және энергия тұтыну сияқты қолдану және функция көрсеткіштері бойынша алдеқайда басым.

Түйінді сөздер: механикалық пресс, жұдырықшалы-бұрамалы пресс-автомат, штамптау, пресс-автомат, металлды қысыммен өңдеу.

Zh.E.Askar, E.S.Askarov

Design and features of the cam-screw automatic press

Abstract. Metal forming is the one of the oldest methods of production. To form the metal you need equipment. A man has created press equipment hundreds of years ago. At present, three types of presses are used in mechanical engineering: hydraulic, friction screw, crank. All these presses have been working in factories for a long time, they ensure the implementation of production programs. At present, the world's press stock has at least a million pieces.

This article relates to the field of metal forming, in particular to devices for metal stamping. An original scheme of a cam-screw press is shown. The proposed multi-position press machine significantly outperforms the existing crank press machine in terms of its operational and functional parameters, such as performance and power consumption.

Keywords: mechanical press, cam-screw automatic press, stamping, automatic press, processing of metals by pressure.

УДК: 621.548.3(574)

Ж. Б. Әбдіходжаев
Ғылыми жетекші – М. Ф. Керимжанова, т.ғ.к., ассоц.профессор
Қ.И.Сәтбаев ат. Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті, Қазақстан, қ. Алматы
zharas_1704@mail.ru

ЗАМАНАУИ ШАРЛЫ ДИІРМЕНДЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ КЕМШІЛІКТЕРІ

Аңдатпа. *Бұл мақалада шарлы диірмендердің заманауи түрлері, олардың модернизациясы және қазіргі кездегі кемшіліктері және оны шешу жолдарына шолу ұсынылған. Сенімділік пен жұмысқа қабілеттілікті арттыру үшін шарлы барабанды диірменнің құрылымын жетілдіру қажет. Бұл міндеттерді жүзеге асыру үшін қатты жүктелген элементтердің тозу себептерін, атап айтқанда оның жетегін зерттеу негізінде шешілді. Барабанда жетекті тісті тәжі бар шарлы диірмендерде тістердің қарқынды тозуы байқалады, бұл олардың жиі ауыстырылуы мен диірменнің істен шығуына әкеледі. Демек, шарлы диірменнің жетегі, ашық тісті берілісі және жұмыс ресурсын арттыру өзекті мәселе болып табылады.*

Түйін сөздер: *шарлы диірмендер, тіс тәждері, ұнтақ.*

Қазіргі уақытта шарлы барабанды диірмендер тау-кен байыту өндірісінде, пайдалы қазбаларды ұнтақтау үшін, цемент, гипс және т. б. өндірістерде кеңінен қолданылады. Барабанды шарлы диірмендер диаметрі 9 м-ге жететін ашық тісті берілістер мен тістерінің модульдері М 28 мм-ге дейін жабдықталған. Көптеген диірмендер бұрышы $\beta = 5 - 7^{o}$ болатын қиғаш тісті берілістерді қолданады. Конструкцияның қарапайымдылығы, жоғары сенімділік пен ұнтақтау деңгейін оңай реттеу мүмкіндігі шарлы диірмендерді өндірісте жылжар бойы белсенді қолдануға әкелді. Алайда, алғашқы шарлы диірменнің потентіне 180 жылдан астам болса да, ондағы құрылым жетілдіру, энергетикалық шығын және т. б. мәселелер әлі күнге дейін өзекті болып қалуда.

Заманауи шарлы диірмендер. Өндірістің күннен-күнге дамуы өзімен бірге техникалық жаңғыруды да ала келуде. Қазіргі шарлы диірмендердің түрлері өте көп кездеседі. Жұмыс істеу режимдерінің өзгелігі, нанотехнологиялар, жаңа қорытпалар көмегімен алынған материалдар және заманауи оңтайлы дизайн қолдануда. Сонымен қатар техникалық талаптарда жаңарып, берік конструкция, қызмет көрсету уақытының ұзаруы және тот басу секілді мәселелердің шешімі табылуда.

Қазіргі таңда шарлы диірмендерді жасайтын компаниялар және фабрикалар өте көп кездеседі. Өзара бәсекелестік, модернизация және жаңа инженерлік идеялар арқылы бір-бірінен басып озуда. Шарлы диірмендердің қазіргі түрлеріне кез-келген бағытта жұмыс жасап, нанотехнологиялық көмегімен жаңа ұнтақтарды өндіруде. Мәселен, кен және минералдар, бояулар мен пигменттер, барий ферриты мен алнико сияқты жұмсақ және тұрақты материалдарды ұнтақтауға қолайлы. Тегістеу дымқыл немесе құрғақ болуы мүмкін. Барлық диірмендер заманауи ұзақ қызмет мерзімі бар мойынтіректермен қамтылған. Корпус материалдары алюминий, тот баспайтын болаттар т. б. материалдардан өндірілуде.

Тіптен көптеген шарлы диірмен өндіруші фабрикаларға кез-келген ұнтақ өндірумен айналысқысы келетін жеке кәсіпкер өзіне сай шарлы диірменді тапсырыс жасай алады. Яғни, өндіріс қандай материалды ұнтақтайтыны, техникалық талаптарын білдірсе жеткілікті. Сонымен қатар оның дизайнын таңдауға және шарлы диірменді орнату алаңына байланысты өлшемдерінде таңдауға жағдай жасалған. Демек, тек кәсіпкерлер емес жеке қожалыққа қолдануға оңтайлы.

Шарлы диірмендердің кемшіліктері. Шарлы диірмен жетегінің тісті іліністерінің бұзылу себептері мен сипаты көптен бері зерттеліп келуде. Шарлы диірмен барабанының жетекте тіс

тәжінің тозуының тән белгілері көп кездеседі.Сондай-ақ өздігінен ұнтақтау диірменінің тиелген тораптарының істен шығуларын талдау зерттелген. Тісті берілістің негізгі ақаулары: ұзындығы бойынша тістердің сынуы, тістердің түп жақтарынан сынуы. Барабанның ішкі бетімен (футеровкамен) тиеу материалының өзара әрекеттесуін талдау негізінде жүктеме салмағынан қысым және үйкеліс күші, центрден тепкіш инерция күші және барабанның ішкі бетіне динамикалық қысым күші анықталған. Күштерді салыстырмалы талдау нәтижесінде барабан корпусының дірілінің пайда болу жағдайлары, дірілді тудыратын күштерді қолдану жиілігі және жетекті тістегершігі бар диірмен барабанында тәждің тісті ілінуінің динамикалық жүктелулері болатыны есептелген.

Шарлы диірмендердің жетегінің құрылымдарын талдау негізінде жалпылама есептік сызбалар және динамикалық модельдер, оның қозғалысының өтпелі режимдерінде жетектің серпімділік қасиеттерін есепке ала отырып, жүктелетін жетектің қозғалмалы моментінің өзгеруінің әртүрлі заңдарын тапсыруда параметрлік тербеліс жетегінің серпінді жүйесінде қозу жағдайларын және жетектің механикалық жүйесіндегі саңылаулардың оның динамикасына әсері бар екені белгілі болды. Шарлы диірмен барабанының динамикалық жүктелуі жетекті тісті тәждің тозуына әсерін тигізеді. Машина бөлшектерінің жылжымалы қосылыстарының беттерін тозумен байланысты тісті ілінісу параметрлері, шарлы диірмен жетегінің конструктивтік элементтерінің есептік деректері қарастырылды. Тозудың физикалық моделі мынадай: микронеровылықты сырғанау кезінде оның алдында қысу кернеулерінің әсерінен болатын, деформацияланатын материалдың алдыңғы білікше пайда болады. Үйкеліс күші салдарынан материал созылып кетеді. Демек, материал белгісіздік деформациялауды сынайды, оның бірнеше рет қайталануы онда микроқұрылымның зақымдануының жиналуына және материал бөлшектерінің бөлінуіне әкеледі.

Сыртқы беттерді өңдеу кезінде әрлеу операциясы ретінде кеңінен шариктер және роликтермен домалату қолданылатын болды. Қаттылығы өңделетін материалдың қаттылығынан жоғары шариктің немесе роликтің әсерінен өңделетін беттің шығыңқы тегіс еместігінің деформациясы болады: микронеровкалардың шығыңқы металдары аралас ойықтарды толтыра отырып, екі жаққа "ағады"; бұл ретте беттің кедір-бұдырлығы азаяды. Бөлшектің нығыздалған қабатының тереңдігі үлкен шектерде, бірнеше микрометрден миллиметрдің ондық үлесіне дейін ауытқуы мүмкін. Нығыздау дәрежесі және 14 қалдық кернеулердің шамасы нығыздалған қабаттың тереңдігі бойынша өзгереді. Беттік қабаттың қаттылығын өлшеу нәтижелері бойынша бөлшектің нығыздау дәрежесі туралы айтуға болады. Беттік-пластикалық деформациялаудың басқа түрі ұсақтағышты өңдеу болып табылады. Біз тісті доңғалақтарды беріктендіру әдісін әзірледік, ол арнайы құрылғының көмегімен соққылау бөлшектерімен жүзеге асырылады. Шарлы диірменнің тісті дөңгелектерін бекітуге арналған құрылғы тік жазықтықта, тістің ойпатының енін бойлай және эвольвентаның траекториясын бүгуге арналған тербелмелі қозғалыстар мүмкіндігі бар бытыраңқы саптама болып табылады. Құрылғы шар диірменінің негізінде құрастырылған және оны тісті ілініс тәжіне қатысты бағдарлауға мүмкіндік береді. Тісті доңғалақтарды беріктендіру әдісі мынадай түрде жүзеге асырылады: шар диірменінің корпусына тәж құрастырылады және шар диірменінің айналу режимінде бос болғанда тісті беріліс іске асырылады.

Шарлы диірмендердің ұнтақтау түрлері де аз емес. Мысалы, егер бір мезгілде барлық эвольвентті қисық және тістердің ойпаттары (барлық профиль) және іліну ұзындығы бойынша өңделсе, бірінші ойықты өңдегеннен кейін диірмен дөңгелегі бір тіске айналады. Нығайту рәсімі қайталанады. Бұл тістің барлық эвольвентінде нығыздау жасауға мүмкіндік береді. Өңдеуден кейін беті тазартылады. Бұл өңдеу тістің шаршау беріктігіне оң әсер етеді, осылайша жұмыс ресурсы 30-40% - ға артады. Тозудың сипатты түрлерінде алдыңғы тістегершіктер ұсақтағышты өңдеуді қайталауға болады. Сондай-ақ, өнертабысқа инновациялық патент беру туралы қорытынды алынған ауыр тиелген тісті доңғалақтардың жұмыс бетіне қорғау жабындарын салу әдісі ұсынылады. Тәсіл былайша жүзеге асырылады: ауыр жүктелген тісті доңғалақтардың өңделетін бетінің пластикалық деформациясы 10-12

сағат ішінде ашық жұптың тісті доңғалақтарын алдын ала өңдегеннен кейін шар диірмен барабанының жұмыс режимінде және мыстың хлоридінің жоғары мөлшері бар майлайтын-салқындатқыш сұйықтықты бір мезгілде бергеннен кейін тісті доңғалақтардың түйіспе аймағына және бұл ретте қорғаныш триботехникалық қабатының 15 - үлгісінде жүзеге асырылады.

Әдебиеттер:

1. Сахарев Б. И, Современные шаровые мельницы.Научный журнал «модерницазия машиностроение» №8, 2018 г. с 23-26;

2. Поветкин В.В., Сушкова О.А. Повышение долговечности тяжелонагруженных зубчатых передач методами поверхностно-пластического деформирования. Сборник материалов III международной научной конференции «Актуальные проблемы механики и машиностроения», том II, Алматы, 2009, с.257- 261;

3. Поветкин В.В., Сушкова О.А. Исследование динамических процессов в приводах шаровых мельниц. Труды международного форума «Наука и инженерное образование без границ», том I, Алматы, 2015, с.384-387;

4. Сушкова О.А. Влияние погрешности и прочности зубчатых передач на динамику привода. Научный журнал «Вестник КазНТУ» №6, 2009г. с.41-45.

Ж. Б. Абдиходжаев, М. Ф. Керимжанова

Современные шаровые мельницы и их недостатки

Аннотация. В данной статье представлен обзор современных видов шаровых мельниц, их модернизация и современные недостатки и пути их решения. Для повышения надежности и работоспособности необходимо совершенствовать конструкцию шаровых барабанных мельниц. Для реализации этих задач было решено на основе изучения причин износа сильно загруженных элементов, в частности, его привода. В барабане на шаровых мельницах с приводной зубчатой короной наблюдается интенсивный износ зубьев, что приводит к их частой замене и выходу из строя мельницы. Следовательно, актуальной проблемой является привод шаровой мельницы, открытая зубчатая передача и увеличение рабочего ресурса.

Ключевые слова: шаровые мельницы, венец зуба, порошок.

Zh. B. Abdikhodjayev, M. F. Kerimzhanova

Modern ball mills and their disadvantages

Annotation. This article provides an overview of modern types of ball mills, their modernization and modern drawbacks and ways to solve them. To improve the reliability and performance it is necessary to improve the design of ball drum mills. To accomplish these tasks, it was decided on the basis of studying the causes of wear of heavily loaded elements, in particular, its drive. In the drum on ball mills with a gear-toothed crown, intense wear of the teeth is observed, which leads to their frequent replacement and failure of the mill. Therefore, the actual problem is the drive of a ball mill, an open gear drive and an increase in the working life.

Keywords: ball mills, tooth crown, powder.

ӘОЖ: 621.548.3(574)

А.С.Батжан, А.Т.Альпеисов

Ғылыми жетекші - А.А.Турусбекович, ассоц.профессор, Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.
Strong.ashka@mail.ru

ПНЕВМАТИКАЛЫҚ ЦИЛИНДРДІҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ

Аңдатпа. *Бұл мақалада пневматикалық цилиндрдің жұмыс істеу принципі және қызметі оның әр салада қолданылуы және артықшылығы мен кемшіліктері зерттелді.*

Мақалада пневматикалық цилиндр туралы мәлімет. Оның жұмыс істеу принципі және пневматикалық цилиндрдің түрі мен конструкциялық ерекшеліктері. Пневмацилиндрдің

материалы оның химиялық құрамы мен механикалық көрсеткішітері. Сонымен қатар пневматикалық цилиндр транспорттық подвеска, ауыр машина жасау, темір жол саласы,медецина саласында кеңінен қолданылады.

Бұл қарастырылып отқан бөлшек машина жасау саласына тікелей қатынасы жоғары. Себебі әр зерттеулер және өнер тапқыштардың мақсаты пневматикалық цилиндр арқылы аз күш жұмсап көп артық жұмыс жасау. Сонымен қатар олардың камералары яғни ауа жиналатын аумақ,сонымен қатар шток ауа сорғыш клапындар көп зерттелген. Себебі "Российская Федереция Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам" патенттеу барысында 2018 жылғы жаңа өнер тапқыштар осы пневматикалық цилиндрдің көп салада қолданылуы және пайдасының көп екендігін біле отырып артық кемшіліктерін салыстыра зерттеп, және өз өзгертулерін есептеп дәлелдеп кемшілігін жойып немесе артықшылығын арттырып патенттеп дәлелденген.

Осы себебтен зерттей отырып мен өз пікрімді және өзгертуімді енгізуге әрекет жасап, пневматикалық цилиндрді зерттей отырып бакалаврден бастап келген және жинақтаған білімімді түйіндеп өз үлесімді қосамын.

Түйінді сөздер: *Пневматикалық цилиндр, машина жасау, конструкция, патенттер.*

Машина жасау ғылымының дамуы тікелей техниканың заманауи және ғылымның соңғы жетістіктеріне қол жеткізу барысында өнімділігі мен сапасын арттырады.Технология және де техниканың өсу қарқынын жеделдету арқылы – мемлекеттің экономикасын сонымен қоса басқада салалардың ғылыми – техникалық прогресінің дәрежесін көрсетеді. Машина жасау саласын дамытуда мемлекеттің экономикасына тікелей әсер етеді. Себебі машина жасау саласын дамыта отырып мемлекет өзінен шығатын өнім немесе бөлшек, техника, басқада технологиялық жолдар арқылы өңделетін өнім өзінің сапасын жоғары көрсетіп заманға сейкес шығарылған болса ол өз мемлекетіне улкен табыс алып келеді. Машина жасау саласы негізгі теория мен қағидаға сүйене отырып адам еңбегін аз пайдалана отырып сонымен қоса қаржыны аз жұмсап сапалы, халхаралық стандарттарға сейкес келетін өнім шығару болып табылады.

Пневматикалық цилиндрдің жұмыс істеу принципі ауаның сығылуы арқылы іске асады. Ауаның кіруіне байланысты пневматикалық цилиндрдің екі түрі белгілі: бір жақты немесе екі жақты болып бөлінеді.

Осы негізгі қағидаға байланысты патенттеу кезінде өзекті мәселелер қарастырыдған. Өтініш берілген кез 13.03.2018 жылы шығарылған кезі 26.07.2018 Бюл.№21 бұл пайдалы мәселе "Ауылшаруашылығындағы машина жасау саласына" қатысты оның ішіндегі өнім жинайтын комбайн машинасында қолданылады. Мұндағы қызметі машинаның ресоры ретінде қолданылады, және өзінің арттықшылығы мен кемшіліктері бар. Кемшілігі төмен жылдамдықпен жұмыс жасайды. Подвеска автоматты түрде шамасын өзгерте алмайды. Ал артықшылығы өнімнің сабақ ұзындығымен арақашықтығын сай орнатуға болады. Сонымен қатар өнім жиналған соң көлікке түсіретін нагрузканы азайтады.

Өтініш берілген кез 21.11.2017 жылы шығарылған кезі 26.,07.2018 Бюл.№21 бұл мәселе "Рельс немесе жолдағы транспорттың тежеу құрылғысы" мұнда да артықшылықтары мен кемшіліктері бой алады. Кемшілігі колодкалардың тез тозуы, цилиндрлардың жұмыс жасау қуатының төмендеуі.Артықшылығы тез арада тоқтату. Осы сияқты зерттеулер жүргіліп патенттенген бөлшектер баршылықты. Себебі өндірісте пневматикалық цилиндрдің жұмыс қызметтері көптеп қолданылады. Ауыр жүктерді көтеруде кеңінен қолданылады және пневматикалық цилиндр арқылы қысудыңда орны ерекше.

Мұнай саласында қысыммен шығару кезінде қолданылады, каналдар арқылы қысыммен жібергенде пневматикалық цилндр ауаның күшімен сол мұнайды каналдар арқылы қуалап деген орнына жеткізеді. Кемшілігі бөлшектердің тозуы тез және каналдар жұмыс істеп болғаннан кейін химиялық заттардың қатуы, осы себебтен келесі жұмыс істегенде кедергілер болып кейде бітеліп цилиндрді жарыпта жибереді. Артықшылығы жұмыс уақыты жылдам.

Пневматикалық цилиндрдің пайдалынатын аясы көп оның себебтері: пневматикалық цилиндрдің құрылысы оңай; күш айтарлықтай көп бере алады;жұмыс істеу мерзімі ұзақ; кемшіліктерінен қарағанда артықшылықтары көп. Оған дәлел қазір транспорттар; өндіріс орындары;медицина;тағам саласы барлық салада қолданылады. Осыған байланысты пневматикалық цилиндрді зерттеу және ары қарай дамыту жыл сайын өсуде. Оның ерекшеліктері корпустың мықты болуы;қақпақтары арнайы металлдан жасалған;қақпақта тесіктер ауа кіру үшін және қажетті мөлшерде ауа алу үшін белгілі диаметрде болады; химялық құрамы өте жоғары фильтрлердің болуы; поршень және шток бір-біріне құйылып немесе құрастырылу арқылы жасалады;және арнайы резиналар және смазкалары бар.

Пневматикалық цилиндр ауаның сығылуы арқылы іске асады. Поршень мен шток және мембраналардың жұмыс істеу барысында күш қуат береді 25000 Н дейін күш бере алады. Пневматикалық цилиндр өзінің конструкциясы бойынша ерекшеленеді.Элемент түрлелі мен бөлшектері ерекшеленеді майда немесе аса ірі болады. Күш беру барысында 2-50000 Н дейін күш береді, ал жылдамдығы 0,02-1,50 м/с.

Ресей федерациясының өнер тапқыштары мен ғалымдарының патенттеу тізімі бойынша қарастырып ең маңызды мәселелер ол шток пен поршень мықты болу және қолдану аймағына байланысты материал таңдау сонымен қатар аса жоғары дәлділік қажет. Патенттеу тізімінде жылына 200 – 500 аралықтарында патенттеуге өтініштер түседі. Солардың барлығының мақсаттары ұқсас аз күш жұмсап көп күш алып жұмыс жасаумен бөлшектің жылдам тез қызмет жасау және қызмет көрсету мерзімі ұзақ болу керек. Пневматикалық цилиндрдің эксплуатация кезінде қарапайым болуы.

Пневматикалық цилиндрдің патенттеу тізімі көп болып және соларды зерттеу барысында олардың қазіргі өндіріске алып келетін пайдасы өте жоғары екені аңғарылды. Себебі: пневматикалық цилиндр сенімді және өте мықты осыған орай бұл бөлшекті транспорт,ауылшаруашылығы,медицина, мұнай – газ өнер кәсібі, темір жол саласы сонымен қатар бүкіл салада ең қарапайымы шаштараз және шаш жасау саласындада қолданыс тапқан.

Өзінің конструкциясы нақты болғаннан ұсақ және аса ірі размердегі пневматикалық цилиндрлердің құрастырылуы. Соған орай қызметтері. Техникалық қорытындысы бойынша барлық патенттер және еңгізілген өзгерістер мен жаңалықтар орынды. Оған себеб: пневматикалық цилиндрдің диаметрі, материалы, шток пен поршеньнің орналасуы, бірнеше пневматикалық цилиндрдің бірге қолданылуы, пневматикалық цилиндрді белгілі градустар бойынша қою, пневмажолдар мен каналдардың жасалуы, арнайы датчиктардың орнатылуы, жұмыс істеу жылдамдықтарының артуы, электр қуатынан тәуелсіз болуы, әр бөлшектердің мықты және сенімді болуы.

Әдебиттер:

1. Мендебаев Т.М. Машина жасау технологиясының негіздері. Алматы “Эверо” баспаханасы, 2005. – 320 б.

2. Нысанбай Ғ. Металдарды пісіру және кесу. Алматы. ҚазҰТУ,2001.- 246 б.

3. Самсаев М.Б., Самсаев И.М., Жүнісбаев Б.Ж., Илямов Х.М.,Сафарғалиев А.Е. Өзара а уыстырымдылық, стандарттау, сертификаттау негіздері және техникалық өлшеу. Сапа менеджменті. Алматы “Бастау” баспасы, 2008. – 262 б.

4. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2 (1985) Под ред. А.Г. Косиловой.

5. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1 (1986) Под ред. А.Г. Косиловой.

А.С. Батжан, А.Т. Альпеисов

Преимущества и недостатки пневматического цилиндра

Аннотация. В данной статье изучены принцип действия и функции пневматического цилиндра, его применение в различных отраслях, преимущества и недостатки.

Сведения о пневматическом цилиндре в статье. Принцип его работы и тип и конструктивные особенности пневматического цилиндра. Материал пневмацилиндра его химический состав и механические показания. Кроме того, пневматический цилиндр широко используется в области транспортной подвески, тяжелого машиностроения,железнодорожной отрасли, медицины.

Это обусловлено высоким прямым отношением рассматриваемой розничной отрасли к машиностроительной отрасли. Потому что цель каждого исследования и изобретателей заключается в том, чтобы сделать больше, чтобы потратить меньше усилий через пневматический цилиндр. Кроме того,изучены такие камеры, как зона сбора воздуха, а также штоковые воздухонасосные клапаны. Потому что в ходе патентования" Российская Федерация Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам " новые изобретатели 2018 года, зная, что этот пневматический цилиндр используется в большей степени и больше прибыли, исследовали излишние недостатки, и доказывали свои изменения, устраняя недостатки или увеличивая преимущества.

Изучая эту причину, я пытаюсь внести свое мнение и изменение, изучая пневматический цилиндр, от бакалавра и внесу свой вклад в полученные знания.

Ключевые слова: пневматический цилиндр, машиностроение, конструкция.

A.S.Batzhan, A.T.Alpeisov

Advantages and disadvantages of pneumatic cylinder

Annotation. This article examines the principle of operation and function of the pneumatic cylinder, its application in various industries, advantages and disadvantages.

Information about the pneumatic cylinder in the article. The principle of its operation and the type and design features of the pneumatic cylinder. The material of the pneumatic cylinder its chemical composition and mechanical indications. In addition, pneumatic cylinder is widely used in the field of transport suspension,heavy machinery, railway industry, medicine.

This is due to the high direct ratio of the retail industry to the engineering industry. Because the goal of every research and inventors is to make more to spend less effort through the pneumatic cylinder. In addition, such chambers as the air collection zone, as well as rod air pump valves were studied. Because in the course of patenting the" Russian Federation Federal service for intellectual property, patents and trademarks " the new inventors of 2018, knowing that this pneumatic cylinder is used to a greater extent and more profit, investigated unnecessary shortcomings, and proved their changes, eliminating shortcomings or increasing advantages.

By studying this reason, I am trying to make my opinion and change by studying pneumatic cylinder, from bachelor and will contribute to the knowledge gained.

Key words: pneumatic cylinder, mechanical engineering, construction.

ӘОЖ 621.7

Ж. Беге, Ж.Н. Исабеков

Ғылыми жетекші – Ж.Н. Исабеков, Қ.И.Сатбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Өнеркәсіптік Инженерия Институты, Қазақстан, Алматы қ.

Беге Ж., «Машина жасау» мамандығының 3 курс студенті, Қ.И.Сатбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Қазақстан, Алматы қ.

Zhasik0419@gmail.com

МЕТАЛЛ КЕСКІШ ҚҰРАЛЫНЫҢ ЖАҢА КОНСТРУКЦИЯСЫ

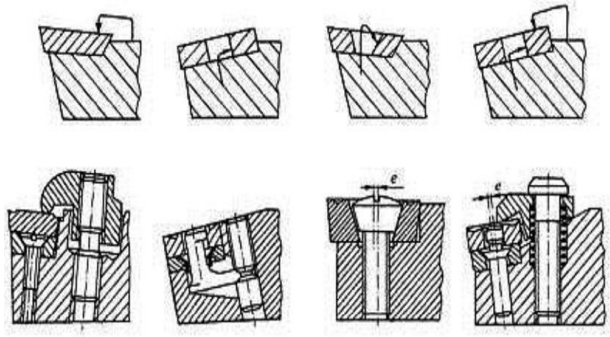
Аңдатпа. *Металл кескіш құрал - өндірісте, жалпы айтқанда жұмыс істеу үшін қолданылатын құрал-саймандар.Осы құралдарсыз жабдықтың техникалық мүмкіндіктерін қолдануды,сызбада көрсетілген талаптарды орындау және өңдеудің техника-экономикалық көрсеткіштерін анықтау мүмкін емес.Машинажасау технологиясының негізгі тапсырмалары:тозудың азаюы,материалды өңдеу кезіндегі және ең бастысы,автоматтандырылған өндірістегі немесе басқару бағдарламасы бар станоктардағы металлкескіш құралдың төзімділігін арттыру болып табылады.Металлкескіш құралға қойылатын негізгі талап-берілген кедір-бұдырлықтың параметрлеріне және өңдеу дәлдігіне сай жоғары өнімділікті қамтамасыз ету.Осы негізгі талаптың орындалуы геометриялық параметрлерінің ауытқуына,кескіш бөліктің қаттылығына,сыртқы түріне тікелей байланысты. Металлкескіш құралдың жаңа конструкциясын жасар кезде геометриялық параметрлер мен конструкциялық элементтерді жақсартуға,кесу қасиеті жоғары материалды таңдауға аса мән береді.Осы мәселелерді шешу арқылы металлкескіш құралдың төзімділігін,жоңқаларды ұсақтауды жақсартуға мүмкіндік береді.*

Түйін сөздер: *Металл кесетін құрал, ауыспалы көп қырлы пластина, шпонкалы тарту, модульдік құрылым.*

Ауыспалы көпжақты пластиналы (АКП) құрамалы құралды қолдану арқылы құралдың эксплуатациялық қасиеттерін жақсартады,жетіспейтін кескіш материалды үнемдеуге болады.Олармен қоса тозуға немесе жылуға бекемді кескіш материалды кеңінен қолдануға қолайлы жағдайлар құрылады. АКП құрамалы құрал қазір көп сұранысқа ие,шығарылуы номенклатура немесе көлемі бойынша артып жатыр.Кескіш құрал шығарылымының 30-40%-ын құрамалы құралдың меншікті салмағы алып жатыр.

АКП бекітілу әдісіне байланысты кескіш конструкциялар әртүрлі топтарға бөлінеді.Бекітілуді ыңғайлату мақсатында кейбір түрлер қуыспен жасалынады.Пластинаның бекітілуіне жасалған зерттеулер арқылы бекітілу схемалары келесі түрлерге бөлінеді (Сурет 1):

- үстіде орналасқан қапсырма;
- иінтірекпен тесік арқылы ұяшықтың бүйір қабырғаларына қысу;
- конустық басы бар бұранда;
- тесік арқылы штифтпен және жоғарыдан ұстаумен.



а) б) в) г)

а - үстіде орналасқан қапсырма; б - иінтірекпен тесік арқылы; в - конустық басы бар бұранда; г - тесік арқылы штифтпен және жоғарыдан ұстаумен.

Сурет - 1. Қатты қортпалы АКП механикалық бекіту схемалары:

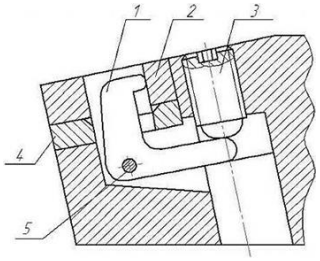
АКП-мен жабдықталған құрал-саймандардың бірқатар артықшылықтары бар, алайда олар сондай-ақ кемшіліктерге ие [1]:

1) Олардың жоғары дәлдігіне байланысты жоғары құны, демек, пластиналар мен жалпы құрал-саймандарды жасаудың жоғары еңбек сыйымдылығы;

2)Пластиналарды бекіту элементтерін орналастыру қажеттілігіне байланысты аспаптардың, корпустың өлшемдерінің үлкейуі;

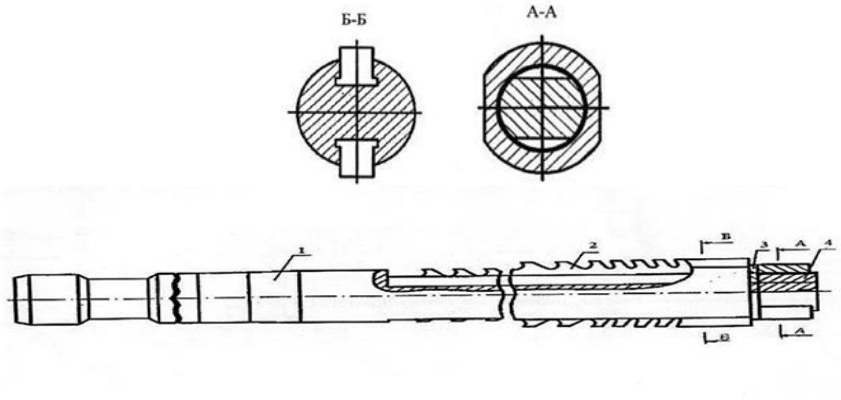
3)Пластиналардың берілген пішініне және оларды бекіту жағдайларына байланысты құралдың кескіш бөлігінің оңтайлы геометриясын толық қамтамасыз ету мүмкін еместігі.

Бекітудің жаңа әдісі (сурет. 2) қазіргі әдістерден кескіш ұстағыштың ішінде иінтіректі орналастырумен ерекшеленеді. Бұранданы 3 бұрағанда, ол 1 иінтірегіне әсер етеді, оны 5 осіне бұрап, сол арқылы иінтіректің екінші ұшы тірек пластинасын кескіш ұстағыштың тірек бетіне қысады. Механикалық бекіткіші бар кескіштің осындай құрылымын жасау процесі технологиялық түрде қарапайым. Бұл конструкцияда шығыңқы бекіту бөлшектері жоқ. Бұл конструкция сапалы дайындалған жағдайда сенімді және ашық алдыңғы бетінен жоңқаның жақсы бұрылуын қамтамасыз етеді.



Сурет - 2. Бұрылыс иінтірегінің көмегімен кесу пластинасын бекіту

Құрама шпонкалы созу (Сурет 3) үлкен айналмалы сәттерді беретін бөлшектерде екі шпонкалы пазды бір уақытта алу мүмкіндігін қамтамасыз етеді [2]. Созғыштың 1 корпусында диаметральды орналасқан Т-тәрізді екі ойықтары бар, онда қайта тегістелетін 2 кескіш блогы бекітілген.



Сурет - 3. Құрама шпонкалы созу

Құрама шпонкалы созудың конструкциясында 1 корпус, 2 кескіш блок, 3 шайба және 4 гайка бар.

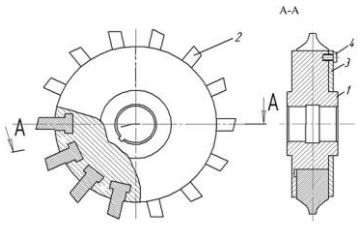
Созғышты құрастыру мынадай түрде жүзеге асырылады: 1 созғыштың корпусына және құрал-сайманның шетінен Т-тәрізді ойықтар екі кескішті 2 ендірмесі салынады. Кескіш ендірмелерді бекіту 3 шайба және 4 гайка көмегімен жүзеге асырылады.

Созғышты пайдаланудан алынатын техникалық нәтиже:

- бір корпуста орнатылатын екі кескіш блоктарды пайдалану есебінен шпонкалы паздарды алу өнімділігін арттыру;
- бір қондырғыдан ойықтарды бір уақытта өңдеу есебінен дәлдікті арттыру;
- бір уақытта екі кілтекті ойықтарды алуға мүмкіндік беретін екі кескіш блоктарды пайдалану есебінен бөлшектерді өңдеудің еңбек сыйымдылығын азайту;
- кескіш блоктарды қайта жөндеу және өңделетін ойықтардың өлшемдік қатарын кеңейту есебінен созғыштың жұмыс өнімділігін арттыру.

Дискті фреза (Сурет 4), тозуына қарай кескіш тістердің қондырмалары алып салуға ыңғайлы. Т-тәрізді ойықты пайдалану фрезаны фасондық және модульдік дискілік фрезаға айналдыруға мүмкіндік береді. Мұндай фрезердің конструкциясы оған фрезерлік операциялардың әр түріне қайта баптау мүмкіндігімен көп функциялы қамтамасыз етеді. Фреза әр түрлі фрезерлік станоктарда қондырма ілгегіне бекітіле отырып, сапта орындалған.

Фреза 2 кескіш ендірмелердің астына радиалды орналасқан ойықтары бар 1 корпустан, 3 бүйірлік фланецтен, 4 бұрандалардың көмегімен кескіш ендірмелерді бекітетін 2 корпустан тұрады.



Сурет - 4. Дискті фреза

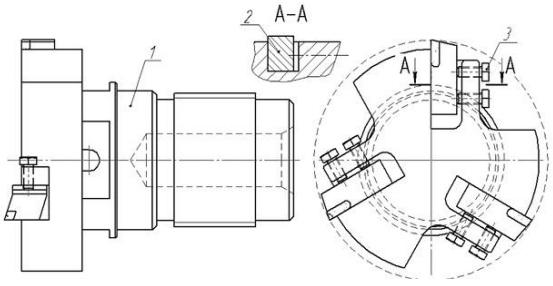
Фрезаны құрастыру мынадай түрде жүзеге асырылады: 1 корпустың әрбір ойығы қабырғаға тірелгенге дейін 2 кесетін ендірмелер салынады, содан кейін 3 бүйірлік фланеці 4 бұрандаларының көмегімен бекітіледі. Осы конструкцияның фрезасын пайдаланудан алынатын техникалық нәтиже фрезаны құрастыруға және баптауға кететін уақыт шығындарын азайту, сондай-ақ конструкцияны әртүрлі мақсаттағы фрезаларға қайта баптау мүмкіндігі болып табылады.

Машина жасау өндірісінің бұйымдарында қолданылатын стандартты емес конустық ішкі беттер стандартты зенковкаларды алмастыратын арнайы кесу құралын жобалау және дайындау қажеттілігін тудырады [3].

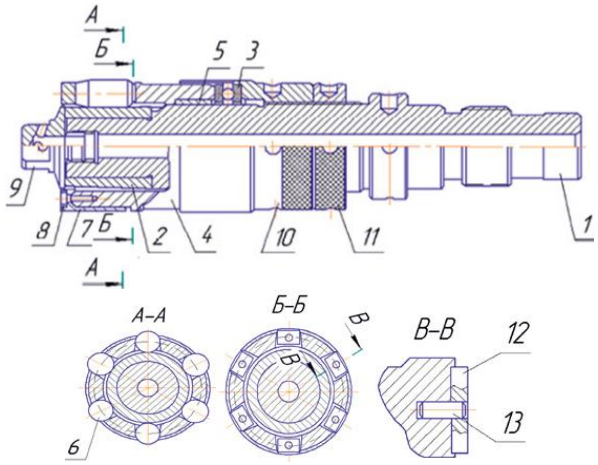
Үш кескіш өңдейтін бұрғылау басының құрылымы әзірленді (сурет 5), берілісті бөлу схемасы бойынша жұмыс істейді. Кескіштердің өлшеміне теңшеу мүмкіндігі бар және радиалды бағытта жылжи алады. Берілісті бөлу схемасы бойынша жұмыс істейтін бұрғылау бастары кесетін жиектер санын арттыру есебінен теориялық түрде кез келген өнімділікті дамытуы мүмкін.

Осьтік бағытта бастың корпусы кескіштерді бір жазықтықта қоюға мүмкіндік береді. Бұрғылау үш кескіш басы 1 корпустан, 2 кескіштен және 3 бекіту бұрандасынан тұрады. Бұрғылау басының корпусында отырғызу беті және сабақтарға немесе бұрғылау қондырғысына бекіту үшін монтаждау бөлігі болады. Мұндай бастиектің конструкциясы агрегаттық станокта диаметрі 125 мм М130 бекітпесінің бүйіріндегі тесіктерді қазу кезінде қолданылған. Берілісті бөлу схемасы бойынша бұрғылау басының конструкциясы еңбек өнімділігін арттыруға және тесік бетінің қажетті дәлдігі мен сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік берді [2].

Жылжымалы конструкциялардың жетіспеушілігі осьтік күштің және оның аунақшаларымен сепараторға берілуінің нәтижесінде жылжымалы конструкцияны пайдалану кезінде сепаратордың тірек бетінің қарқынды тозуы орын алады,бұл жаңа сепараторды дайындау қажеттілігіне әкеледі. Сепараторды дайындау технологиясы күрделі және көп еңбекті қажет етеді. Өнертабыстың мәні [4] (сурет.6) конусты төлкеге киілетін корпусты қамтитын роликті раскатник және тіректі шарикоподшипник, сепаратор, төлке, ролик, қақпақ, бұрандалар, форсунка, гайка және контргайка орнатылған, бұл ретте сепаратор ойықтарының тірек бетінде шаршы формасындағы ұяшықтар және қатты қорытпа пластинкаларды орнатуға арналған. Қатты қорытпа пластиналар сепаратордың тозуға төзімділігін арттырады. Өнертабысты пайдаланудан алынатын техникалық нәтиже құрал жұмысының ұзақ мерзімділігі мен ресурсын арттыруға ықпал ететін сепаратордың тозуға төзімділігін арттыру болып табылады.



Сурет - 5. Өңдейтін бұрғылау басы



Сурет - 6. Роликті илемдеу

Әдебиеттер:

1. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.

2. Протяжка сборная шпоночная (Авторы: Боярский В.Г., Сихимбаев М.Р., Шеров К.Т.). Инновационный патент № 26235 Республики Казахстан на изобретение. Бюллетень изобретений № 10 от 15.10.2012 г.

3. Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д. и др. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник. – М: Машиностроение, – 1990. – 400 с.

4. Раскатник роликовый (Авторы: Боярский В.Г., Сихимбаев М.Р., Шеров К.Т.). Инновационный патент № 26241 Республики Казахстан на изобретение. Бюллетень изобретений № 10 от 15.10.2012 г.

Ж. Беге, Ж.Н. Исабеков

Новые конструкции металлорежущего инструмента

Аннотация.Металлорежущий инструмент является орудием производства, без которого не представляется возможным полностью реализовать заложенные в оборудовании технологические возможности (точность и качество обработки), обеспечить все требования, представленные в чертеже детали и достичь необходимых технико-экономических показателей обработки.Уменьшение износа, повышение стойкости металлорежущего инструмента при обработке материалов являются наиболее актуальными задачами технологии машиностроения и, прежде всего, в автоматизированном производстве и на станках с программным управлением.Главное требование к металлорежущему инструменту – высокая производительность при заданных параметрах шероховатости и точности обработки – обеспечивается выполнением условий в отношении допусков на изготовление, отклонений геометрических параметров, твердости режущей части, внешнего вида. При создании новых конструкций металлорежущего инструмента стремятся усовершенствовать их геометрические параметры и конструктивные элементы, а также использовать материалы с повышенными режущими свойствами и новые материалы. Решение этих проблем позволит повысить стойкость металлорежущего инструмента, улучшить дробление стружки, особенно для станков с программным управлением

Ключевые слова: Металлорежущий инструмент, сменная многогранная пластина, шпоночная протяжка, модульная конструкция

Zh. Bege, Zh.N. Issabekov

New designs of metal-cutting tools

Annotation. Metal-cutting tool is a tool of production, without which it is not possible to fully implement the technological capabilities inherent in the equipment (accuracy and quality of processing), to ensure all the requirements presented in the drawing of the part and to achieve the necessary technical and economic indicators of processing.

Reduction of wear, increase of resistance of the metal-cutting tool at processing of materials are the most actual problems of technology of mechanical engineering and, first of all, in the automated production and on machines with program control.

The main requirement to the metal-cutting tool-high productivity at the set parameters of roughness and accuracy of processing – is provided by performance of conditions concerning tolerances on production, deviations of geometrical parameters, hardness of the cutting part, appearance. When creating new designs of metal-cutting tools seek to improve their geometric parameters and structural elements, as well as use materials with improved cutting properties and new materials. The solution of these problems will increase the resistance of metal-cutting tools, improve chip crushing, especially for machines with software control.
Keywords: Cutting tool, replaceable multi-faceted plate, keyway broaching, modular design.

УДК 621.9.06

О.А. Джасинбеков, Е.С.Аскаров
Научный руководитель – Е.С.Аскаров, к.т.н., профессор, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», г. Алматы, Казахстан.
О.А. Джасинбеков – докторант, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева Казахстан, г. Алматы
olzhas_9114@mail.ru

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ СТАНОЧНОГО ПАРКА КАЗАХСТАНА, ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ НА ТОЧНОСТЬ.

Аннотация. *В работе посвящен существующие проблемы станочного парка страны, обзору ЧПУ станка модели Mazak quick turn nexus 350 ii my, производства корпорации Mazak Corporation, Япония, а также влияющие факторы на точность. На ежегодном Послании главы государства Н.А. Назарбаева поставлена задача о переходе индустрии республики на новый уровень под названием «Индустриализация 4.0». После чего обрабатывающий сектор должен стать более инновационным, основанным на новом технологическом укладе 4.0. «В 2018 году необходимо начать разработку третьей пятилетки индустриализации, посвященной становлению промышленности «цифровой эпохи». Следует реализовать пилотный проект по оцифровке нескольких казахстанских промышленных предприятий, а затем этот опыт широко распространить», - говорится в Послании.*
Ключевые слова: *точность, ЧПУ станки, качества.*

В настоящее время остро стоит задача обновления оборудования в машиностроении.

Серьезного пересмотра требует машиностроительная промышленность страны и степень оснащенности.

Как сказал президент страны Н.А. Назарбаев «Нам необходимо вглядеться в прошлое, чтобы понять и увидеть контуры будущего», так давайте пересмотрим историю развития индустрии нашей страны.

Развития индустрии в Казахстане берет свое начало со времен Каз ССР, решением о начале индустриализации было принято на XIV съезде ВКП(б) (Всесоюзная коммунистическая партия (большевиков)) в декабре 1925 года.

Индустриальное развитие Казахстана определялось закономерностями индустриализации страны в целом. Вместе с тем оно имело свои особенности, обусловленные экономической отсталостью края, несмотря на существенные социально-экономические сдвиги.

Восстановление промышленности в республике в 1926 году не было завершено и отставало от общесоюзного уровня. Этот процесс здесь затянулся до 1927 года. Однако следует помнить, что был достигнут довоенный, хотя и чрезвычайно низкий, уровень. Промышленность Казахстана была развита очень слабо, ведущее место в ней принадлежало производству средств потребления. Очаги крупной и тяжелой промышленности предстояло еще создавать. Месторождения полезных ископаемых, на базе которых можно было

развернуть промышленное строительство, находились в необжитых, пустынных районах. Освоение подземных богатств требовало всестороннего обустройства этих мест: сооружения новых железных и шоссейных дорог, рабочих поселков, новых городов, изыскания источников водоснабжения и т.д [5].

Второй этап развития промышленности Каазахстана были военные времена. Всего в 1941-1942 годах в Казахстан из европейской части России было передислоцировано 220 заводов и фабрик, цехов и артелей, а также 50 тыс. кадровых рабочих и инженерно-технических работников. Основными районами размещения перебазированных заводов и фабрик стали Алма-Ата, Уральск, Петропавловск, Чимкент, Семипалатинск, Караганда, Актюбинск. Таким образом, предприятия и обслуживающий их персонал располагались в тех населенных пунктах, в которых функционировала предназначенная для обеспечения нужд определенного количества населения инфраструктура. С течением времени по факту увеличивающейся численности эвакуированного населения и количества передислоцированных объектов были задействованы фактически все города.

После распада СССР и получения независимости Казахстана были трудные времена, индустрия не работала, закрывались все производства некогда имевший рейтинг на всесоюзном производстве.

Сегодня во многих машиностроительных предприятиях республики происходит техническое переоснащения производства. Заменяется устаревший станочный парк для механообработки, а также других видов обработки металлов (литье, термообработка, обработка металлов давлением и др.).

На рынке республики по продаже занимаются гранды по станкастроению такие как DMG MORI, Mazak Corporation и другие компании. Но не все предприятия страны не в состаяних пополнить свой станочный парк продукциями данных производителей в связи с очень высокой себестоимостью поэтому вынуждены покупать станки соседнего государства Китай.

Современные станки ведущих зарубежных стран фирм предоставляют большую производительность при высокой точности. Такой подход значительно увеличивает возможности серийного образца без его серьезной реконструкции, избавляя от необходимости приобретать специальные станки. Большое внимание западные станкостроительные концерны уделяют совершенствованию не только механической части, но и электронной части тоже.

Покупатели вышеописанных станков делают свои ставки на такие характеристики как производительность и точность изготовления и обработки деталей при малых затратах. Станки должны обладать возможностью установки на них систем электронного управления и контроля точности на основе современных средств.

На сегоднящний день имеется 4 типа оборудования по обработке металла: станки с ручным управлением, станки с механическим командоаппаратом, многоцелевые станки с ЧПУ, аддитивное оборудование. Расмотрим многоцелевые станки с ЧПУ.

В 1952 году в США появиись первые станки с ЧПУ, управляемые от компьютера. Программа работы была расположена на перфолента. Эта была революция в автоматизации металлорежущего оборудования. До этого в металлорежущих станах примениалась жесткая автоматизация. Командоаппарат был чисто механический.

В станках с ЧПУ впервые применили программное изменение режима работы станка. Здесь надо было просто поменять программу в компьютере, и станок сам в кратчайшее время менял все свои технологические параметры для обработки другого изделия. В тснках с ЧПУ не надо было механические кинематические связи между рабочими органами. Эту связь производил компьютер.кинематическая структура станка с ЧПУ намного проще обычного станка с ручным управлением. Здесь нет органов настройки, переборных групп.

Следующим шагом стало появление в 1980 году многоцелевых станков с ЧПУ. Такие станки выполняет огромный вид операции. Они имеют большой набор всеможных режущих инструментов, которые последовательно по программе можно использовать при работе.

Один станок может работать как токарный, фрезерный, расточный, сверлильный, зуборезный. Технология должна соотвествовать ряду функциональных требований:

1. Время изготовления готового изделия;
2. Точность получаемых размеров;
3. Точность получаемой формы;
4. Способность производить сложные криволинейные поверхности;
5. Стоимость технологического процесса;
6. Оперативность создания нового технологического процесса;
7. Простота и ндежгость;
8. Простота в эксплуатации, емонтопригодность;
9. Простота обслуживания, включая наладку и обучение персонала [2].

Обработку высокоточных деталей сложной геометрической формы в больщих объемах выполняют на станках с ЧПУ, по сравнению с обычными станками, станки ЧПУ обеспечивают высокую точность обработки.

Выше описаны лучшие стороны многоцелевых станков, но кроме этих характеристик имеются и препятствия, такие как необученный и низкоквалифицированный персонал, отсутствие программного обеспечения и т.д. Следует отметить что многоцелевые станки с ЧПУ очень требовательны к среде [2]. К станкам надо абсолютно чистое помещение, отсутствие грязи и пыли, особый температурный режим, высокий уровень квалификации персонала. Руководители предприятий думают, что если купили дорогостоющий оборудования то с этим все решено, моментально производство возобновится, но это не так, это потому что купить и установить станки-это тольо маленькая часть не решенного проблемы. Станки не работают сами по себе.

Станок с ЧПУ это тот же компьютер, на котором надо уметь работать. Пожилые токари и фрезировщики не имеет должного компьютерного знания, а молодые программисты не владеют информациями технологий. И так, операторы без компьтерных навыков и программисты без опыта работы на ручных металлообраватывающих станках бесполезны применение многоцелевых станков, расмотрим отдельно.

Точность деталей любой машины или прибора, в значительной мере, определяет уровень качества выпускаемых изделий, их надежность, долговечность и непосредственно влияет на конкурентоспособность технической продукции. Повышение точности продукции машиностроения является важнейшей народнохозяйственной проблемой, от решения которой зависят темпы научно-технического прогресса страны.

Повышение точности измерений позволяет определить недостатки тех или иных технологических процессов, устранить эти недостатки и уменьшить получение брака.

ТОО СП КазЭлектроПривод имеет в своем станочном парке ЧПУ станок Mazak quick turn nexus 350 ii my, производства корпорации Mazak Corporation, Япония. Данный станок отвечает всем требованиям в современном производстве.

Рисунок 1 - Общий вид станка Mazak quick turn nexus 350 ii my

Основные технические характеристики: Максимальное вращение 3300 об/мин; Длина обработки 1538 мм; ход по оси – X 260 мм; ход по оси - Z 1605 мм; скорость вращения шпинделя 3300 об/мин; мощность шпинделя 30 кВт; диаметр обработки 420 мм; шпиндель Kitagawa B-15; максимальный диаметр заготовки 750 мм; револьверная головка 12 шт; управления Mazatrol 640 T Nexus [3].

Влияющие факторы на точность станка, понятие о точности.

Точность станка - *мера* приближения действительных параметров точности к нулевым значениям.

Нормы точности на изготовление станков устанавливаются на основе статистических данных и требований к точности изготавливаемых на них изделий (деталей). Нормы точности определяют допуски на контролируемые параметры изготавливаемого станка [1].

Изначально, до появления на свет числового программного управления, точность станка подразделялась на геометрическую и кинематическую [1].

Геометрическая точность станка - это параметры, характеризующие:

- точность опорных поверхностей для базирования инструмента и заготовки (плоскостность рабочих столов, точность конусов для крепления инструмента и т. д.),
- точность движения рабочих органов в подшипниках и направляющих (точность вращения шпинделей, точность направления перемещений столов и суппортов и т.д.),
- точность взаимного расположения направляющих движения рабочих органов (параллельность и перпендикулярность направлений движения суппортов, столов, шпиндельных бабок и т.д.), (перпендикулярность направляющих, перпендикулярность осей вращения столов глобусных и т.д.),
- точность расположения направляющих относительно базовых поверхностей (параллельность и перпендикулярность оси шпинделя и направления перемещения суппортов опорной поверхности стола и т.д.),
- точность позиционирования рабочих органов по координатам (осям) движения станка.

Вышеперечисленные типы точности получили название - первичные погрешности механизма.

Большинство факторов [1], действующих на несущий систему (НС) машины и вызывающих относительное смещение точки присоединения инструмента (ТПИ) и точки присоединения приспособления (ТПП), можно разделить на 3 основные группы, имеющие принципиально различную природу:

1) Первичные ошибки (отклонения) звеньев механизмов, входящих в НС машины (отклонения изготовления и сборки деталей и узлов машины).

2) Силы, действующие на детали и узлы машины.

3) Температура деталей и узлов машины.

Будем считать, что эти группы факторов действуют на НС машины независимо и выполняется принцип суперпозиции, т.е. их действия не связа-ны между собой, а результаты векторно складываются.

На Рисунке 2 представлены факторы, влияющие на точность машины, и схема их воздействия на относительное смещение исполнительных органов.

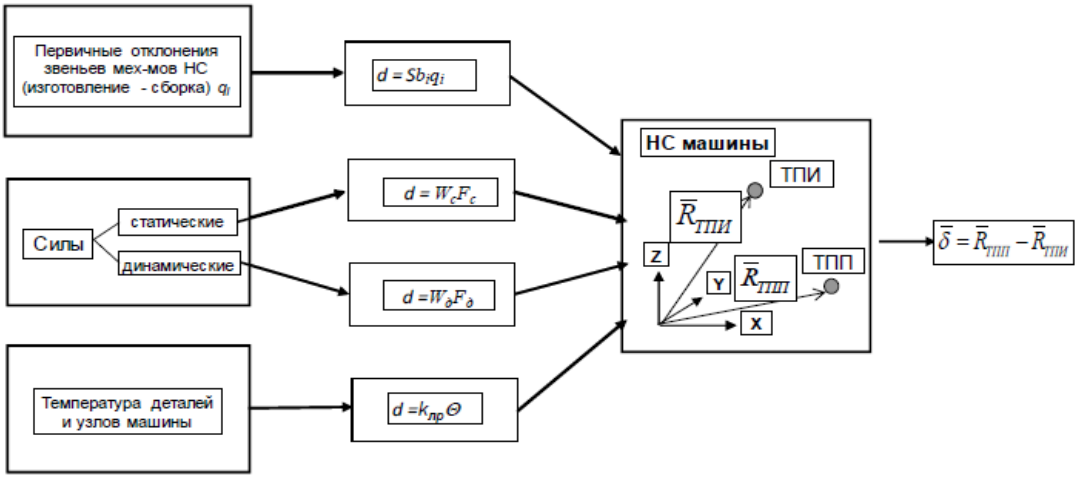


Рисунок 2 - Основные факторы, влияющие на точность станка их воздействия на относительное смещение исполнительных органов

Здесь: δ - смещение, *bi* - коэффициент влияния i-го первичного отклонения Δ*qi* на отклонение выходного звена, *F* – силы различной природы (тяжести, рабочих процессов (резание), трения, инерции, электромагнитных процессов и др.), *Fc* – статические (квазистатические), *Fд* – динамические, *Wcm* – коэффициент статической податливости, *Wд* – коэффициент динамиче-ской податливости, Θ - температура детали и узлов НС машины, *k лр* – коэф-фициент линейного расширения.

Точность обработки на станке с ЧПУ можно поддерживать ее в заданном пределе в процессе эксплуатации путем периодических измерений погрешности станка. Например, определют погрешности позиционирования рабочих органов станка при его работе вхолостую. Комлексный анализ рабочих показателей станка с ЧПУ выполняют по результатом обработки одной или нескольких заготовок на различных режимах резания [4].

Выводы

1 Развития станков с ЧПУ требует создание технологических процессов в изготовления деталей машин, желательно мелкосерийного производства;

2 Для обработки высокоточных деталейсложной геометрической формы необходимо произвести на станках с ЧПУ;

3 Для оснащения станков с ЧПУ требуется подготовка высококвалифицированных специалистов, программистов, наладщиков, жлектронщиков.

Литература:

1. Детали и механизмы металлорежущих станков / Коллектив авторов под ред. д-ра техн. наук Д. Н. Решетова; В 2 томах. М.: Машиностроение, 1972. Т.1. 664 с.

2. Новые технологии и оборудование в машиностроении-перспективы и область применения: Аскаров Е.С. Вестник Каз АТК № 3 (106), 2018.

3. https://www.mazakeu.com/quick-turn-nexus-350-ii-my.

4. https://cyberleninka.ru/article/v/povyshenie-tochnosti-obrabotki-zagotovok-na-stankah-s-chpu.

5.http://bibliotekar.kz/istoriki-kazahstana-za-9-klass-nachalo-x/-16-17-industrializacija-v-kazahstane-19.html.

Jassinbekov O.A., E.S.Askarov

Factors influence in accuracy to machine

Summary. The development of CNC machines requires the creation of technological processes in the manufacture of machine parts, preferably small-scale production. To process high-precision parts of complex geometric shape, it is necessary to produce on CNC machines. To equip CNC machines requires the training of highly qualified specialists, programmers, technicians, electronic workers.

Keywords: accuracy, quality, computer numerical control machine.

Джасинбеков О.А.

Станоктың дәлдігіне әсер ететін факторлар

Түйіндеме. Қазіргі таңда айтылғандай, Республиканың станок паркінің ескіруі, жоғары санатты мамандардың жоқтығы өндірістің ақсағанын көрсетуде. Республиканың станок паркінің жаңғыруы және көпсалалы сандық басқару бағдарламасы бар станоктарды қолдану келесі талаптарды орындауға мүмкіншілік береді: жоғары сападағы машина бөлшегін қамтамасыз етуге, дәлдігі жоғары бұйымдар алуға және т.б. Кешенді геометриялық пішіннің жоғары дәлділік бөліктерін өңдеу үшін, Сандық бағдарламалық басқару машиналарында өндіру керек. Сандық бағдарламалық басқару машиналарын жабдықтау үшін жоғары білікті мамандарды, бағдарламашыларды, техниктерді, электронды қызметкерлерді оқыту қажет.

Кілттік сөздер:дәлдік, сапа, сандық басқару бағдарламасы бар станоктар.

УДК 621.548.3(574)

И.М. Дюсебаев

Научный руководитель – Е.С.Аскаров, к.т.н., профессор, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», г. Алматы, Казахстан.

И.М. Дюсебаев, докторант, Казахский национальный исследовательский университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Nomad.i.m.13@mail.ru

СРАВНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ВЕТРОВОЙ УСТАНОВКИ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ, ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ.

Аннотация. *В работе посвящен обзору различных видов ветроустановок и их перспективы использования ветроэнергетики определяются наличием соответствующих ветроэнергетических ресурсов. Казахстан исключительно богат ветровыми ресурсами. Порядка 50% территории Казахстана имеет среднегодовую скорость ветра 4-5 м/с, а ряд районов имеет скорость ветра 6 м/с и более, что предопределяет очень хорошие перспективы для использования ветроэнергетики.*

Ключевые слова: *энергия, сеть, экология*

Приоритетное направление научных исследований Казахстана является создание ветроэнергоустановок с вертикальной осью вращения.

Такие устройства имеют некоторые преимущества перед ветрогенераторными устройствами с горизонтальным расположением оси. У них отсутствуют узлы для ориентации на ветер, что упрощает конструкцию и снижает гироскопические нагрузки, также отбор энергии осуществляется при любом направлении и скорости ветра.

Ротор конструкции Дарье относится к ветрогенератору с вертикальной осью вращения**,** использующим подъемную силу, которая возникает на выгнутых лопастях, имеющих в поперечном сечении профиль крыла. Недостаток конструкции — это небольшой начальный момент, относительная высокая скорость и в силу этого — относительно большая удельная мощность, отнесенная к ею массе. Для устранения главного недостатка и с целью увеличения начального момента ротор Дарье комбинируют с различными типами стартеров, например ветряк с ротором Савониуса.

Республика Казахстан в полной мере обеспечен всеми ресурсами для изготовления ветровых электростанций различных конструкций и мощностей, применяемых на практике — используемых для небольших энергопотребляемых источников, систем обслуживания нефте - газопроводов, автомобильных дорог, объектов сельского хозяйства и пограничных застав.

В Республики Казахстане имеются достаточно большое количество различных специалистов, обладающие опытом разработки и проектирования, имеющих патентные разработки всего комплекса изделий, входящего в состав ветроэлектростанций, опытом создания, установки и наладки ветроэлектростанций различной мощности. Подобными изобретениями занимаются А.В. Болотов, Ш.А. Ершин, Н.С. Буктуков Н.С. и многие другие.

Республика Казахстан обладает всеми предположениями для бурного развития альтернативной энергетики на ее территории. Самое перспективное направление для этого это использование энергии ветра. Предложение нашего президента заключается в увеличении доли потребления энергии в виде альтернативной энергии.

Установка профессора Буктукова Н.С. (Институт горного дела МОН РК) может работать при любом направлении ветра и скорости - от 3 до 60-80 м/с, все 300-330 дней в году, при этом цена ее не так высока.

В КазНУ им. Аль-Фараби под руководством доцента Кунакбаева Т.О., академика НАН РК Отелбаева М., предложена компактная многоярусная модель ветроэлектростанции (КМВЭ). [1].

Академиком НАН РК, д.т.н., профессором Ершиным Ш.А. спроектирована и изготовлена действующая модель ветротурбины револьверного типа, могущая работать в режиме Дарье и Бидарье. Ветроэнергетическая установка Бидарье (ВЭУБ) обеспечивает выработку электроэнергии при скорости 5-15 м/с. Номинальная мощность 7 кВт достигается при скорости ветра 7-8 м/с. Аварийная останов при 20 м/с, общая высота ВЭУ 10,6 м, масса 800 кг. ВЭУ устанавливается на легком фундаменте и дополнительно закрепляется с помощью тросовых растяжек. Вертикально-осевой ротор Бидарье состоит из двух коаксиальных валов, независимо вращающихся относительно друг друга в противоположных направлениях. Габариты роторов: мах наружного ротора – 2 м., длина лопасти – 4.5 м., мах внутреннего ротора – 1,7 м., длина лопасти – 4 м [2]. Защищены патентами РК.

Основным недостатком многих ВЭУ – это, сложность изготовления длинного вала и его вертикальный монтаж в подшипниковых опорах. Сами опоры сложны в изготовлении и сложная технологическая задача, требуется обеспечить соосность опор, их жесткость, а также большие финансовые затраты. Еще одним недостатком конструкции является большая масса вала, которая имеет усилие на нижнюю вращательную опору, создает большой момент трения и износа, который уменьшает коэффициент полезного действия установки.

Для изготовления технологически сложного вала необходимы специализированные станки, для обработки от 3 м до 9 м валов и их установки в корпус непростая задача.

Наше решение предполагает несколько другой способ решения этой сложной технологической задачи. Отказаться от вращающегося вала и заменить его на неподвижную ось, на которой будут вращаться втулки с прикрепленному к ним ветровому колесу [1, 2].

Ветроустановка состоит из следующих частей: вертикальной оси 1 (Рис.2), которая жестко установлена в корпусе- основании 2, на оси 1 установлены две втулки 3 с возможностью свободного проворота, к втулкам 3 в диаметральном направлении прикреплены распорки 4, к которым прикреплены вертикальные стержни 5. К стержню 5

крепятся лопасти ротора Дарье 6. На нижней втулке соосно и жестко установлено зубчатое колесо 7, кинематически связанное с зубчатым колесом 8, жестко установленным на валу генератора 9, который установлен на корпусе-основании 2. Расстояние между опорами 3 может быть на много меньше, чем высота лопастей ротора Дарье 6, ориентировочно в 2-3 раза. Следовательно, высота оси 1 также уменьшена.

Ветроустановка работает следующим образом. На лопасти ротора 6 набегает ветер, лопасти начинают вращаться, вращение передается втулкам 3, зубчатому колесу 7, колесу 8, которое вращает вал генератора 9.

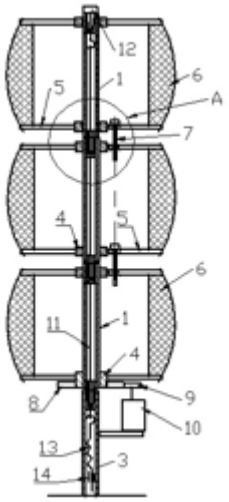


Рис.2 Предлагаемая схема конструкции

Применение предлагаемой конструкции ветроустановки позволит упростить технологию изготовления.

В других конструкции необходимо было иметь длинный вращающийся вертикальный вал, который должен быть закреплен в двух местах внизу и сверху. Для ветроустановки мощностью 3 квт необходим вал длиной около 8 м. Длина вала практически равна длине ротора. Сверху вал не мог быть короче ротора, так как необходимо обеспечить крепление верхней опоры вала, обычно это были туго натянутые тросы.

Понятно, что изготовить такой вал, с обеспечением соосности и жесткости сложнейшая технологическая задача, необходим специальный токарный станок, способный обрабатывать такие длинные заготовки с необходимой точностью. Такой вал трудно монтировать и обеспечить опору в верхней точке.

Достоинством предлагаемой схемы является, что на основание ставится неподвижная жесткая ось, в которой необходимо обеспечить соосность в местах установки втулок. Расстояние между втулками может быть меньше высоты ротора в 2- 3 раза, при высоте ротора 8 м, расстояние между втулками может быть 3,0 м. В новой конструкции вращаются втулки вокруг жесткой относительно короткой оси длиной 3,0 м. Несоосность втулок также может иметь достаточно большие значение 2-3 мм. Эта погрешность будет компенсироваться упругостью и гибкостью самой конструкции лопастей.

Для оси не требуется опоры в верхней точке. Все эти факторы значительно упрощают технологию изготовления ветровой энергоустановки, примерно на 25-30%. Следует отметить, что именно проблема длинного вертикального вала является основной, сдерживающей широкое применение роторных ветроустановок на практике. Также масса втулок намного меньше массы длинного вала, следовательно, сила их веса будет создавать намного меньший момент трения в нижней вращательной опоре, что несомненно повысит КПД установки. Данное решение может быть применено в любой схеме ветроустановки с вертикальной осью вращения ротора, например, схема Савониуса, Дарье, Эванса, Масгрува, карусельная и т.д.

Данная ветроустановка состоит из нескольких вертикальных осей 1 (Рис. 1), которые соединены соосно, например, с помощью конусов 2 (Рис. 2). Нижняя ось 1 жестко установлена в корпусе-основании 3. На каждой оси 1 установлены две втулки 4 с возможностью свободного проворота, к втулкам 4 в диаметральном направлении прикреплены распорки 5, к которым прикреплены вертикальные лопасти ротора 6. Распорки 5 соседних осей 1 соединены между собой стержнем 7. На нижней втулке 4 нижней оси 1 соосно и жестко установлено зубчатое колесо 8, кинематический связанное с зубчатым колесом 9, жестко установленным на валу генератора 10, который установлен на корпусе-основании 3. Для жесткости составной вертикальной оси, состоящей из нескольких соосно скрепленных осей 1 внутри осей 1 пропущен канат 11, который закреплен на конце верхней оси 1 заглушкой 12, а в основании 3 канат 11 прикреплен к винту 13, который установлен в гайке 14, жестко установленной в основании 3.

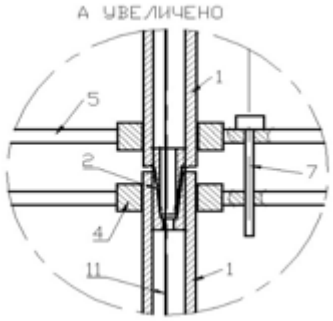


Рисунок 2 - Схема соединения составной ВЭУ

Ветроустановка работает следующим образом. На лопасти ротора 6 набегает ветер, они начинают вращаться. Через стержни 7 это вращение передается нижней втулке 4 нижней оси 1, зубчатому колесу 8, колесу 9, которое вращает вал генератора 10. Для придания жесткости всей конструкции возможно вращением винта 13 в гайке 14 произвести натяжение каната 11.

Применение предлагаемой конструкции ветроустановки позволит упростить технологию изготовления установки и, следовательно, ее стоимость. В конструкции описанной выше необходимо было иметь одну неподвижную ось, длина которой ограничена требованиями точности, жесткости и транспортировки конструкции. Возможность упрощения в механической обработке, использование легко доступных материалов, заготовок, а также удешевление самой конструкции. Применение составной оси ветровой установки позволит изготовить ветровую установку с практически не ограниченной длиной оси, с невысокой стоимостью. Облегчение транспортировки и монтажа на месте эксплуатации. [3]

В 2012 году Н. Назарбаев в своем Послании народу Казахстана «Стратегия «Казахстан – 2050» обозначил «новый политический курс состоявшегося государства» определил переход страны на «зеленый» путь развития как стратегический тренд национальной экономики.

Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» закладывает основы для глубоких системных преобразований с целью перехода к экономике новой формации посредством повышения благосостояния, качества жизни населения Казахстана и вхождения страны в число 30-ти наиболее развитых стран мира при минимизации нагрузки на окружающую среду и деградации природных ресурсов

По расчетам, к 2050 году преобразования в рамках «зеленой экономики» позволят дополнительно увеличить ВВП на 3%, создать более 500 тысяч новых рабочих мест, сформировать новые отрасли промышленности и сферы услуг, обеспечить повсеместно высокие стандарты качества жизни для населения.

Литература:

1. Предварительный патент №19114 РК, F03D 3/06 (2006/01). Ветротурбина Бидарье /Ершина А.К., Ершин Ш.А. - № 2006/0166.1; заявлен.15.02.2006; опубл. 15.02.2008, бюл. №2.

2. Байшагиров Х.Ж., Каримбаев Т.Д., и др., Отчет о НИР «Разработка и создание композицион. ветроэлектрогенераторной установки с диффузором».- Алматы.- 2004.
3. Аскаров Е.С. Иннов. патент РК № 22192 «Ветровая энергоустановка с вертикальной осью вращения ветроколеса», Бюл. № 1 от 15.01.2010.

I.M. Dyussebaev, E.S.Askarov

Comparisons of wind turbine structures with a vertical axis, characteristics and main views.

Summary. Construction wind turbine in Kazakhstan is intended to provide energy primarily remote areas not connected to the networks. Interest in the development of wind energy is explained by the following factors : the wind - a renewable resource of energy that does not depend on fuel prices , wind resource available in large parts of the Earth; competitive cost of installed capacity, the absence of harmful emissions and greenhouse gases into the atmosphere , the possibility of decentralized electricity supply remote areas.

Keywords: energy, network, ecology

И.М. Дюсебаев, Е.С.Аскаров

Вертикалды осьтері бар желқондырғы конструкцияларын салыстыру, сипаттамалары және негізгі түрлері.

Түйіндеме. Желқондырғы құрылысы Қазақстанда қайратпен ауларға деген жалғау керек барлық алыстат - аудандарды қамсыздандыруға шақыр. Мүдде желэнергетиканің дамуына келесі факторлармен: жел түсіндіреді - сол қайраттың отынға бағалардан деген тәуелді болмаппын жаңартылмалы қоры; желдік қор жердің аумағының маңызды бөлігінде жетімді; тағайынды алымдылықтың конкуренттік құны; зарарлы заттың және парниктың газының шығарындысының болмағандығы атмосфераға; децентрализованного қамсыздандырудың мүмкіндігі оғаш ауданның электроэнергией.

Кілттік сөздер: қуат, тор, экология

УДК 621-7

Ж.Ә.Жанкелді
Ж.Ә.Жанкелді, тьютор, т.ғ.м., Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Қазақстан
adilet.zhankeldi@gmail.com

ҰСТАЛЫҚ ЖӘНЕ ШТАМПТАУ ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ ДАМУ ТАРИХЫ МЕН МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

Аңдатпа. *Мақалада металдарды қысыммен өңдеу жабдықтары, яғни, ұсталық және штамптау жабдықтары туралы тарихи мәліметтер көрсетілген. Машинажасау - әлемдік өндіріс өнімінің үштен бір бөлігін құрайтын жетекші индустриясы болып табылады. Машинажасаудың негізгі міндеті - барлық басқа салаларды тиімді пайдалану үшін технологиялық жабдықпен қамтамасыз ету. Машина жасау өнеркәсібі техникалық прогресте ерекше рөл атқарады, ол автоматтандырылған өндіріс процестеріне көмектеседі. Машинажасау құрамына ұсталық және штамптау жабдықтары кіреді.*

Түйінді сөздер: *ұсталық және штамптау жабдықтары, металды қысыммен өңдеу, прессту.*

Машинажасаудың барлық салалары жоғары механикалық қасиеттері бар және материал шығыны аз, көбінесе жоғары құны бар пішінді бөлшектердің немесе олардың дайындамаларын (жартылай фабрикаттардың) массалық және жаппай өндірісін ұйымдастыруды талап етеді. [1]

Заманауи ұсталық және штамптау жабдығының бірнеше мың жылдық тарихы бар. Осының бәрі Энеолит дәуірінде (б.з.д. IV—III мыңжылдық) адамдар мысты еңбек құралы ретінде пайдалана бастаған кезде басталды. Металл ежелгі халықтар дамуының негізгі факторларының бірі болды. Металды өңдеудің алғашқы әдісі соғу болып табылады, яғни, қыздырылған мысты өңдеу үшін қарапайым тастар пайдаланылды.

Құлдық дәуірінде штамптау және созу сияқты өңдеу түрлері кеңінен таралды. Техникалық білім мен тәжірибені жетілдіре отырып, өнертапқыштар үздіксіз өңдеудің жаңа жолдарын жасауда жұмыс істеді.

Мануфактура кезеңінде (XV ғ.) метал өңдеу және металлургиядағы негізгі өндірістердің бірі болған металл прокаттау процесі пайда болды. XIX ғасырдың екінші жартысында соққы арқылы өңдеутін машиналарға қарағанда машиналардың кішірек өлшемі, шудың аздығы және аз мөлшерде механикалық өңдеудің арқасында кең таралған металлды пресстеу пайда болды.

Жоғарыда аталған барлық өңдеу әдістері жабдықтар мен машиналарда үнемі жетілдірілу арқылы практикалық тұрғыдан алғанда құндылыққа ие болады.

Ел индустриясының дамуы өндірілген металдың көлемі, металлдың және қорытпалардың әртүрлі, жоғары сапалы өнімдерін өндірудің сапасы бойынша айтарлықтай дәрежеде байланысты болатын өндіріс көлемімен анықталады. Металды өңдеу әдістерінің технологиялық мүмкіндіктері туралы білу ең оңтайлы технологиялық үдерістерді, өңдеу және көмекші жабдықтарды таңдауға және оларды техникалық жағынан дұрыс пайдалануға көмектеседі.

Металдар - деформацияланатын, тұтқырлық мен беріктік қасиеттері жоғары, электр және жылу өткізгіш элементтер болып табылады. Әртүрлі қасиеттері бар әртүрлі металдарды біріктіру арқылы ыстыққа төзімді, жоғары берікті және басқа да материалдарды алуға болады. [2]

Металл өндірісі өте ұзақ уақыт бойы қарапайым болды, және өндіріс көлемі аз болды. Алайда, 1870-1900 жылдар аралығында әлемдегі болат өндірісі 0,5 млн. тоннадан 25-30 млн. тоннаға дейін өсті. Сонымен қатар XX ғасырда металлургия өсіп келеді. Болат, мыс, алюминий, мырыш және басқа металдар өндірісі артып келеді.

Металлургиялық өндіріс екі негізгі кезеңге бөлінеді. Бірінші кезеңде метал бастапқы материалдардан алынады, кейінгі кезеңде металл металдың химиялық құрамын өзгертпей қысымды пайдаланып, алдын ала анықталған пішін береді. Суық немесе ыстық күйде пластикалық деформацияны қабылдау металдың негізгі артықшылықтарының бірі болып табылады, ол оны өндірісте кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда металдың деформациясы көбінесе ол өзара әрекеттесетін жабдықтың көмегімен жүреді. Сондықтан бұл әдіс металдарды пластикалық өңдеу немесе қысыммен өңдеу деп аталады. Металды қысыммен өңдеу маңызды технологиялық процесс болып табылады. Металдарды қысыммен өңдегенде, тек қана қажетті пішінді ғана емес, өңдеумен бірге оның механикалық қасиеттерін жақсартады.

Прокаттау, пресстеу, штамптау, созу, соғу металды қысыммен өңдеудің әртүрлі әдістер болып табылады. [3]

Техникалық прогресс, экономикалық мүмкіндіктер және қоғамның өсіп келе жатқан қажеттіліктері штамптау және соғу технологиясын дамытуға әкелді.

Орта ғасырларда кеме жасаудың қарқынды дамуына ықпал еткен теңізде жүзу дамыды. Кемелер көбірек өсіп келе жатқанда, ауыр зәкір мен басқа құралдар қажет болды. Мұндай жұмыстарды қолмен жасау мүмкін болмады, нәтижесінде иінтіректі балғалар пайда болды. Бұл балғалары су балғалары деп аталды, өйткені су қысымы жетек ретінде пайдаланылды. Гидравлика энергиясы болмаған жағдайда, адамдар жоғарыдан құлайтын балғаларды немесе ат жетектерін пайдаланды.

Қарудың пайда болуы және олардың сериялық өнімі штамптаудың дамуына қуатты серпін берді. Қолмен соғуды механикалық штамптау ауыстырды. 1800 жылдары ыстықтай штамптау үшін тік бұрандалы пресс қолданылған. Сол уақытта қару-жарақтың дамуымен қатар, вагон жасау, бу қозғалтқыштары және кеме жасау да дамыды. XIX ғасырдың ортасында бу балғалары пайда болғанда ұсталық және штамптау өндірісі қуатты дамуды бастады. Бірақ балғалар бірқатар кемшіліктерге ие болғандықтан гидравликалық пресстердің пайда болуын әкелді. Гидравликалық пресстер аз шу шығарып, орнату үшін жақсы топырақ қажет етпеді, ал өнімнің сапасы әлдеқайда дәл болды. Бірақ кішігірім өнімдерді

гидравликалық престер және балғалар арқылы жаппай өндіру экономикалық тұрғыдан тиімді емес, себебі пайдалану құны өте жоғары болды. Электр қозғалтқыштарының пайда болуы (электр энергиясын механикалық энергияға айналдыратын электр қозғалтқыштары) қосиінді престердің дамуына әсер етті. Қазіргі уақытта қосиінді механизмі бар престер электрлік машина жасауда және басқа салаларда ұсталық және штамптау цехтерінде ең көп саны бар топ болып табылады. [4]

20-шы ғасырдың басында штамптау балғасы көлік шығаруға арналған құймақтарды өндіруде негізгі құрал болды. Бірақ балғалары бар өндірісті механизациялау мүмкін болмады, бұл өнімділіктің өсуіне кедергі болды. Үлкен және жаппай өндірістегі балғаларды ауыстыру үшін ыстықтай штамптау қосиінді пресстері келді. Қосиінді престер үнемді және механикаландыру және автоматтандыру үшін үлкен мүмкіндіктерге ие болды.

Авиация мен зымыран өндірісінің дамуы титан және магний қорытпаларын соғуды талап етті. Бұл бөлшектер өте үлкен болғандықтан, үлкен престер керек болды. Осылайша, 800 МН күші бар және 20 мың тоннадан астам массасы престер пайда болды.

Цирконий, уран немесе молибден сияқты кейбір металдар өңдеудің нақты шарттары бар. Импульс өте қысқа уақыт ішінде машинадан металға берілуі керек. Аспаптың өңдеу жылдамдығы секундына 15-25 метрге жетуі керек, бұл статикалық әрекет машиналарын қолдануға мүмкіндік бермейді. Мұндай машиналарда сығылған газды немесе жанармай жарылысын қолданады.

Гидравликалық құрылғылар - сұйықтықтағы электр разряды энергия тасымалдаушысы ретінде пайдаланылатын толқын таратын құрылғылардың бір түрі. Гидравликалық қондырғыларда типтік ҰШЖ (ұсталық және штамптау жабдықтары) айырмашылығы, қатты түрінде ешқандай жетектер (трансмиссия және моторлы механизмдер) жоқ. Бірақ гидравликалық машиналар технологиялық машиналар ретінде қарастырылады, себебі құралдың механикалық қозғалысы дайындаманың пішінін өзгертеді. Мұндай типикалық емес құрылымдар магнит-импульстік қондырғыларда да пайдаланылады, олар магнит өрісінің, электр тогының және термопресс көмегімен дайындамамен өзара әрекеттеседі, ол индуцирленген ток әсерімен кеңейтеді, сол себепті дайындаманы деформациялайды. Мұндай құрылғылар электрофизикалық машиналардың сыныбына енгізілген, яғни осы құрылғыларда қозғалыс дене, бөлшектер және өңделген материалдың физикалық сипаттамаларына байланысты жүзеге асырылады. [5]

20-шы ғасырдың басында Ресейде шамамен 2000 ұсталық және штамптау бірлігі өндірілді. Осындай машиналарды шығаратын арнайы зауыттар болмады, олар басқа зауыттарда, мысалы, кеме жасау мен қазандық зауыттарында өндірілген. Индустрияландыру кезеңі ұсталық және штамптау машинажасауы дамуын талап етті.

Прессteу машиналары арқылы өңдеуді айтарлықтай қажет етпейтін бөліктер мен дайындамалар алуға болады. Ұсталық және штамптау жабдықтарына жоғары өнімділік, арзан баға және механикаландыру және автоматтандыру мүмкіндігі сияқты қасиеттер тән.

Ұсталық және штамптау жабдықтары 3 топқа бөлінеді. Бұл престер, балғалар және айналмалы машиналар.

ҰШЖ шығарылымының динамикасы 1 кестеде көрсетілген:

Кесте 1 – ҰШЖ шығарылымының динамикасы

Жыл	**Саны, дана**
1940 ж	4700
1950 ж	9000
1955 ж	19400
1960 ж	29500
1965 ж	34400
1970 ж	41300
1975 ж	50500
1980 ж	57100

Әдебиеттер:

1. Соколов, А.В. Проектирование технологических процессов кузнечно – штамповочного производства: учеб. Пособие/ А.В. Соколов, А.С. Кирилянчик, А.Р. Палтиевич; под редакцией А.П. Петрова. М.: МАТИ, 2007. – 197 с.

2. Таловеров В.Н., Титов Ю.А. Оборудование кузнечно-прессовых цехов (Механические и гидравлические прессы. Методы исследования): Учебное пособие / Под ред. Ю.Н, Берлета. – Ульяновск: УлГТУ, 2001, - 80 с.

3. Живов Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование: учебник для вузов / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников, Е. Н. Складчиков; под ред. Л.И. Живова.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 560 с.; - Библиогр.: с. 555-560. – 1000 экз. – ISBN 5-7038-2804-X.

4. Кузнечно-штамповочное оборудование. Кривошипные прессы: учеб.пособие. Свистунов В.Е. М: МГИУ, 2008.-697 с.;

5. А. Н. Банкетов, Ю. А. Бочаров, Н. С. Добринский, Е. Н. Ланской, В. Ф. Прейс, И. Д. Трофимов «Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для машиностроительных вузов» Издательство «Машиностроение», 1982 г.

А.Ж.Жанкелди

Исторические этапы развития кузнечно-штамповочного оборудования

Аннотация. В данной статье расмотрен исторические этапы развития КШМ. Машиностроение является ведущей отраслью мировой промышленности, доля которого составляет около трети всей продукции. Главной задачей машиностроения является обеспечения всех других отраслей технологическим оборудованием для эффективной работы. Особую роль в техническом прогрессе играет станкостроения, которая помогает автоматизировать производственные процессы. В состав станкостроения входит кузнечно-штамповочное оборудования.

Ключевые слова: Кузнечно-штамповочное оборудование, обработка металлов давлением, прессование.

A.Zh. Zhankeldi

The value and history of the development of forging and stamping equipment

Annotation. This article examines the historical stages of the development of the CRG. Mechanical engineering is a leading industry in the global industry, which accounts for about a third of all products. The main task of engineering is to provide all other industries with technological equipment for efficient operation. A special role in technical progress is played by machine tool industry, which helps automate production processes. The composition of the machine tool includes forging and stamping equipment.

Keywords: Forging and stamping equipment, metal forming, pressing.

УДК 621.7

А.А.Жоламанов

А.А.Жоламанов, студент, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», г. Алматы, Казахстан

Научный руководитель – Ж.Н.Исабеков, лектор, м.т.н. Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроение», г. Алматы, Казахстан.

Zholamanov_98@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

Аннотация:*Современные фрезерные станки предназначены для фрезирования и гравирования по программе поверхностей дерева, пластика, легких металлов.Обработка на станке осуществляется с использованием ЧПУ и компьютера.*

Машиностроительные предприятия-производство различных форм для литья,пресс-форм, панелей управления. Предприятия по производству рекламной продукции-фрезерование объемных букв,указателей,табличек,логотипов,сложных 3D-

рельефов,производства POS [1,2] материалов,внутренняя отделка. Токарные и фрезерные станки XXI века. В статье излагается и говорится о, истории происхождении, особенностях, характеристик, комплектации и сферы применении станков последних лет. Статья состоит из трех пунктов: краткая история происхождении, основная информация (сравнение) и заключении. Анализ научных источников показывает,что токарные и фрезерные станки являются основными рабочими аппаратами в машиностроительной сфере. Так,перед началом нельзя не упомянуть о краткой и главными моментами истории происхождении станков.

***Ключевые слова**: станок, шпиндель, обработка, фрез, деталь, скорость, чугун, сверление.*

История относит изобретение токарного станка к 650 гг. до н. э. Станок представлял собой два соосно установленных центра, между которыми зажималась заготовка из дерева, кости или рога. Раб или подмастерье вращал заготовку (один или несколько оборотов в одну сторону, затем в другую). Мастер держал резец в руках и, прижимая его в нужном месте к заготовке, снимал стружку, придавая заготовке требуемую форму. Позднее для приведения заготовки в движение применяли лук со слабо натянутой (провисающей) тетивой. Тетиву оборачивали вокруг цилиндрической части заготовки так, чтобы она образовала петлю вокруг заготовки. При движении лука то в одну, то в другую сторону, аналогично движению пилы при распиливании бревна, заготовка делала несколько оборотов вокруг своей оси сначала в одну, а затем в другую сторону. В XIV - XV веках были распространены токарные станки с ножным приводом. Ножной привод состоял из очепа - упругой жерди, консольно закрепленной над станком. К концу жерди крепилась бечевка, которая была обернута на один оборот вокруг заготовки и нижним концом крепилась к педали. При нажатии на педаль бечевка натягивалась, заставляя заготовку сделать один - два оборота, а жердь - согнуться. При отпускании педали жердь выпрямлялась, тянула вверх бечевку и заготовка делала те же обороты в другую сторону. Примерно к 1430 г. вместо очепа стали применять механизм, включающий педаль, шатун и кривошип, получив, таким образом, привод, аналогичный распространенному в XX веке ножному приводу швейной машинки. С этого времени заготовка на токарном станке получила вместо колебательного движения вращение в одну сторону в течение всего процесса точения. В 1500 г. токарный станок уже имел стальные центры и люнет, который мог быть укреплен в любом месте между центрами.

Теперь же, давайте обратим внимание на современные станки и всеми знакомые станки Союского происхождения. Во-первых хотелось бы начать с современных аппаратов, в пример был взят "Мобильный фрезерный станок Advercut K6090T (6090)". Компактные размеры станка дают возможность разместить его в условиях

ограниченных пространствах, точность позицирования по осьям

составляет 0,05 мм, что является очен хорошим показателем для своих размерах [3]. По осьям X,Y,Z, используется немецкие квадратные рельсовые направляющие. Максимальная скорость вращения шпинделя 24000 об/мин [4,5]. Мощность шпинделя 2,2 квт, шпиндель имеет водяное охлаждение, что обеспечивает тихую, стабильную работу данного станка, а за управления шпинделя отвечает частотный преобрезователь Дельта. Станок может комплектоваться с 4-ой поворотной осью, что позволяет выполнить 3D-обработку. Это дополнительная опция, все управления происходит с помощью DSP контроллера от известного производителя Reach-Auto, которая зарекомендовавшая себя как надежная, удобная система.Стол оснащен с Т-образными слотами, что позволяет с легкостью закрепить материал, с помощбя прижимных струбцин.В комплекте со станком поставляеться насадка щетка на шпиндель, который удаляет стружку с пыли зоны обработки. Такой набор характеристик позволяет обрабатывать дерево, пластик, стекло, ДСП и легкие металлы.

Основные виды обработки: гравировка, резка, 3D-фрезирование, сверление. Для станка не нужен отдельный компьютер, задания сохраняются в G-кодовом формате, что

позволяет ставить производство на паузу начиная с того же самого места, если вдруг вы не успеете выполнить работу вовремя.

Размер рабочего поля: 600 х 900 х 150 мм;

Мощность шпинделя, Вт/Цанга: 2200Вт, водяное охлаждение, ER20;

Разрешение/точность, мм: 0.003125/0.025;

Максимальная скорость (работа/подача, мм/мин): 6000/10000;

Скорость вращения шпинделя (об/мин): до 24000;

Диаметр фрез, мм: 2-13;

Концевые датчики осей: индуктивные;

Система управления: DSP A11 (Digital Signal Processor);

Совместимое ПО: ArtCAM, Type3, PowerMILL, MasterCAM, Ucancam и т.д.;

Электропитание: 220В ± 10% 50HZ;

Габариты (мм) :1400х1100х900;

Вес, кг: 200;

Основные виды обработки: гравировка, резка, 3d-фрезерование, сверление;

Материалы для обработки: дерево, пластик, оргстекло, ДСП, МДФ, фанера, легкие металлы (медь, алюминий, латунь) [5,6].

Для сравнения, был взят "Фрезерный станок 654 модели вертикальный с крестовым столом". Вертикальный фрезерный станок с крестовым столом модели 654 предназначен для скоростного фрезерования крупногабаритных деталей в основном торцовыми фрезами в условиях индивидуального и серийного производства.

Станок модели "654" бесконсольного типа предназначен для высокопроизводительного фрезерования деталей из чугуна, стали и цветных металлов торцовыми, концевыми и фасонными фрезами. На станке выполняется обработка не только сырых, но и закаленных деталей с применением современного инструмента с ножами из эльбора, сверхтвердых композиционных материалов из металлокерамики. На станке производится фрезерование, сверление, зенкерование, развертывание и растачивание.

Производитель: Ульяновский завод тяжелых и уникальных станков УЗТС.

Фрезерный станок 654 производился с 1973 года с основными параметрами по ГОСТ 9726-89. Станки фрезерные вертикальные с крестовым столом [7].

Размер рабочего поля: 630 х 1600;

Мощность шпинделя, Вт/Цанга: Вращение шпинделя - от электродвигателя переменного тока мощностью 13 кВт, через 18-скоростную коробку;

Максимальная скорость (работа/подача, мм/мин):10-1200;

Скорость вращения шпинделя (об/мин): до 1250;

Система переменного тока мощностью 13 кВт, через 18-скоростную коробку;

Система управления: ручная;

Совместимое ПО: -

Электропитание: 220В ± 10% 50HZ;

Габариты (мм): 3165 х 2890 х 3120;

Вес, кг: 11600;

Основные виды обработки: Фрезерование, сверление, зенкерование, развертывание и растачивание;

Материалы для обработки: Чугун, сталь и цветные металлы с торцовыми, концевыми и фасонными фрезами;

Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг: 2000.

Заключение

В результате исследования станков нынешнего и прошлых поколении можно сделать следующие выводы:

1) Современный станок — это внушительный механизм небольшого размера. Если раньше в цеху работали в три смены полтысячи рабочих, делая каждый по одной простой

операции на ручных токарных и фрезерных станках, то теперь сложные детали автоматически вытачиваются на одном большом станке.

2) Так как работает робот, каждая деталь получается ровно такой же, как и предыдущая. Это весьма благотворно сказывается на качестве изделий.

3) Токари и фрезеровщики высшего разряда, от навыков которых зачастую критично зависел весь производственный процесс, уступили место молодым инженерам, умеющим настраивать современные большие станки. Следовательно, уменьшается количество рабочих мест для рабочих.

4) Но не стоит списывать с счету, что в реальности ломаются все станки - и японские, и немецкие, и также советские. Но если советские станки можно починить быстро, зачастую в течение суток, то запчасти к иностранному или же новому оборудованию приходится иногда ждать месяцами.

5) Современные станки имеют маленькие габариты,поэтому их легче и лучше устанавливать в маленькие помещения такие как кабинеты, аудитории и.т.д. При этом современные станки имеют намного меньше вес, чем поздние его версии, это хорошо сказывается на транспортировку станка с одного места в другое. Но одно из главных не стоит забывать , что чем больше вес станка , тем больше вес обрабатываемой детали.

В заключение, наконец, в последнюю очередь хочется сказать, что мы направляемся в правильном направлений. Развиваемся и стремимся к лучшему, но как ни крути все минусы и недостатки в один момент исправить нельзя. При сравнении двух станков разного поколения, мы увидели их разные особенности и недостатки ,так что учитывая все факторы нужно двигаться вперед и развиваться в лучшую сторону!

Литература:

1.https://3dtool.ru/product/frezernyj-stanok-roland-monofab-srm
2. http://turnercraft.ru/histori.htm
3. https://storgom.ua/novosti/rejting-tokarnyh-stankov-2019-top-5-luchshih.html
4. https://www.youtube.com/watch?time_continue=279&v=tCjgbPByuEE
5. http://stanki-katalog.ru/sprav_654.htm
6. http://stanki-katalog.ru/sprav_6a54.htm
7. http://www.dvt-region.com/frezerniy_stanok__harakteristiki_i_ustroystvo_stanka.htm

А.А.Жоламанов, Ж.Н. Исабеков

Қазіргі заманғы фрезерлік станоктардың ерекшеліктері

Аңдатпа:Қазіргі заманғы фрезерлік станоктар программа бойынша ағаштың,пластиканың және жеңіл металлдардың үстін фрезерлеу және гравировка жасау үшін арналған.Білдіктегі өңдеу жұмыстары СБҚ және компьютер арқылы жүзеге асырылады. Машинажасау кәсіпорыны-ол әртүрлі құйма қалыптарды,қалыптарды,басқару панелдердің өндірісі болып келеді.Жарнамалық өнімдерді шығаратын кәсіпорындар-көлемді әріптерді фрезерлеу,көрсеткіштерді,таблицаларды күрделі 3D-рельефтер және POS материалдарды өндіру болып табылады.

Түйін сөздер:білдек,шпиндель,өңдеу, кескіш,бұйым,жылдамдық,шойын,бұрғылау.

A.A.Zholamanov, Zh.N. Issabekov

Features of modern milling machines

Abstract: Modern milling machines are designed for milling and engraving on the program surfaces of wood, plastic, light metals. Processing on the machine is carried out using CNC and computer.

Machine-building enterprises-production of various forms for casting, molds, control panels. Enterprises for the production of promotional products-milling three-dimensional letters, signs, plates, logos, complex 3D-reliefs, production of POS materials, interior decoration

Key words: machine-tool, spindle, treatment, cutters, detail, speed, cast iron, drilling.

УДК 621. 55.03.14

Ә. Ибраим, Н. Сағи, Е. Ильясов, Р. Құлбатыр, М. Түстікпаев
5В071200 – Машинажасау мамандығының 4 курс студентері;
Ғылыми жетекшісі: Сыздыкбеков Н.Т.
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы
ibraim_aiibek@mail.ru

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ КОМПОЗИЦИОНДЫ МАТЕРИАЛДАР ЗЕРТХАНАСЫ

Аңдатпа. *Бұл мақалада SAE KazNRTU CC ұйымының студенттері Сәтбаев Университетінің қабырғасында Компазиционды материалдар зертханасын ашқаны туралы жазылған. Мақалада SURT командасының алғашқы көміртекті және алғашқы шыны талшықтарынан жасалынған автомобильдер және зертхананың болашақтағы потенциалы сипатталған.*

Кілт сөздер: *SAE KazNRTU CC SURT, Shell Eco Marathon, болид, композитті материалдар, шыны талшықтары, көміртек талшықтары, эпоксидті шайыр, қатайтқыш, автоклав, экомобиль, этанол.*

2017 жылдың тамыз айында Сәтбаев Университетінің SAE KazNRTU CC ұйымының студенттері SURT (Satbayev University Racing Team) жарыс командасын құрған болатын. Команданың құрылуының негізгі мақсаты – жыл сайын өтетін әлемдік экологияны сақтауға арналған Shell Eco Marathon жарысына қатысу. Екінші мақсаты энерготиімді жеңіл автокөлік жасау болатын. Үшінші мақсаты Қазақстандағы машинажасауды дамытып, оны жаңа сатыға көтеруге жас мамандарды бағыттап ғылыми ізденістерге баулу еді. Shell Eco Marathon Asia 2018 - Сингапур қаласында өткен болатын, оған 21 елден 120 командалар қатысты. Оның әрқайсысының машинажасаудағы ізденістерін, инновацияларын өздерінің машиналарында қолданды. Мысалы, Nanyang Technology University толықтай 3D принтермен басылған машина әкелді, моторы DMLS (direct metal laser sintering) технологиясы бойынша жасалған. Инновациялық материалдар да қолданды, мысалы Тайландтық бір команданың көміртекті талшықтардан жасалған машинасының салмағы бар жоғы 19 кг болды.

1 сурет. iSU Prototype 1.2

SURT командасы iSU Protorype 1.2 прототипін апарды. iSU марафонның ең инновациялы және ең әдемі 10 машинаның тізіміне енгізіліп, марафонның салтанатты ашылу рәсіміне қатысты. iSU Prototype 1.2 – таза этанолмен (E95) жүреді. Этанол – биожанармай түрлерінің ең кеңінен таралған түрі. Бензин, дизель немесе басқа да мұнай өнімдерінен басты айырмашылығы оны өсімдіктерден алуға болады, сарқылмайтын ресурстарға жатады. Этанолдың негізгі артықшылығы бензиннен октан саны жоғары 114-116 болып келеді, нәтижесінде мотордың қуаты артады, 20-30% ке, мысалы Koenigsegg Jeska бензинмен 1280 ат күшін көрсетсе, E85 этанолымен 1600 ат күшін жетіп, 482 км/сағ максимал жылдамдыққа жетеді.

Қыркүйек айының соңында Satbayev University-дің ИМС 06 кабинетте арнайы мамандырылған «Композиционды материалдарды пісіруге арналған пеш» құрастырылды.

Композиционды материалдарды пісіруге арналған пеш немесе аутоклав – 250° С-ге дейін қызып, температурасын ұзақ уақыт бірқалыпты ұстай алатын пеш жобаланып, 3 айда жасалды. Пештің қуаты – 6 кВт/сағ , 6 қыздырғыш элементтен тұрады,салмағы – 250кг, көлемі 11,576 $м^3$ (3780мм х 1760мм х 1740мм), ішкі пайдалы көлемі 9,724 $м^3$ (3660мм х 1640мм х 1620мм). Пешке 2 кВт вакуумды сорғы арқылы 10л вакуумды қақпан қосылған. Автоклав көмегімен негізгі процестен кейін немесе кезіндегі шайырдың қату процесі тездетіледі және беріктігі артады. Ол Препрег және Вакуумды инфузия атты екі технологиямен жұмыс істеуге арналған. Препрег - алдын ала шайыр жағылған көміртекті талшықтардан тұратын мата тектес материал.

2 сурет. Пештің басқару элементтері

3 сурет. Пештің ішкі – қыздырғыш элементтері

Сәтбаев Университетінің Композиционды материалдар зертханасы көміртекті және шыны талшықтарымен жұмыс істейді, кевлар және арамидті талшықтармен жұмыс істеу болашақта жүзеге асырылады.

2018-2019 оқу жылында зертханада «Taiburyl 3.0» атты толықтай көміртекті талшықтардын жасалынған жалғыз адамдық энерготиімді болид, әйнек талшықтарынан жел генератордың қалақшалары және өзге де сэндвичті композиционды материалдардан жасалынған жобалар жүзеге асырылды.

4 сурет. Вакуумды инфузия әдісі

«Taiburyl 3.0» – 13 ат күші бар, салмағы 43кг энерготиімділікпен экономиға және арнайы Shell Eco Marathon Asia 2019 жарысына қатысуға жасалынған экомобиль. 1 литр этанолмен – 513 км жүреді. Shell Eco Marathon - әлем бойынша студенттермен оқушылар арасында өткізілетін автокөліктердің энергоэффективтілігін, экономиясын арттыру мақсатында және жаңа энергия көздерін іздеп ескілерін жетілдіру үшін өткізілетін марафон.

5 сурет. Taiburyl 3.0

SURT командасы болашақта арамидті талшықтардың және көміртекті талшықтардың қолданылуымен арнайы World Solar Challenge жарысы үшін сэндвичті композитті монокок жасауды көздеп тұр. Жарыс қазан айында Австралияда өтеді. Жарыстың мақсаты таза күн энергиясын пайдалана отырып шөлді жылдамдыққа өту. Жарыстың негізгі спонсоры Bridgestone компаниясы.

Ә. Ибраим, Н. Сағи, Е. Ильясов, Р. Құлбатыр, М. Түстікпаев
Лаборатория композитных материалов Сатпаев университета

Аннотация. В этой статье говорится о том, что студенты организации SAE KazNRTU CC открыли в стенах Сатпаевского университета лабораторию композитных материалов. В статье описаны первые автомобили, изготовленные из углеволокна и стекловолокна команды SURT и потенциал лаборатории в будущем.

İbraïm Älïbek, Sağï Nursultan, İlyasov Esjan, Qulbatır Raxımjan, Tüstikpaev Maqsat
Laboratory of composite materials of Satpayev University

Annotation. This article says that the students of the organization of the KazNTU ga are open within the walls of Satpayevsky University laboratories of composite materials. The article presents the first cars made from carbon and fiberglass, the SURT team and the potential of laboratories in the future.

УДК 622.24.05(043)

А.М.Ильясов, В.В.Поветкин
Ғылыми жетекші – В.В.Поветкин, профессор, т.ғ.д, Қ.И.Сатбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.
А.М.Ильясов, Қ.И.Сатбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, «Машинажасау» мамандығының 2-курс магистранты, Қазақстан, Алматы қ.
adilet.ilyasov@list.ru

АЛМАЗ ТӘЖІ ҰҢҒЫМАСЫН БҰРҒЫЛАУДЫ ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа: *Жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштермен ұңғыманы бұрғылау алдыңғы қатарлы жаңа техниканы қолдану арқылы ғана жүзеге аспақ. Қазіргі таңда бұрғылаушылар біліктілігін арттыру үшін қажетті тәжірибелік құралдарға мұқтаж. Қолда бар алмаз құрал-жабдықтарының айнымалы бағаналы ұңғылау құралдары айтарлықтай ескірді. Оларда соңғы онжылдықтағы техникалар мен технологиялардағы жетістіктер көрініс таппаған. Ең алдымен, бұл Қазақстанда ұңғымаларды бұрғылаумен айналысатын Борт Лонгир және Атлас Копко Крелиус сияқты алдыңғы қатарлы компаниялардың жаңа техникаларына қатысты. Осыған байланысты, автор аталған жұмыста Шығыс Қазақстан жағдайында жұмыс істейтін «Атлас Копко Крелиус» компаниясының бұрғылау құралдарына, ұңғымаларды бұрғылау талдауына басты назар аударады.*

Түйін сөздер: *алмаз, Атлас Копко Крелиус, бұрғылау, ұңғыма, тәж.*

Тау жыныстарын бұрғылау үшін алмазты қолдануды ең алғаш Еуропада 1862 жылы швейцариялық сағатшы Георг Лешо ұсынды. Оның ұлы Рудольф пен механик Пиге бұрғылауға арналған арнайы білдекті және бұрғылау құралына алмазты бекіту әдісін ойлап тауып, Лешо әдісін жетілдірді. Алмаз құрал-жабдығы Мон Сени теміржол туннелін Швейцариялық Альпі тауында ұңғылау кезінде қолданылған еді. Лешо-Пиге бұрғылау білдегі – бұл келтегінде алмаз кристалы бекітілген құбыр [1,11]. Құбыр бу машинасымен айналатын металл қарнағы шұңқырымен қосылады. Остік жүктеме массивті шойын жүгімен жүзеге асты, ұңғыма кенжары бұзылған жыныстардан су арқылы тазартылады. Осылайша, тау тәжірибесінде алмаз бұрғылау дәуірі басталды. Мұнай өнеркәсібінде алмаз қашау XX

ғасырдың 40 жылдарының соңында – 50 жылдардың басында қолданыла бастады. Жер қойнауына жол адамның Ай, Марс пен Күн жүйесінің басқа ғаламшарларына ұшудан әлдеқайда қиын. Мұнда ауасыз кеңістікте саяхаттау емес, қатты тау жыныстарының жоғарғы температурасы мен үлкен қысымында жер қыртысында жүруді білдіреді. Сондықтан, жер түпкіріне алмазсыз кіру мүмкін емес.

Алмаз – бұл кристалдық көміртек және жер бетіндегі ең қатты табиғи минерал болып табылады. Қаттылық алмазты бұрғылау тәждерінің ең тиімді жыныс бұзу-кесу элементі етеді. Қолданар алдында алмаз мұқият сұрыпталып, тексеріледі [1,11].

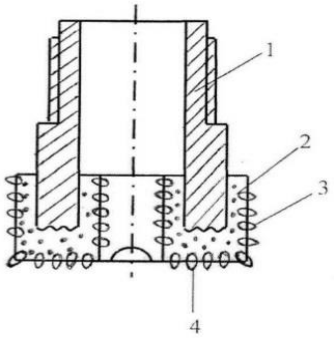
Алмаздағы көміртек атомдары берік ковалентті байланыстарға ие. Алмаздың абразивті қабілеті басқа абразивті материалдарға қарағанда жоғары. Алмаз қаттылығы бойынша анизотропты; бұл қасиет алмаз құрал-жабдығын жасау кезінде ескіріледі.

Алмаз жоғары жылуөткізгішке және салыстырмалы төмен жылусыйымдылығына ие [2]. Бұл жылуды жақсы өткізуге көмектеседі және кесу кезінде алмазқа әсер ету температурасын төмендетеді. Алмаздың жылу сызықтық кеңейтуінің төменгі коэффициенті алмаз құрал-жабдығын аз температуралық деформацияға ұшыратады.

Бағаналы бұрғылауға арналған алмаз тәждері үш түрде шығарылады:

- бірқабатты;
- көпқабатты;
- ерітінді сіңірілген.

Алмаз тәжі 1 болат корпусынан, кейде оны тәж сақинасы деп атайды, 2 алмазқұрамды матрицадан, 3 алмаз тілшелерінен және 4 көлемді алмаздан тұрады (1-сурет) [3].



Сурет 1. Алмаз тәжі конструкциясының жалпы сызбасы:
1-болат корпусы, 2-алмазқұрамды матрица, 3-алмаз тілшелері, 4-көлемді алмаз.

Атлас Копко Крелиус компаниясымен өндірілетін алмаз бұрғылау құралдары. Атлас Копко Крелиус компаниясының бағаналы бұрғылауға арналған бұрғылау құралдары бұрғылау бағаналарынан, кеңейткіштен, бұрғылау мен қаптама құбырлардан, бағаналы жиынтықтан, алмалы жынысөзек қабылдағышы бар снарядтан, тығыздамадан, кілттерден, апаттық құралдардан және т.б. тұрады [4].

Атлас Копко Крелиус компаниясының алмаз жынысбұзушы құралдары ұңғымаларды бағаналы бұрғылау үшін бағаналы түрде ұсынылған. Олар пайдалы қазбалар кенорындарын барлау мен инженерлік геологиялық зерттеулерге арналған [5].

Бағаналы бұрғылауға арналған алмаз тәждері екі түрде шығарылады:

- ерітінді сіңірілген;
- бірқабатты.

«Атлас Копко» фирмасының алмаз бұрғылау тәждері стандарттың ең жоғары талаптарына сәйкес келеді және жоғарғы сапамен ерекшеленеді.

Алмаз тәждерін дайындау үшін алмаздың екі түрі – табиғи және синтетикалық (жасанды) түрлері қолданылады. Қаттылығы мен жылуөткізгіштігі бойынша алмаздың екі түрі бірдей.

Табиғи алмаздар жоғары температура мен қысым жағдайында жер қыртысында пайда болады. Алмаз сапасы бөлшектердің физикалық жағдайымен және формасымен анықталады.

Жоғары сапалы алмаздар, әдетте, дөңгелек формада, мөлдір, біртекті болады, сызаттар мен қосылыстар болмайды.Төменгі сапалы алмаздар үшкір бұрышты бұрыс формада және сызаттар мен қосылыстарға ие болады.

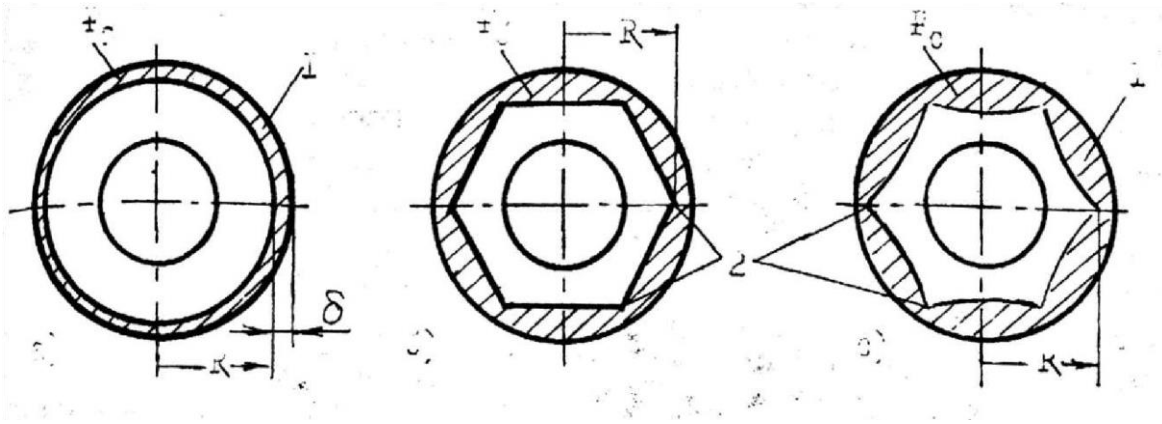
Синтетикалық (жасанды) алмаздар өте жоғары қысым мен температура жағдайында графиттен алынады.

Алмаздар ірілігі бір караттағы тастар санымен анықталады. Карат – бұл алмаз салмағы. 1 карат – 0,2 гр [6].

Түйіршіктілігі 10-15 және 20-25 дана/кар алмаздар жұмсақ жыныстарда бұрғылауға арналған тәждерде қолданылады, ал қатты жыныстарға ұсақ алмаздардан, әдетте 30-50 дана/кар, тұратын тәждер пайданылады.

Жаңа құрылымдағы алмаз тәжі. Алмазды бұрғылау тиімділігінің негізгі көрсеткіші – бұрғылаудың механикалық жылдамдығы мен алмаз тәжінің беріктігі.

Бұрғылаудың механикалық жылдамдығын және алмаз тәжінің беріктігін арттырудың бір жолы көпжақты призма қимасы түріндегі алмаз тәждерін дайындау болып табылады (Сурет 2). Аталған жол қазіргі Сәтпаев университетінің ұңғыманы бұрғылау технологиясы мен техникасы кафедрасымен ұсынылған.



Сурет 2. Алмаз тәждерінің схемалық суреті:
а) стандартты цилиндрлік корпус; б) призмалық корпус;
с) иілген бұрыштары бар призма түрінде дайындалған корпус.

Көпқырлы призма түріндегі алмаз тәжін дайындау тәж бен ұңғырма қабырғасы арасындағы тесікті арттыруға көмектеседі. Ал бұл, өз кезегінде, жынысбұзғыш құралды суытуға арналған жуушы сұйықтық ағынын арттыруға мүмкіндік береді. Бұл тұрақты емес, жарықшалы және борпылдақ жыныстарда сазды ерітінділерді қолданумен ұңғыманы бұрғылау кезінде өте маңызды.

Тәжірибеде кеңінен қолданылатын алмаз бұрғылау тәждері ие дөңгелек тәж корпусы алтықырлы болды. Бұл бұрғылау сапасын арттыруға алып келетіні анық.

[8] жұмыста алмаз бұрғылау тәждерінің өтпелі қимасын сандық бағалауға басты назар аударылған. Бұл сипатта қазіргі таңда бұрғылау кезінде қолданылатын құралдар конструкциясында кездеспейтін бұрғылау сапасын арттыру резерві орналасқан.

[8] сәйкес, корпустың жұмыс кесігімен ұсынылған тәжде матрицаның алтын секторы орналасқан. Олар көпжақтың бұрыштарында, ұшында орналасқан. Алмаз бұрғылау тәждері конструкцияларының қимасы салыстырмалы талдауға ұшыраған. Мұнда салыстыру тәж корпусының белгілі конструкциялардағы цилиндрліктен призмалыққа айналуымен байланысты саңылаудың нақты қимасының ауданын бағалаумен байланысты.

Алмаз бұрғылау тәждерінің нақты қимасы – бұл матрица секторының бүйір беттерінің тәж корпусының ішкі және сыртқы бүйір беттерінің шекарасынан тыс жерде пайда болатын

сақина тесіктері. Басқаша айтқанда, аталған тесік тәж корпусы қалыңдығынан артық қалыңдықпен анықталады.

Аталған конструкцияда тәждің сыртқы беті көпбұрыш профиліне ие. Сондықтан, тәждің сыртқы қимасы бағаланады. Белсенді бұзылыс үдерісінде нақты қиманы арттыру бұрғылау кезіндегі ең өзекті міндет болып табылады.

Осылайша, тәжде конструкциялар өзгерістер арқасында тәж саңылауының сыртқы нақты қимасы көлемі айтарлықтай артты. Бұл, нәтижесінде тәж арқылы өтетін жуушы сұйықтықтың мөлшері ұлғайды.

Әдебиеттер:

1. Марамзин А.В., Блинов Г.А. Алмазное бурение на твердые полезные ископаемые. Л.: Недра. Ленинградское отделение, 1975.

2. Васильев Л.А., Белых З.П. Алмазы, их свойства и применение. - Москва: Недра, 1983 - с.101

3. Касенов А.К., Аршидинова М.Т. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Бурение скважин» для студентов КазНТУ имени К.И.Сатпаева по специальности 050706 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». – Алматы: КазНТУ, 2007.

4. Горное дело и строительство. 2002. № 2.

5. Комплект каталогов на оборудование и инструмент компании Атлас Копко Крелиус.

6. Мусанов А., Шалбай А. Буровое оборудование компании Атлас Копко Крелиус. ВУЗ «УНАТ», Алматы, 2015.

7. Мусанов А., Аспандияров К. Алмазная буровая коронка. Авторское свидетельство № 20512, 15.01.1999, бюл.№ 1.

8. Мусанов А., Аспандияров К. К вопросу оценки живого сечения просвета. с. 101.

А.М.Ильясов, В.В.Поветкин

Совершенствование бурения скважин алмазными коронками

Аннотация. Бурение скважин с высокими технико-экономическими показателями будет осуществляться только с использованием новой передовой техники. В настоящее время бурильщики нуждаются в опытных инструментах, необходимых для повышения квалификации. Значительно устарели приборы проходки с переменными колоннами имеющегося алмазного оборудования. В них не нашли отражение достижения в технике и технологиях последних десятилетий. Прежде всего, это касается новой техники таких ведущих компаний, как Борт Лонгир и Атлас Копко Крелиус, которые занимаются бурением скважин в Казахстане. В этой связи, автор в данной работе уделяет особое внимание анализу бурения скважин, бурового оборудования компании «Атлас Копко Крелиус», работающей в условиях Восточного Казахстана.

Ключевые слова: алмаз, Атлас Копко Крелиус, бурение, скважина.

A.M.Ilyasov, V.V.Povetkin

Improvement drilling of a hole using diamond core drill

Annotation. Drilling wells with high technical and economic indicators will be carried out only using new advanced technology. Currently, drillers need the tools they need to upgrade their skills. Significantly outdated penetration devices with variable columns of existing diamond equipment. They did not reflect the achievements in technology and technology of recent decades. First of all, it concerns the new technology of such leading companies as Bort Longyr and Atlas Copco Krelius, which are engaged in drilling wells in Kazakhstan. In this regard, the author in this work pays special attention to the analysis of drilling wells, drilling equipment of the Atlas Copco Krelius company operating in conditions of East Kazakhstan.

Keywords: diamond, Atlas Copco Crelius, drilling, well, crown.

ӘОЖ 621.7

А.М. Камал, А.О. Ермекбаева
Ғылыми жетекші-А.О. Ермекбаева, сениор-лектор, Қ.И.Сатбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Өнеркәсіптік Инженерия Институты, Қазақстан, Алматы қ.
А.М. Камал, «Машина жасау» мамандығының 3 курс студенті, Қ.И.Сатбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Қазақстан, Алматы қ.
aisultan_kamal@mail.ru

ӨҢДЕУ ПРОЦЕСІНЕН ТЫС ӨҢДЕУ ҚҰРАЛЫН ИНЖЕНЕРЛІК ТАЛДАУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. *Қазіргі таңда өнеркәсіптік инженерияда, атап айтқанда машина жасау,аспап жасау т.б салаларда қолданылатын аспаптарды қазіргі заман талабына сай етіп жасау үшін олар өндірістен тыс іс жүзінде эксплуатацияланатын жеріне байланысты соңғы әдістер бойынша сынақтан өткізілуі қажет.Метал кескіш білдектердің кескіш құралдарын соңғы әдістер бойынша:COGS, SMED, VSM, OEE форматтарында тозуға сынақтан өткізу қарастырылды.*

Кілт сөздер*. Метал кескіш құрал, тозу,өндірістік процесс,аспаптың тозуының комплексті анализі.*

Кесу операциялары-Металл өңдеудің негізгі элементтерінің бірі. Металл кескіш құралдар мен өңдеу әдістерін таңдау өнімділікті қалай өсіретінін және процесте қандай қиындықтар туындауы мүмкін екенін анықтайды. Сондай-ақ көп нәрсе өңдеу процесінде құралмен жұмыс істеу қалай ұйымдастырылғанына байланысты. Белгілі болғандай, кесетін құралдар – бұл Шығыс материалы, өйткені белгілі бір тозу дәрежесі кезінде олар өз тиімділігін жоғалтады. Металл кесетін құралды басқаруға дәстүрлі көзқарас тек тозуды талдауды ғана пайдаланады және материалдардың, геометрияның және өңдеу параметрлерінің есебінен нақты операция үшін құралдың қызмет ету мерзімі мен өнімділігін арттыруға бағытталған.Алайда кәсіпорынның өндірістік процесінің тиімділігін арттыру құралдың тозуынан басқа көптеген факторларға байланысты. Жалпы өндірістік процесс аясында Кесу құралы қасиеттерінің нашарлауын немесе тозуын қарастыру өте маңызды.

Құралдың тозуын кешенді талдау, немесе GTA (мұнда және бұдан әрі-Seco терминдеріндегі аббревиатуралар) тозудың негізгі параметрлерінің шеңберінен шығады. Ол құралмен байланысты бірқатар факторларды ескереді: онымен манипуляцияларға жұмсалған уақыт, тозудан басқа проблемалар, Өндіріс экономикасы, цех жұмысын ұйымдастыру, қызметкерлердің іс-әрекеті, технологиялық процесс және өндіріске жұмсалатын шығындардың жалпы құны. GTA кездейсоқ таңдалған кескіш құралдардың көп санын тұрақты бағалауға негізделген. Бұл бүкіл кәсіпорын ауқымында олардың өндірістегі рөлі туралы толық түсінік алуға мүмкіндік береді.

Құралдың тозуы әдетте белгілі бір операция үшін пайдаланылған бір құралдың мысалында зерттеледі. Алайда, зерттеудің барынша тиімділігі кәсіпорынның өндірістік процестеріне қатысатын барлық құралдардың тозу немесе қасиеттерінің нашарлауын талдауды қамтамасыз етеді [1].

Құралдың қызмет ету мерзімін талдау және болжау әдістері құралдың қалай қолданылуына байланысты. Бірнеше ғасырларда өндіріс технологиялары бір данадан бастап стандартталған компоненттердің жаппай шығарылуына дейін дамыды. Технологияларды одан әрі жетілдіру жаппай өндірістің екінші буынын тудырды — тар номенклатураның (HVLM) ірі партияларын жасау. Соңғы уақытта станоктарды және дайындамаларды тасымалдау жүйелерін бағдарламалауда қолданылатын сандық технологиялар жаппай өндірістің үшінші буынын – шағын көлемде кең номенклатураның экономикалық тиімді өндірісін (HMLV) құруға мүмкіндік берді.Негізгі міндеттер (шығындар мен уақыттың

тиімділігін, сапа мен өнімділіктің белгілі бір деңгейін қамтамасыз ету) өзгеріссіз қалады, бұқаралық өндірістің екінші және үшінші буынының әдістері құралдың қызмет ету мерзімін бағалауға әртүрлі тәсілдерді талап етеді. HVLM екінші буынды өндіру сценарийі бірнеше күн, ай немесе жыл бойы жалғасуы мүмкін бір серия үшін дайындаманың бір материалынан бірдей бөлшектерді дайындауды және бір станоктар мен кескіш құралдарды пайдалануды көздейді. Бұл жағдайларда құралды пайдалану мерзімін бақылау оңай. Цех қызметкерлері оңтайлы орташа қызмет мерзімін анықтау үшін прототиптер мен сынақ серияларын пайдаланады, содан кейін бөліктердің қажетті санын жеке құралдардың күтілетін қызмет мерзіміне бөледі.Қайталанатын және болжамды қызмет ету мерзімі өндірушілерге құралдың ауысуын жоспарлауға мүмкіндік береді, бұл өндірістің тиімділігін арттырады және үздіксіздігін қамтамасыз етеді. Алайда, HVLM сценарийі бойынша өндіріс әлі де өзекті болып отыр.Сұраныс бар құралдардың номенклатурасын теңдестіруге және нарық үрдістеріне сәйкес келуге ұмтыла отырып, өндірушілер ірі сериялы өндірістен кетуге тырысады. Бұл ретте HMLV жаппай өндірудің үшінші ұрпағының стратегиялары кең таралған. HMLV икемді процестері заманауи құралдар мен технологиялармен тамаша үйлесімділігімен ерекшеленеді, бірақ күрделі жоспарлауды талап етеді. Серия он, бес, екі немесе тіпті бір бөліктен тұруы мүмкін. Дайындаманың материалы (болат, алюминий, титан), сондай-ақ бөлшектердің геометриясы (қарапайым немесе күрделі) өзгеруі мүмкін. Сынақ көмегімен қызмет ету мерзімін анықтау үшін уақыт жиі жеткіліксіз. Мұндай жағдайларда өндіруші, әдетте, алдыңғы тәжірибеге негізделе отырып, қызмет ету мерзіміне қатысты жорамалдар жасайды және кез келген жағдайда әрбір келесі серия үшін жаңа құралды пайдаланады, содан кейін құралдың қызмет ету мерзімі шын мәнінде өтіп кетпес бұрын оны кәдеге жаратады. Қызмет мерзімін анықтау үшін неғұрлым терең көзқарас құралдың тиімсіз шығынын азайтуы мүмкін[2-3].

Өндірістік процесті талдау құралдың қызмет ету мерзімі мен өнімділігінің контекстінде нәтижені бағалауға жиі бағытталған, бірақ процестің өзі зерттемейді. Қызмет ету мерзімімен тікелей емес, кесетін құралмен байланысты проблемалар жіберілмеуі мүмкін, бұл өңдеу кезінде қиындықтар туғызады. Мысалы, зусенцы құрал-сайманның қызмет ету мерзіміне тікелей қатысы жоқ, бірақ өндірістік процесті үзеді, себебі оларды жою үшін жеке операция қажет. Алайда, қылшықтардың пайда болуы құралдың геометриясы мен өңдеу параметрлерімен байланысты және оның тозуын талдауда ескерілуі мүмкін. Құралдың зақымдануы - бұл әдетте тозумен байланысты емес тағы бір мәселе, бірақ зақымдану көп жағдайда құрал материалымен, геометриямен, өңдеу параметрлерімен, сондай-ақ станоктың ерекшеліктерімен сөзденген.

Өндірістік тиімділіктің негізгі компоненттері-бұл ақаулықты жою, икемділікті қамтамасыз ету және аспап номенклатурасын қысқарту. Құралдың тозуын кешенді талдау өндірістік тиімділіктің бес элементін ескереді. Біріншіден, өңдеу процесін және өңдеу операциялары мен дайындау материалдары арасындағы өзара байланысты түсіну маңызды. Екіншіден, экономикалық өндіріс қағидаттарын және басқа да стратегияларды ұстана отырып, неке пайызын төмендету қажет. Үшіншіден, табыстылықты қамтамасыз ету үшін өндіріс экономикасының тұжырымдамасын қолдану керек. Төртіншіден, өндірістің көлемін және өнімнің алуан түрлілігін ескере отырып, өнімділіктің мақсатты көрсеткіштерін қарастыру ұсынылады; Өндірістік икемділік көптеген проблемаларды жоя алады, бірақ номенклатураны өңдеу сапасының қайталануын қамтамасыз ету үшін бақылау керек. Ақырында, барынша тиімділікке жетудегі персоналдың бірегей рөлін жете бағаламауға болмайды.

Құрал жай-күйінің кешенді талдауы кескіш жиектің тозуын өлшеу деректерін толықтырады және құрал шығынының мәні туралы ақпаратты ұсынады, ол содан кейін сатылған өнімнің өзіндік құны (COGS), жылдам қайта қалпына келтіруді талдау (SMED), құнды жасау ағынын басқару (VSM) және жабдықтың жалпы тиімділігі (OEE) сияқты параметрлерді бағалауда қолданылады.Құралмен байланысты өндіріс экономикасының негізгі жағдайы нақты тұжырымға ие: құрал ақша тұрады. Бұл ақпарат шығындарды азайтуға

және өнімділікті арттыруға мүмкіндік беретін факторларды анықтау үшін өндірістік үдерістің құрамдас бөліктерін салыстыруға және қарсы қоюға мүмкіндік береді.Құралмен байланысты тағы бір экономикалық фактор-онымен жұмыс істеу уақытша шығындарды талап етеді. Бұл өңдеу процесінен тыс құралмен жұмыс істеу үшін қажетті уақыт. Құрал-сайманды ауыстыруға және орнатуға жұмсалатын уақыт талдауға енгізілген.SMED, ол сондай-ақ құрал-сайманның тозуы мен ауыстыруынан басқа шығыстарды ескереді. Бұл шығындардың бір бөлігі СББ құралдары мен бағдарламаларын сатып алу мен орнатудан туындаған.OEE тиімді жұмсалған өндірістік уақыт мөлшерін анықтайды. OEE талдау залалдарды анықтайды, прогресті бақылайды және неке азайту өнімділігін арттырады. Ол өндіріс уақытының жалпы санын белгілейді, содан кейін осы нәтижеден жоспарлы және жоспардан тыс қарапайым, құралды ауыстыру уақыты, қысқа тоқтаулар және жылдамдықты төмендету, сондай-ақ жалпы уақыттың пайызымен көрсетілген тиімді өңдеу уақытын алу үшін ақау және пысықтау шегеріледі. Жабдықтың абсолютті жалпы тиімділігі — бұл өршіл, бірақ қол жетпейтін мақсат. 100% нәтижесі бөл VSM талдау өндірістік процестің әртүрлі элементтерінің контекстінде өнімділікті теңдестіру қажеттілігін көрсетеді. Қайықта ескіштерді елестетіңіз. Тек бір тарақтың жоғары өнімділігі Қайықтың жалпы өнімділігін нашарлатады.Үдерісті компонентке сай жетілдіруді осы компоненттердің өндіріс көлемдерімен, өнімнің алуан түрлілігімен, дайындау материалының сипаттамасымен, геометриямен, бекітумен, станоктың ерекшеліктерімен және басқа да факторлармен өзара байланысын ескере отырып енгізу қажет. Бұл теңдестірілген өндірістік процесті құруға мүмкіндік береді.шектің көрсетілген сапамен және барынша жылдам, уақытша шығынсыз жасалғанын білдіреді [4].

GTDA процесі өте қарапайым. Талдауда өндірушінің кездейсоқ таңдалған құралдарының көп санының кесетін жиектері қатысады: әрбір жиегін жеке талдайды және оның тозған-табылмайтынын анықтайды. Тозу түрі мен дәрежесі бойынша жіктеледі. Дәстүрлі тозуды талдау бір операция үшін бір құралды қарастырады; GTDA бүкіл өндірістен құралмен байланысты тозу және басқа да проблемалар туралы ақпаратты жинайды, содан кейін жақсартуларды жоспарлау және енгізу кезінде оларға бағдарлау үшін COGS, SMED, VSM, OEE нәтижелерін және басқа да деректерді біріктіреді.Нәтижеге жету үшін өндірушілер белгілі бір тәртіптілік танытуы керек: GTDA өткізуді ұйымдастыру және бұл маңызды емес, құралды үнемі зерттеу және деректерді талдау. Бұдан басқа, олардан адалдық пен талдау нәтижелерін объективті бағалау, сондай-ақ дәстүрлі әдістемелерді елемей, осы нәтижелерді жақсартуға дайын болу және цех бойынша әріптестердің тарапынан қолдаудың болмауы талап етіледі.

Қорытынды

Құралдың тозуы сзсіз және оны бақылау өңдеу тиімділігі үшін маңызды. Алайда тозу-бұл кәсіпорынның өндірістік процесінің тиімділігіне әсер ететін кескіш құралдың көптеген сипаттамаларының бірі ғана. GTA жеке құралдардың тозуын ғана емес-ол өндірушінің барлық құралдарын қамтиды және өңдеу процесінен тыс аспаптарға әсер ететін факторларды ескереді.Құралдың тозуын кешенді талдау-бұл өндірістік процесті бағалау мен жақсартудың негізгі компоненті. Өңдеудің барлық түрлері үшін кездейсоқ таңдалған құралдарды талдау және өңдеудің әр түрлі параметрлерін қолдану өндірушілерге өңдеу процесінде құрал атқаратын рөлге терең түсінік береді. GTD жалпы өнімділікті арттыру мақсатында құралдың тиімділігін қалай жақсартуға болатынын және құралмен байланысты қандай проблемалар уақыт пен қаражаттың шамадан тыс шығындарына әкелуі мүмкін екенін түсінуге көмектеседі.

Әдебиеттер:

1. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: учебное пособие для вузов / Ю.С. Степанов [и др.]. М.: Машиностроение, 1998. 183 с.

2. Проектирование и производство малоразмерных плашек /

В.Б. Протасьев [и др.]. М.: Машиностроение-1, 2002. 130 с.

3. Протасьев В.Б., Степанов Ю.С., Ушаков М.В. Прогрессивные конструкции затылованных инструментов. М.: Машиностроение, 2003. 224 с.

4. Истоцкий В.В., Протасьев В.Б. Анализ состояния станкоинстру-ментальной промышленности России в период с 2000 по 2015 гг. в разрезе импортозамещения // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2016. №2 (316).С. 92 - 98.

А.М. Камал, А.О. Ермекбаева

Современные методы инженерного анализа процесса обработки

Аннотация. В настоящее время в промышленной инженерии, в частности в машиностроении, приборостроении и т. д. для создания приборов, применяемых в отраслях б, в соответствии с современными требованиями, они должны быть апробированы по последнему методу, в зависимости от места практического использования вне производства. Предусмотрены испытания режущего инструмента металлорежущих станков на износ в форматах COGS, SMED, VSM, OEE.

Ключевые слова: металлорежущий инструмент, износ, производственный процесс, комплексный анализ износа инструмента.

A.M. Kamal, A.O. Ermekbayeva

Modern methods of engineering analysis of processing process

Annotation. Now a days, in industrial engineering, in particular in mechanical engineering, instrument engineering, etc.for creation of the devices applied in branches b, according to modern requirements, they have to be tested on the last method, depending on the place of practical use out of production. Provides testing cutting tools machine tools for wear in formats COGS, SMED, VSM, OEE.

Keywords: metal-cutting tools, wear, production process, comprehensive analysis of tool wear.

УДК 621.926

Г.Ә. Камаш

Ғылыми жетекші- А.Т. Альпеисов, т.ғ.к., ассоц.профессор
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Алматы қ, Қазақстан Республикасы
danakamash@inbox.ru

ШАРЛЫ ДИІРМЕНДЕРДІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа: *Мақалада шарлы диірмендердің жіктелуі, қазіргі заманғы түрлері және олардың техникалық сипаттамалары және шарлы диірмендердің қолданылу саласы берілген. Сонымен қатар барабанды диірмендердің конструктивтік түрлері келтірілген.*

Түйін сөздер*: шарлы диірмен, барабан, ұсақтау және ұнтақтау, барабанды айналдыру.*

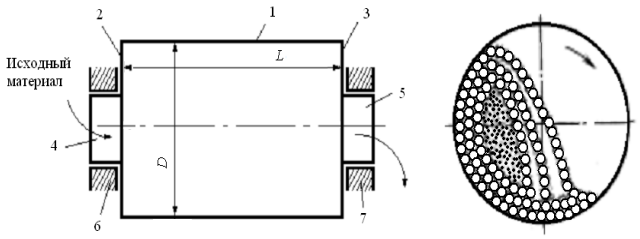
Бағалы пайдалы қазбалардан тұратын тау жыныстарының үлкен көлемі Қазақстанның тау-кен байыту комбинаттарында өңделеді. Оларды ұсақтау және одан әрі өңдеу үшін шар және өзекті диірмендер қолданылады.

Шарлы диірмендер болаттан немесе шойыннан жасалған ұсақ денелердің үлкен салмағына байланысты ауыр тиелген машиналар болып табылады. Сонымен қатар ұнтақтау процесі және диірмен ішіндегі шарлар қозғалысының қабылданған схемасы соққылық сипатқа ие.

Қазіргі заманның ең өзекті технологиялық проблемаларының бірі - бұл шикізат материалдарының түрлерін ұнтақтау тонинасын арттыру, сенімді және көпфункционалды жабдықтарды жасау, аса жұқа және әсіресе нанопомоль кезінде үлестік энергия шығынын азайту. Ұнтақтау, технологиялық операция ретінде - барлық заманауи материалдық өндіріс негізделген іргетас. Ұнтақты материалдардың сапасына, қасиеттеріне әр түрлі өнімдерді өндіру процесінің күрделілігі мен энергия сыйымдылығы байланысты. Материалдарды ұнтақтау және ұсақтау процестеріне әлемде өндірілетін барлық электр энергиясының

20%-дан астамы жұмсалады. Әлемде 110 мың минералдар кен орны тіркелген. Олардың әрқайсысына орта есеппен 5-10 шарлы диірмендер қолданылатын кәсіпорын салынды. Шар диірмендеріне шикізат материалдарын өңдеудің әлемдік көлемінің 95% -ына дейін келеді [1].

Шарлар түріндегі ұнтақтау ортасы бар, цилиндрлік барабандар болып табылатын шарлы диірмендер кенді ұнтақтау үшін қолданылатын негізгі агрегаттардың бірі болып табылады [2]. Барабанды диірменде материалды ұсақтау процесінің сұлбасы 1 суретте көрсетілген. Қуыс барабанның айналуы кезінде ұсақталатын материал мен борлаушы денелердің қоспасы алдымен барабанмен бірге айналмалы траекториямен қозғалады, содан кейін қабырғадан секіріп, параболикалық траектория бойынша құлайды.



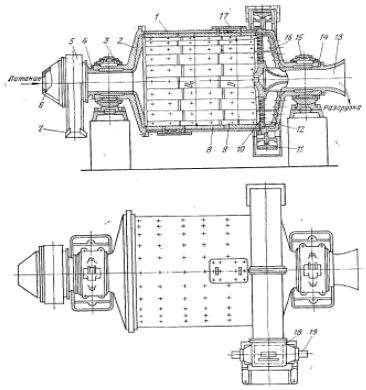
1 сурет – Барабанды диірменнің жұмыс істеу принципі. 1 - барабан, 2, 3 – шеткі қақпақтар, 4, 5 - қуыс цапфалар

Айналу осіне жақын орналасқан қоспаның бөлігі қоспаның қабаттары бойынша төмен домалайды. Материалды ұсақтау ұсақ денелер мен бөлшектердің салыстырмалы қозғалысы кезінде үйкеліс нәтижесінде, сондай-ақ соққы салдарынан болады [3].

Барабанды диірмендердің конструктивтік типтері ұсақтайтын денелердің түрі, барабанның пішіні, ұсақтау тәсілі және ұсақталған өнімді түсіру тәсілі бойынша ерекшеленеді. Байыту фабрикаларында жүк түсіретін торы бар шар және кенді майдалау диірмендері, орталық жүк түсіретін шар диірмендері, орталық жүк түсіретін өзекті диірмендер, "Каскад" типті сулы өздігінен ұнтақтауға арналған кенді диірмендер, "Аэрофол" типті құрғақ өздігінен ұнтақтауға арналған кенді диірмендер қолданылады.

Түсіру торы бар диірмендерде ұсақтайтын денелер ретінде шарлар мен кен галі қолданылады, ұсақталған өнім торлардың тесіктері арқылы өтеді,содан кейін лифтілермен диірменнің түсіру цапфасының ортасына көтеріледі. Барабанның тиеу және түсіру ұштары арасындағы h_1 қойыртпақтың деңгейлерінің айырмашылығы айтарлықтай. Сондықтан диірмен бойымен материал қозғалысының жылдамдығы салыстырмалы түрде жоғары, бұл ұсақтау өнімін орталық түсірумен диірменге қарағанда анағұрлым өрескел алуды алдын ала анықтайды. Орталық жүк түсіретін шар диірмендерінде тиеу және түсіру ұшындағы h_2 қойыртпақтың деңгейінің әртүрлілігі шамалы, материал диірмен бойымен салыстырмалы түрде баяу жылжиды және ұсақтаудың неғұрлым жұқа өнімі алынады. Барабанды диірменнің негізгі өлшемдері барабанның ішкі диаметрі D_0 және оның жұмыс ұзындығы L_0 болып табылады.

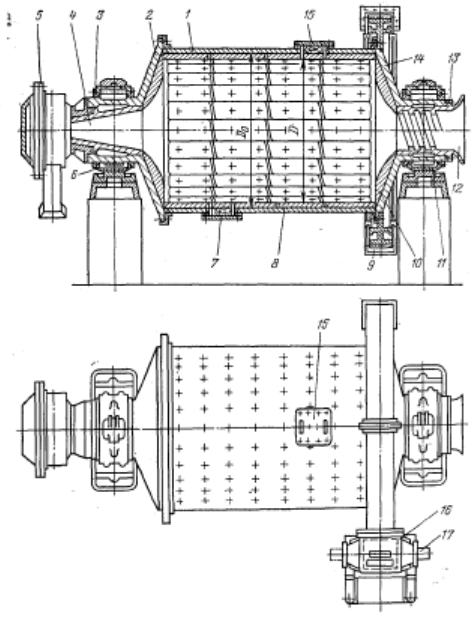
2 суретте көрсетілген түсіру торы бар шар диірмені бүйірлік қақпақтары бар барабаннан және подшипниктерге тірелетін тиеу және түсіру цапфасынан тұрады.



2 сурет – Түсіру торы бар шарлы диірмені. 1 - барабан, 2 – шеткі қақпақ, 3 - подшипник, 4 - жүктеу цапфасы, 5 – қорек бергіш, 6 – орталық қуыс, 7 - күнқағар, 8 - броневая плита, 9 - алынбалы болт, 10 - тор, 11 – тісті венец, 12 - лифтер, 13 - мойын, 14 - цапфа, 15 - подшипник, 16 – шеткі қақпақ, 17 - люк, 18 - кіші тістегершік, 19 - жетек білігі

Барабан жетек білігіне отырғызылған кіші тістегершіктің және барабанға бекітілген тісті тәждің көмегімен электр қозғалтқыштан айналады. Үлкен мөлшердегі диірмендерде тыныш жүрісті электрқозғалтқышы иілімді муфтаның көмегімен жетекті білікке қосылады, ал шағын мөлшердегі диірмендерде электрқозғалтқышы осы білікке редуктор арқылы қосылады [4].

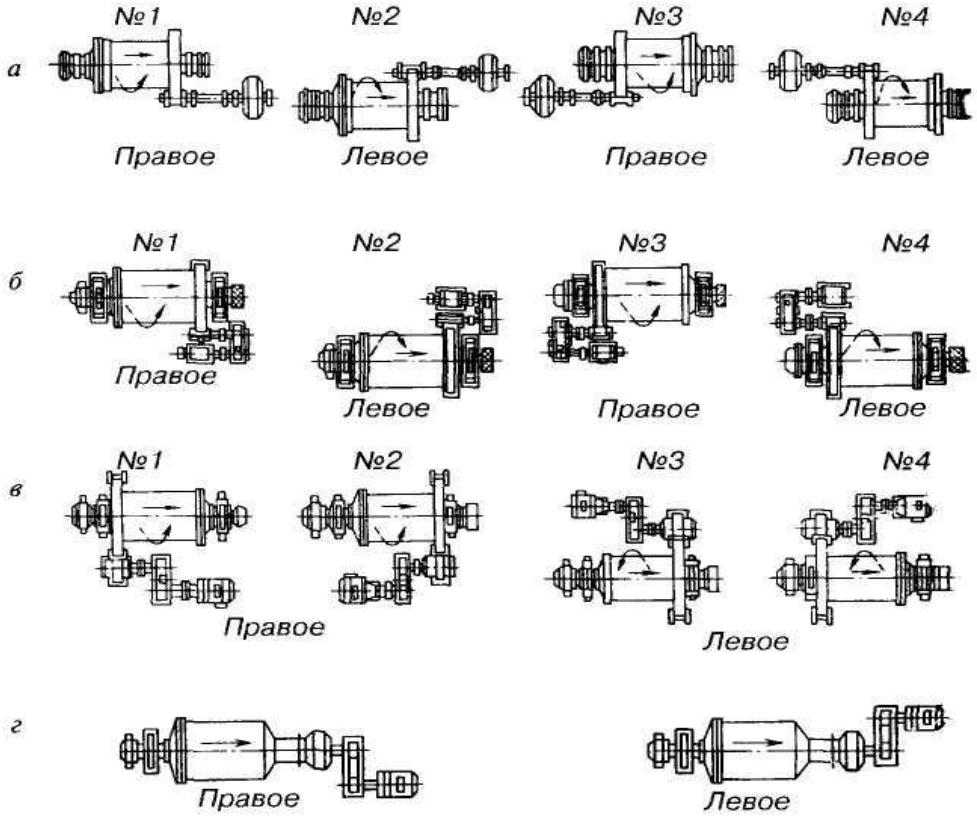
Шарлы диірмендердің өлшемдері және олардың негізгі сипаттамалары ГОСТ 10141-91 көрсетілген. 3 суретте көрсетілген ОШД орталық түсіретін шар диірмені ТШД торлы шар диірменіне ұқсас. Ол бүйір қақпақтары бар цилиндрлік барабаннан тұрады және олар арқылы барабан подшипниктерге тіреледі. Барабанның және қақпақтардың ішкі беті футеровкалы плиталармен жабылған. Барабанның айналуы электр қозғалтқышынан білікке отырғызылған жетекші тістегершіктер және барабанға бекітілген веналық тістегершіктер арқылы жүргізіледі.



3 сурет – Орталық түсіретін шарлы диірмен

Торлар арқылы түсіретін шарлы диірмендердің өнімділігі анағұрлым жоғары (10-15%-ға) және құрамында орталық түсіретін диірменге қарағанда аз тұнба бар ұсақталған өнім береді, бірақ конструкциясы бойынша неғұрлым күрделі. Диаметрі кемінде 2700 мм барабаны бар диірмендердің қозғалтқыштары 220, 380 және 660В кернеуге есептелген (барабан диаметрі 2100 - 2500 мм, кейде 6000В), диаметрі 2700мм және одан жоғары

барабаны бар диірмендердің қозғалтқыштары - 3000 және 6000В, диаметрі 3600мм және одан жоғары барабаны бар диірмендердің қозғалтқыштары - 6000В [5]. Қазақстанда ұнтақтау өнімдерінің үлкен көлемі Балқаш, Жезқазған және т.б. байыту фабрикаларында өңделеді. Балқаш байыту фабрикасында пайдаланылатын шарлы диірмендердің электр жетегінің электр және механикалық бөліктері тығыз байланыста болатын күрделі электромеханикалық жүйе болып табылады



4 сурет – Диірмен жетегінің орналасу сұлбасы (редукторсыз) (а), редуктормен (б, в, г)

4 - 10 МВт жетек қуаты бар диірмендер үшін екі қозғалтқышты пайдалану жүктемені тегістейтін күрделі электрлік немесе механикалық құрылғыларды әзірлеу қажеттілігімен сүйемелденеді. Мысалы, Canadian General Electric фирмасы екі синхронды қозғалтқышы бар айналу жиілігі 180 айн/мин, қуаттылығы 3235 кВт пневматикалық муфталарды қолданады (Британдық Колумбия (Канада)) [6,7]. Жиілігі төмен электр қозғалтқыштары бар диірмендердің дәстүрлі жетектері бар диірмендердің алдында бірқатар артықшылықтары бар, соның ішінде меншікті алаңды азайту сияқты (9х3 диірменге – 50%-,ға), ПӘК 6-8 %-ға арттыру, тісті элементтердің болмауы.

Әдебиеттер:

1. Актуальные технологические проблемы современности. – Эксперт,2012. – №36. – 83-84с.

2. Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А., Асан А.Е., Поветкин В.В. Анализ современных состоянии эксплуатации шаровых мельниц // Труды Международных Сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации Казахстан 2050». –Алматы, 2014. – С. 335-339.

3. Борщев В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: учебное пособие. – Тамбов: Тамбовский Государственный Технический Университет, 2004. – 75 с.

4. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980. – 415с.

5. Серго Е.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. –282с.
6. International Conference om Autogenous and Semiatigenios Grinding Vancouver, Canada // Miner. Eng. – 1990. –№3-4.– P.385-392.
7. Hamdani R., Zarif Z.K. 20 years operating exsperence with gearless drives // IEEE Cement Ind. Techn. Conf. VXIITarpon Springs, Fla.– New York, 1990. –P.57-80.

Г.А. Камаш, А.Т. Альпеисов

Анализ на современное состояние шаровых мельниц

Аннотация: В статье описаны классификация шаровых мельниц, современные типы и их технические характеристики, а также сфера применения шаровых мельниц. Существуют также конструктивные типы барабанных мельниц.

Ключевые слова: шаровая мельница, барабан, дробление и измельчение, вращение барабана.

G.A.Kamash, A.T.Al'peisov

Analysis of the current state of ball mills

Abstract: The article describes the classification of ball mills, modern types and their technical characteristics, as well as the scope of application of ball mills. There are also design types of drum mills.

Key words: ball mill, drum, crushing and grinding, drum rotation.

УДК 004.942

Муратова Р.А.,
к.э.н.,доцент кафедры «Менеджмент и маркетинг»
Казахского университета международных отношений
и мировых языков имени Абылай хана
Алматы, Казахстан
Rose1950@mail.ru

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСЛУГИ РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ E-GOVERNMENT

Аннотация. *В работе рассмативаются вопросы перехода к четвертой промышленной революции. Эти процессы неразрывно связаы с социальными изменениями в обществе и их влияние затрагивает и региональные процессы. В статье приведены принципы дифференциации регионов Республики Казахстан согласно методидики оценки индустриально-иновационого развития. Современные экономические взаимоотношения требуют новых подходов системе государственного управления. В настоящее время в системе государственного управления происходит переход к работе в он-лайн режиме и работе в режиме электронного правительства. В работе приведены материалы по оценке эффективности функционирования электронного правительства по индексу ECDI. Проанализированы состояние развития системы электронного правительства Казахстана. Отмечено, что РК находится в составе стран, успешно реализующих систему e-government. Подчёркивается роль и значения совершенствования системы e-government.*

Ключевые слова: *электронное правительство, промышленная революция, иднекс-. EGDI*

Современный мир стремительно меняется и ускорение научнно-технического прогресса и скорость реализации научных достижений накладывает свой отпечаток на человеческие отношения. Переход к четвертой индустриальной промышленной революции требует формирования кадрового потенциала, отвечающего условиям индустриально-инновационного развития экономики государства. Мир стоит на пороге глобальных изменений в технологии всех производственных процессов. Четвертая индустриальная революция по определению Клауса Шваба представляет собой синтез физического и

виртуального миров. «Мы стоим у истоков революции, которая фундаментально изменит то, как мы живем, работаем и общаемся друг с другом» [1].

Различие в развитии экономики отдельных стран и регионов привело к диспропорциям в уровне социально-экономического развития и доступе к технологическим новациям. Так, первая линия подземного метрополитена в мире была запущена в Лондоне еще в 1863 году, а в Мосвке лишь в довоенные годы, тоже и в отношении первых электровозов, заменивших паровозы, отставание достигало 60-70 лет.

По У.Ростоу общество проходит шесть стадий модернизации от традиционного общества к обществу расширенного массового потребления. И вот последняя стадия предполагает отход от духовного развития и переход к массовому и как следствие, ненасытному потреблению. Возникают социальные проблемы, и дальнейшая сегрегация общества становится все более ощутимой. Так занятость в определенных группах населения будет порождать определенную интеллектуальную элиту высококвалифицированных специалистов с высоким уровнем доходов и уменьшит потребность в неквалифицированных кадрах с низкими доходами. Но в современном обществе прагматизм побеждает определенные философские устои, порождает отход от гуманитарного образования. Движущие факторы 4-ой индустриальной промышленной революции - это мегатренды развития, определеяющие дальнейшее развитие мировой экономики на основе научно-технического прогресса. Так, именно прогноз дальнейшего развития экономики и переход к революционно новым технологиям, отказ от традиционных технологий должен обозначить перед современными специалистами перспективы дальнейшего поворота и развития экономики. К сожалению, индустриальный уровень развития промышленности нашей страны современные специалисты, представители бизнеса, отмечают преимущественно низкий уровень индустриализации производства в промышленности, и в особенности, обрабатывающих отраслях. Особенно велика дифференциация в промышленном и социально-экономическом развитии регионов. Согласно Методики оценки индустриально-инновационного развития регионов АО «Казахстанский институт развития индустрии», отмечается высокая динамика индустриального развития в Актюбинской, Западно-Казахстанской, Северо-Казахстанской, Акмолинской, Атырауской и Костанайской областях; средняя динамика – в г. Астана, Павлодарской, Южно-Казахстанской областях, г. Алматы и Карагандинской области; низкая динамика – в Кызылординской, Жамбылской, Алматинской, Мангистауской и Восточно-Казахстанской областях [3].

Подобная дифференциация в индустриальном развитии регионов не способствует динамичному развитию экономики всего государства. Однако, в то же время динамика темпов макроэкономического развития свидетельствует об общем замедлении темпов мировой экономики. И одна из причин – достижение точки невозврата в использовании ресурсов и начале необратимых экологических Необходимость перехода к электронному управлению является велением времени для любой экономической системы. Существующая система государственного управления громоздка и запаздывание реагирования информации электронного управления система e-government. В мировой практике для оценки уровня электронного управления в государственных структурах используется индекс развития электронного правительства EGDI. Индекс EGDI представлен странами, членами ООН, развивающих услуги электронного правительства. Параллельно с оценкой моделей развития веб-сайтов в стране, данный индекс включает следующие характеристики: уровень инфраструктуры и уровень образования. Эти характеристики отражают уровень использования информационных технологий в целях расширения доступа и вовлечения человека. EGDI представляет собой комплексный механизм трех элементов электронного правительства, а именно: предоставление онлайн-услуг (OSI), телекоммуникационная связь (TII) и человеческого потенциала (HCI).Индекс развития электронного управления -EGDI есть составляющая трех компонентов (⅓ * online service index) + (⅓ * telecommunication index);+ (⅓ * human capital index).EGDI имеет относительное выражение в долях от единицы до нуля Максимальное значение индеса равно 1, а минимальное 0. Этот индекс

отражает в виде рейтинговой оценки уровень развития электронного правительства стран по отношению к друг другу. Ниже в таблице 1 приведен рейтинг топ-10 стран с наиболее высоким уровнем EGDI.

Таблица 1 – Рейтинг топ 10-ти стран по уровню развития индекса EGDI

Страна	*Индекс*
Дания	0.9150
Австралия	0.9053
Республика Корея	0.9010
Великобритания	0.8999
Швеция	0.8882
Финляндия	0.8815
Сингапур	0.8812
Новая Зенландия	0.8806
Франция	0.8790
Япония	0.8783

Источник; https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/City [1]

В соответствии с данным ООН по обследованию стран по уровню развития индекса электронного правительства составлен список топ-10 стран. Лидирующее место занимает Дания, замыкает групп Япония

Содействие участию граждан является краеугольным камнем социально инклюзивного управления. Целью инициатив электронного участия должно быть улучшение доступа граждан к информации и государственным услугам; и содействовать участию в принятии общественных решений, которые влияют на благосостояние общества в целом и отдельных людей в частности.

Индекс электронного участия (EPI) вводится в дополнение к обзору стран по уровню развития электронного правительства. Целью введения индекса является акцентирование внимания на использовании онлайн-услуг для облегчения предоставления правительствами информации гражданам («обмен электронной информацией»), взаимодействия с заинтересованными сторонами («электронные консультации») и участия в принятии решений. процессы («принятие электронного решения»).Структура электронного участия заключается в следующем:электронная информация: обеспечение участия путем предоставления гражданам публичной информации и доступа к информации без или по запросу; электронная консультация: привлечение граждан к участию и обсуждению государственной политики и услуг; принятие электронных решений: расширение прав и возможностей граждан посредством совместной разработки вариантов политики и совместного производства компонентов услуг и методов предоставления. Ниже представлен топ рейтинг «» стран с наиболее высокими показателями уровня участия граждан в электронном управлении (таблица 2) Значения индекса в этих странах от 10 до 0,9775.

Таблица 2– рейтинг топ 11 стран по уровню участия граждан в развитии электронного правительства

Страна	*Индекс*
Республика Корея	1.0000

Дания	1.0000
Финляндия	1.0000
Нидерланды	0.9888
Япония	0.9831
Новая Зенландия	0.9831
Австралия	0.9831
Испания	0.9831
Великобритания	0.9831
США	0.9831
Норвегия	0.9775

Источник: https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/City [1]

В данном рейтинге лидирующие полизции занимают Репсублика Корея, Дания и Финляндия. Незначительно уступают в рейтинге Норвегия с отстсванием всего в 0,0225 единиц.Введение инструментов bigdata предполагает работу с несистематизированной базой данных.*Введение* электронного правительства должно соответстветствовать целям устойчивого развития Наиболее распространенные препятствия для формирования устойчивого электронного правительства - это недостаточная подготовка и доступность, а также цифровая неграмотность (e-illiteracy).

Угроза функционированию электронного правительства – защита информации от хакерских атак- обеспчение кибербезопасности Глобальное сообщество все в большей степени рассматривает ИКТ как основное средство для социально-экономического развития,но предупреждает, что злоупотребление этими технологиями поднимает вопросы государственной безопасности, защиты отдельных лиц и предприятий в связи с бурным развитием глобальной связи. Электронное правительство должно быть эффективным инструментом для лучшего прогнозирования стихийных бедствий и реагирования на них [2].

Преобразование городов для повышения устойчивости и гибкости обследовано ңқ муниципалитетов Москва занимает первое место Среди 10 лучших из 40 городов, отобранных для эксперимента, Москва занимает первое место. За ней следуют Кейптаун и Таллин (вторые), а также Лондон и Париж (четвертые).

Согласно индексу местного онлайн-обслуживания (ИМОО), который использовался для составления рейтинга, было обследовано 40 городов – мегаполисов разлинчых регионов мира. ИМОО охватывает технические и содержательные аспекты веб-сайтов города/муниципалитета, а также качество предоставления электронных услуг и инициативы по повышению электронного участия через порталы.В этом рейтинге Москва заняла первое место, а Алматы – двадцать пятое место.В анализируемом исследовании сделан вывод о том, что, хотя электронное правительство начало с онлайн услуг, его будущее ориентировано на способность электронного правительства использовать социальные инновации и устойчивость и преобразовывать государственное управление для более скорого достижения целей устойчивого развития. Четвертая промышленная революция и совмещение таких инновационных технологий, как bigdata, интернет вещей, облачные вычисления, геопространственные данные и широкополосный доступ, искусственный интеллект и машинное обучение, способствуют резкому переходу к обществу, которое в большей степени задействует данные и машины.

Исследование 2018 года подчёркивает постоянную положительную глобальную тенденцию к повышению уровня развития электронного правительства. В этом издании 40 стран получили оценку «очень высокий», с показателями EGDI (ИРЭП) от 0,75 до 1.- 21% Высокий EGDI индекс 71 страна – 37% Средний EGDI-65 стран - 34%, Низкий EGDI, 16 стран – 8%. Казахстан вошел в число стран с очень высоким индесом. В Рейтинге 2018 года

он занимает 39 место, опредив Литву. В рейтинге 40 стран лидирует Дания. Казахстан входит в 10 топ лучших стран Азии по развитию электронного правительства. Возглавляет топ Южная Корея. Алматы входит в Города-участники пилотного исследования по оценке индекса местного онлайн-обслуживания (LOSI) включает в себя четыре группы критериев, которые охватывают весь спектр идентифицируемых показателей оценки, Первым критерием является технологический критерий, используемый для оценки ряда основных свойств веб-сайта. За ним следует критерий предоставления контента, посредством которого проверяется наличие критичной информации.Третьим критерием является оказание услуг, в рамках которого оценивается оказание базовых электронных услуг. Четвертым критерием является участие и вовлечение, за счёт которого оценивается наличие релевантных механизмов и инициатив в области вовлечения и участия. Алматы занял 25 место из 40 стран. Первое место в рейтинге занимает Москва.

В докладе представлено распределение уровней индекса развития электронного правительства по LDC (наименее развитые страны), LLDC (Наименее развитые страны без выхода к морю) и SIDS (Малые островные развивающиеся страны) в дополнение к вышеизложенным результатам анализа уровней индекса EGDI. Среди наименее развитых преобладает доля стран с низким и средним уровнями EGDI в отличие от LLDC и SIDS [3].

Развитие системы электронного управления в системе государственного и местного управления должно стать основным направлением в повышении его эффективности. Эффективность государственного управления должно оцениваться с точки зрения его социальной результативности и снятия социальной напряжённости в обществе. Развитие системы электронного управления должно способствовать усилению социальной стабилизации общественных отношений, искоренению негативных проявлений в государственном управлении, коррупционных отношений.

Литературы:

1. Клаус Шваб. Четвертая промышленная революция, Издательство: Экономика А., 2016 – 278 с.

2.Unated Nations. E-government. Survey, 2018// https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/City

3. Методики оценки индустриально-инновационного развития регионов АО «Казахстанский институт развития индустрии».А. - 2015

4. Исследование ООН: Электронное правительство. 2018.Применение электронного правительства для формирования устойчивого и гибкого общества// ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ Нью-Йорк, 2018 publicadministration.un.org

Р.Ә. Мұратова

Электрондық қызметтік жүйесін е-үкімет дамыту

Аңдатпа. Мақалада төртінші индустриалды революцияға көшу мәселелеріне тоқталды. Бұл үдерістер қоғамдағы әлеуметтік өзгерістермен тығыз байланысты және олардың әсері аймақтық үдерістерге де әсер етеді. Мақалада индустриялық-инновациялық дамуды бағалау әдістемесіне сәйкес Қазақстан Республикасының өңірлерін саралау принциптері келтірілген. Қазіргі экономикалық қатынастар үкімет жүйесіндегі жаңа тәсілдерді талап етеді. Қазіргі уақытта мемлекеттік басқару жүйесінде электрондық үкіметпен онлайн және электрондық үкімет операцияларына көшу жүріп жатыр. Құжатта ECDI индексі бойынша электрондық үкімет жұмысының тиімділігін бағалау бойынша материалдар ұсынылған. Қазақстанның электрондық үкіметінің даму жағдайын талдады. Қазақстан электрондық үкімет жүйесін табысты іске асырушы елдердің бірі болып табылатынын атап өтті. Электрондық үкімет жүйесін жетілдірудің рөлі мен маңыздылығын атап өтті.

Түйінді сөздер: электронды үкімет, индустриалды революция, IDEX-. EGDI

R.A. Muratova

Electronic services system development e-government

Annotion.The paper addresses the issues of transition to the fourth industrial revolution. These processes are inextricably linked with social changes in society and their influence also affects regional processes. The article presents the principles of differentiation of the regions of the Republic of Kazakhstan according to the methodology for assessing industrial and innovative development. Modern economic relations require new approaches to the system of

government. Currently, the transition to online and e-government operations is underway in the public administration system. The paper presents materials on the evaluation of the effectiveness of e-government functioning on the ECDI index. Analyzed the state of development of the electronic government of Kazakhstan. It was noted that Kazakhstan is a member of countries successfully implementing the e-government system. Emphasizes the role and importance of improving the e-government system.
Keywords: e-government, industrial revolution, IDEX-. EGDI

УДК 65.01.005

Б.Т. Муртазина, А.О. Ермекбаева

Б.Т. Муртазина-ассистент кафедры «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», Казахский национальний исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева», Казахстан, г. Алматы

А.О. Ермекбаева, сениор-лектор кафедры «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», Казахский национальний исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева», Казахстан, г. Алматы

beren90@mail.ru

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. *В статье рассмотрены виды и методы контроля качества продукции, так называемые «инструменты качества». К ним относятся контрольные карты, причинно-следственные диаграммы Исикавы, диаграммы Парето, контрольные листки, а также появившиеся сравнительно недавно статистический метод контроля «шесть сигм» и метод генерирования идей (мозговой штурм) и другие. В статье даны определения контрольным картам, причинно-следственной диаграмме Исикавы, диаграмме Парето. Эти статистические методы применятся на стадии оценки качества продукции, с их помощью можно определить уровень качества, причины брака, технологичность процесса изготовления продукции и есть возможность спрогнозировать потенциальные угрозы, и своевременно применить устраняющие методы наладки процесса. Данные «инструменты качества» являются универсальными, их можно применить не только в оценке качества продукции, но и в других производственных процессах, в целях статистической оценки и прогноза.*

Ключевые слова: *Инструменты качества, оценка качества продукции, статистические методы, контрольные карты, причинно-следственные диаграмма Исикавы, диаграмма Парето.*

Качество изделий закладывается при их проектировании, обеспечивается при производстве. Обеспечение качества в процессе производства достигается применением передовых технологий, соблюдением технологической дисциплины, обеспечением ритмичности и необходимым уровнем культуры производства, организацией тщательного контроля соответсвия стандартам и нормативным документам на сырье, материалы, полуфабрикаты, комплектующие и готовые изделия, а также организацией контроля процесса на его стадиях. Контроль является неотъемлемой частью обеспечения качества продукции.

Под контролем качества понимается проверка соответствия количественных или качественных характеристик свойств продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным требованиям. Для решения проблем, связанных с качеством продукции, широко применяются традиционные методы (так называемые «инструменты качества»), а именно: контрольные карты, причинно-следственные диаграммы Исикавы, диаграммы Парето, контрольные листки, а также появившиеся сравнительно недавно

статистический метод контроля «шесть сигм» и метод генерирования идей (мозговой штурм) и другие.

Контрольные карты. Контрольные карты используются для статистического контроля и регулирования технологического процесса. На контрольную карту наносят значения некоторой статистической характеристики (точки), рассчитываемые по данным выборок в порядке их получения, верхнюю и нижнюю контрольные границы Кв (или UCL) и Кн (или LCL), верхнюю и нижнюю границы технических допусков Тв и Тн (при их наличии), а также среднюю линию (CL). Иногда используют также предупредительные границы Кп. Для расчёта границ и построения контрольной карты используют обычно 20...30 точек. Пример контрольной карты представлен на рисунке 1.

По положению точек относительно границ судят о налаженности или разлаженности технологического процесса. Обычно процесс считают разлаженным в следующих случаях:

1. Некоторые точки выходят за контрольные пределы.
2. Серия из семи точек оказывается по одну сторону от средней линии. Кроме того, если по одну сторону от средней линии находятся:

а) десять из серии в одиннадцать точек;

б) двенадцать из четырнадцати точек;

в) шестнадцать из двадцати точек

3. Имеется тренд (дрейф), т.е. точки образуют непрерывно повышающуюся или непрерывно понижающуюся кривую.
4. Две – три точки оказываются за предупредительными двухсигмовыми границами
5. Приближение к центральной линии. Если большинство точек находится внутри полуторасигмовых линий, это значит, что в подгруппах смешиваются данные из различных распределений
6. Имеет место периодичность, т.е. то подъём, то спад с примерно одинаковыми интервалами времени
7. Контрольные границы шире поля допуска. В идеальном случае достаточно, чтобы контрольные границы составляли ¾ величины поля допуска.

Рисунок 1 - Пример контрольной карты

Если процесс налажен (достигнута необходимая точность и стабильность), на контрольную карту продолжают наносить точки, но через 20...30 точек пересчитывают контрольные границы. Они должны совпадать с исходными границами. Если контрольная карта показывает, что процесс разлажен, находят причины разладки и производят наладку.

Бывают контрольные карты по количественным признакам (для непрерывных значений) и по качественным признакам (для дискретных значений). По количественным признакам используют в основном следующие контрольные карты:

- карта средних арифметических значений (X – карта);
- карта медиан (-карта);
- карта средних квадратичных отклонений (s-карта);
- карта размахов (R-карта);
- карта индивидуальных значений (x-карта).

По качественным признакам (или по альтернативному признаку) различают следующие контрольные карты:

- карта доли дефектной продукции (p-карта);
- карта числа дефектных единиц продукции (pn-карта);
- карта числа дефектов (c-карта);
- карта числа дефектов на единицу продукции (u-карта).

Причинно-следственная диаграмма Исикавы. Данный метод может использоваться для выявления причин появления каких-либо проблем, с целью осуществления анализа бизнес-процессов на предприятии, при необходимости проведения оценки соотношения связей «причины-следствие» (рисунок 2). Как правило, диаграмма Исикавы рождается при командном обсуждении какой-либо проблемы, проведенного методом «мозгового штурма».

Диаграмма Исикавы состоит из центральной вертикальной стрелки, которая собственно и представляет следствие, и подходящих к ней крупных «ребер», которые называют причинами первого порядка. К этим «ребрам» подходят стрелки поменьше, называемые причинами второго порядка, к ним - еще более мелкие - причины третьего порядка. Такое «ветвление» может осуществляться очень долго, вплоть до причин n-го порядка.

Рисунок 2 – Причинно-следственная диаграмма Исикавы (Рыбий скелет)

Построение диаграммы Исикавы включает в себя несколько этапов. Первый - правильная формулировка проблемы: Она записывается в центре по вертикали листа и с выравниванием по правому краю по горизонтали. Как правило, надпись заключают в прямоугольник. К проблеме-следствию подводят причины первого порядка, которые также преимущественно помещают в прямоугольники. К причинам первого порядка подводят стрелками причины второго порядка, к которым, в свою очередь, подводят причины третьего порядка и так до того порядка, который был определен в ходе мозгового штурма.

Основные достоинства применяемого метода: раскрытие творческого потенциала; нахождение взаимозависимостей между причинами и следствием, определение значимости причин.

Основные недостатки при применении данного инструмента: отсутствует возможность проверки диаграммы в обратном порядке; диаграмму можно значительно усложнить, что затруднит ее восприятие и возможность логического построения выводов.

Диаграмма Исикавы может быть использована, прежде всего, при управлении качеством продукции. Помимо этого, она может применяться при проектировании новых товаров, модернизации производственных процессов и в других случаях. Она может строиться и одним человеком, и группой лиц по предварительному обсуждению.

Диаграмма Парето. Диаграмма Парето строится в виде столбчатого графика и показывает в убывающем порядке относительное влияние каждой причины на общую проблему. Кроме того, на диаграмме обычно приводят кумулятивную кривую накопленного процента причин. Диаграмма Парето позволяет анализировать проблемы из любой сферы

деятельности предприятия, в том числе в сфере управления качеством. Причины изменений качества делятся на две группы: немногочисленные существенно важные и многочисленные несущественные. Устраняя причины первой группы, можно устранить почти все потери, вызванные снижением качества. Диаграмму Парето целесообразно применять вместе с причинно-следственной диаграммой.

При использовании диаграммы Парето обычно сначала строят диаграмму по результатам деятельности для выявления главной из существующих проблем. Затем строят диаграмму по причинам для выявления главных причин этой проблемы и её решения и т.д. (рисунок 3). После проведения корректирующих мероприятий диаграмму Парето можно вновь построить и проверить эффективность проведённых улучшений.

При использовании диаграммы Парето для контроля важнейших факторов распространён АВС-анализ. Например, если на складе находится большое число деталей, проводить контроль всех деталей без всякого различия неэффективно. Но если разделить детали на группы по их стоимости, то на долю группы наиболее дорогих деталей (группа А), составляющих 20-30% от общего числа деталей, придётся 70-80% от общей стоимости всех деталей. На долю группы самых дешёвых деталей (группа С), составляющей 40-50% от всего количества деталей, придётся всего 5-10% от общей стоимости. Стоимость промежуточной группы (группа В) составляет 20-30% от общей стоимости. Контроль деталей на складе будет эффективным, если контроль деталей группы А будет самым жёстким, а контроль деталей группы С – упрощённым.

Рекомендуется составлять несколько вспомогательных диаграмм, входящих в состав группы А, с тем чтобы, последовательно анализируя их, в конечном итоге составить отдельную диаграмму Парето для конкретных явлений недоброкачественности.

№ детали	Число дефектных деталей	Накопленная сумма деталей	Процент деталей	Накопленны процент
1	255	255	50,3953	50,3952569
2	101	356	19,9605	70,3557312
3	59	415	11,6601	82,0158102
4	39	454	7,70751	89,7233201
5	26	480	5,13834	94,8616600
6	15	495	2,96443	97,8260869
Прочие	11	506	2,17391	100
Итого	506		100	

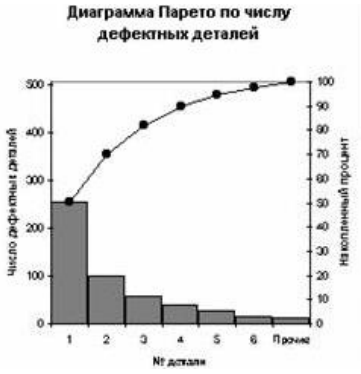


Рисунок 3 – Пример построения диаграммы Парето

При использовании этих методов исполнители получают информацию относительно того, почему и как повышается или понижается уровень качества, являются ли они сами причиной тому или это происходит по независящим от них обстоятельствам. Для проведения работ по оценке качества необходимо аналитическое мышление, которое можно развить только специальным обучением и практикой.

Литература:

1. Под рук. Мырзабая М.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации и менеджмента качества. Учебное пособие. – Алматы: Казахстанская ассоциация маркетинга, 2003.

2. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Статистические методы оценки качества продукции и процессов». – Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2013

Б.Т. Муртазина, А.О. Ермекбаева

Дайын өнім сапасын бақылауда қолданылатын статистикалық әдістер

Аңдатпа. Мақалада өнім сапасын бағалауға арналған «сапа аспаптары» қарастырылған. Мақалада бақылау карталары, себеп-салдар диаграммасы мен Парето диаграммасына жайында ақпарат берілген. Бұл статистикалық әдістер өнім сапасын бағалау сатысында қолданылады, олардың көмегімен сапа деңгейін, ақаулық себептерін, өнімді дайындау процессінің технологиялылығын анықтап, мүмкін қатерлердің алдын алуға болады. Бұл статистикалық әдістерді тек қана өнім сапасын бағалауда ғана емес, сондай-ақ басқа да өндіріс процесстерінде статистикалық өңдеу және болжау құралы ретінде пайдалануға болады.

Түйін сөздер. Сапа аспаптары, өнім сапасын бағалау, статистикалық әдістер, бақылау карталары, Исикава себеп-салдар диаграммасы, Парето диаграммасы

B.T.Murtazina, A.O.Ermekbaeva

Statistical methods used in assessing the quality of finished products

Summary: The article discusses the types and methods of product quality control, the so-called "quality tools". The article provides definitions of control charts, a cause-and-effect Ishikawa diagram, and Pareto diagram. These statistical methods will be applied at the stage of product quality assessment, they can be used to determine the quality level, the causes of defectiveness, the manufacturability of the product manufacturing process and it is possible to predict potential threats, and apply corrective process adjustment methods in a timely manner. These "quality tools" are universal, they can be used not only in the assessment of product quality, but also in other production processes, for statistical evaluation and forecasting.

Keywords: Quality tools, product quality assessment, statistical methods, control charts, cause-and-effect Ishikawa diagram, Pareto diagram.

ӘОЖ: 621.7.06

М.Г.Мэлс

Ғылыми жеекші – Нугман Е.З. PhD, ассоц. профессор,
Қ.И.Сатбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Өнеркәсіптік Инженерия Институты, Қазақстан, Алматы
mady.mels@mail.ru

ШЫБЫҚТАРДЫ РАДИАЛДЫ-ЫҒЫСУДА ИЛЕМДЕУ

Аңдатпа. *Кең ауқымды материалдардың тиімді деформациялануы үшін қазіргі заманғы бұрандалы илемдеу орнақтары геометриялық дәлдікпен өлшемдерін және бетінің жоғары сапасымен илем алуға мүмкіндік беретіндей жоғары сенімділігіне және жүктемелік қабілеттіліне ие болуы тиіс. Жоғары жүктемелік қабілеттілімен бұрандалы және радиалды ығысу илемдеуінің үш білікті орнақтарының білікше тораптарының мойынтіректі тіректерін жобалау мәселесі қарастырылған. Мойынтіректі тіректерін жобалау әдістемесі беріліс және жаю бұрыштарына біліктердің бұрылуын ескере отырып үлкен жүк көтергіштілігімен мойынтірек орналастыруына бос орынын көбейтуге мүмкіндік береді. Илемдеу өсіне барынша жақындатылған мойынтіректі тірекке орналастыру үшін бос орынын анықтаудың маңызды ерекшеліктері белгіленген.*

Түйін сөздер: *МБ,РЫИ, шыбық, илемдеу, деформация.*

Бұрандалы илемдеу дөңгелек қимасымен дайындама алудың ең тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Жеке жағдайда бұрандалы илемдеу радиалды-ығысу илемдеу (беріліс бұрышы 15-18°) болып табылады. Радиалды-ығысу илемдеу бұйымның терең қабаттар қасиеттеріне әсер етуге мүмкіндік береді. Дайындама қарқынды пластикалық деформацияға ұшырайды. Зерттеу үшін шағын-орнақ қолданылған, оның конструкциясын МБ мамандарымен әзірленген [1].

Радиалды — ығысу илемдеу – металдарды қысыммен өңдеудің жоғары тиімді әдісі болып табылады.

Біздің кешеннің қолдану мақсатты – дөңгелек сортты илем өндірісі, никель негізіндегі титан, мыс, алюминий, магний, ыстыққа төзімді қорытпалар, сондай-ақ жоғары қоспаланған болаттар негізінде іші қуыс дайындамаларды және құбырлар өндірісі.

РЫИ орнақтары және технологиялары отандық және әлемдік тәжірибесінде теңдесі жоқ. Бүгін бұл өнеркәсіптік қолдануын алған бұрандалы илемдеу сортты металдардың және дайындамалардың тұрақты процесі болып табылады..

Радиалды-ығысу илемдеу процесімен металдарды қысыммен өңдеудің ең қарқынды және өнімнің тиімді даму кезеңдері байланысты. Ғылым мен техниканы дамытуға нақты үлесін, қол жеткізілген нәтижелерінің практикалық маңыздылығын РЫИ әлемдік деңгейдегі фундаменталды жетістіктеріне жатқызуға мүмкіндік береді.

Радиалды — ығысу илемдеу тұрақты қималы тұтас дайындаманы деформациялау үшін арнайы мөлшерлеу біліктерінде үлкен беріліс бұрыштар саласында (16...18 градус және одан да көп) тұрақты бұрандалы илемдеудің жеке жағдайы ретінде анықталады.

РЫИ мақсаты – дөңгелек сортты илем, шыбықтар мен дайындамалар өндіріс. Үлкен беріліс бұрыштарында илемдеу ($\beta \geq 18 \div 20$ градус) барлық қимасы бойынша металдың тығыздану әсерін көрсетеді. Қуыстың ашылуы жаншуы 25 % болғанда жағдайда да болмайды. 6-11 - дан бастап 21-24 градусқа дейін беріліс бұрышының ұлғайюы илемдеу "реверстеу" қабілетін нығыздау қабілетіне және 300% - ға астам дайындаманың технологиялық илемділігін ұлғайтуға мүмкіндік береді.

РЫИ процесі іс жүзінде кез - келген деформацияланатын металдар мен қорытпаларды анықтауын қамтамасыз етеді, соның ішінде жоғары көміртекті, мойынтіректі, жылдам кескіш, легірленген, Ті – қорытпалары, әр түрлі құрамындағы ұнтақ материалдар, никель, силумин, негізінде ыстыққа төзімді суперқорытпалар, Zr – қорытпалар, құрамында 3 % С және т. б. ақ шойындар. Бір орнақ жұмыс біліктерінің екі-үш жиынтығымен кеңейжаюдың аралық өлшемдерінің шектелмеген саны кезінде 70-тен астам тазалық диаметрлі дөңгелек сортты илемнің жедел өндірісіне кепілдік беріледі. Деформация бойынша бір қапас бойлық илемдеудің бес-жеті қапасын ауыстырады, олардың жалпы салмағы РЫИ-дің қапас массасын кемінде 15 есе астам болады.

Берілген траекториясы бойынша дайындаманың сыртқы қабаттарының бәсеңдеуімен және ішкі қабаттарының үдеуімен деформация ошағы бойынша металдың геликоидалды ағуы көлемді макроығысу әсерін құрайды. Металл терең тығыздалады және барлық металлофизикалық құрылым деңгейлері бойынша анықталады. Металдың құрылымдық элементтері жоғары дисперсті изотропты оқшауланған бөлшектер нысанына иеленеді; бұл жағдайда металдың қызметтік және физика-механикалық қасиеттерінің тұрақтандырылуы және кешенді арттырылуы жүзеге асады. Неғұрлым жоғары деңгейі пластикалық және тұтқыр, сондай-ақ қызметтікті байланысты корреляциялық қасиеттеріне қол жеткізіледі.

Ошағында шектеулі көлемде шоғырланған жоғары ығысу деформациялары металдың басқарылатын қыздыру арқылы жүзеге асады. Қыздырудың температуралық әсері – 100-150 ^{o}С дейін, илемдеу алдында қыздыру температурасын азайтуға мүмкіндік береді, бұл аралық қыздыруды жоя отырып деформацияның температуралық аралықты айтарлықтай азайтуға және оңтайландыру мүмкіндік береді.

Металдың деформациялануы перифериялық қабаттарының қозғалыс жылдамдығының баяулығымен жүргізіледі, бұл бастапқы беттік ақауларының дамуын қысқартады, диаметрі бойынша 0,5% -дан номиналды шекті ауытқуын және шыбықтар қисықтығы 0,75 мм/м тұрақты қамтамасыз етеді.

Металдарды қысыммен өңдеудің маңызды міндеттерінің бірі тиімді технологиялардың өнеркәсіптік іске асырылуын және ғылыми негіздерін әзірлеу болып табылады, дайындамаларды кейіннен пластикалық деформацияға дайындау кезеңінде, қажетті технологиялық және пайдалану қасиеттер деңгейін алуға мүмкіндік беретін, бұйымдардың сапасын арттыру және қалып әбзелінің төзімділігін ұлғайтуын қамтамасыз етеді. Қойылған міндеттердің шешілуі термомеханикалық өңдеудің (ТМӨ) реттелген құрылымын әдістерін даярлау арқылы қол жеткізуге болады. Шыбықтар өндірісінің дәстүрлі технологиясы

технологиялық деформациялану тұрғысынан қолайлы құрылымдық жай-күйін толық қалыптасуын қамтамасыз етпейді. Белгілі зерттеу нәтижелері көрсеткендей, конструкциялық материалдардың технологиялық және қызметтік қасиеттерін, құрылымның трансформациясына және ұсақталуына әкелетін қарқынды пластикалық деформация процесін қолдана отырып айтарлықтай жақсартуға болады,

Шыбықтарда реттелген микрокристалдық (МҚ) құрылымын алуға мүмкіндік беретін тиімді процестерінің бірі радиалды – ығысу илемдеу (РЫИ) болып табылады. Белгілі процестерімен салыстырғанда бірдейарналы бұрыштық баспалау, Бриджмен төсінде деформациялау сияқтылардан, РЫИ бірқатар артықшылықтарына ие, атап айтқанда, деформациялаудың ең аз күшінің мәндері, соңғы дайындама ұзындығы бойынша ектеулердің болмауы түпкілікті дайындауды, сондай-ақ қираусыз едәуір кермелеу коэффициенттерімен илемдеуін жүргізу.

Әдебиеттер:

1. Колмогоров В.Л., Богатлов А.А., Мигачев Б.А. и др. Пластичность и разрушение - М.: Металлургия, 1977 -336 с.

2. Полухин П.И., Тюрин В.А. Обработка металлов давлением в машиностроении-Москва-София: Машиностроение, Техника 1983, -279 с.

3. Богатов А.А. Механические свойства и модели разрушения металлов: Учебное пособие для вузов- Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ УПИ, 2002,-329 с.

4. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. М: Металлургия, 1986 688с.

5. «Прокатное производство».Учебник для вузов.3-е изд.Полухин П.И.,Федосов Н.М.,Королев А.А., Матвеев Ю.М.М.,«Металлургия», 1982

6. «Технология производства бесшовных сварных труб».Учебное пособие. Потапов И.Н.,Наумов С.А.,Кишкин И.В.М, МИСиС, 1988

7. «Проектирование и технология производства прокатного оборудования»Учебное пособие. Кишкин И.В.М.,МИСиС, 1994

М.Г.Мэлс, Е.З.Нугман

Радиальная усадка шипов

Аннотация. Для успешного деформирования широкого спектра материалов современные станы винтовой прокатки должны обладать повышенными надежностью и нагрузочной способностью, позволяющими получать прокат с высоким качеством поверхности и точностью геометрических размеров. Рассмотрена проблема проектирования подшипниковых опор валковых узлов трехвалковых станов винтовой и радиальнос двиговой прокатки с повышенной нагрузочной способностью. Методика проектирования подшипниковых опор с учетом разворота валков на углы подачи и раскатки дает возможность увеличить свободное пространство для размещения подшипника большей грузоподъемности. Отмечены наиболее значимые особенности определения свободного пространства для размещения подшипника в опоре, максимально приближенной к оси прокатки.

Ключевые слова: МБ,РСС, пруток, прокатка, деформация.

M.G.Mels, E.Z.Nugman,

Radial shrinkage of spines

Annotation. In order to successfully deform a wide range of materials, modern helical rolling mills should have increased reliability and load capacity, making it possible to produce rolled products with high surface quality and dimensional accuracy. The problem of designing bearings for roller units of three-roll screw and radial rolling mills with increased load capacity is considered.The design method of bearing supports, taking into account the rotation of the rolls at the angles of feed and rolling, makes it possible to increase the free space for placing the bearing more load capacity. The most significant features of determining the free space for placing the bearing in the support as close as possible to the axis are noted rolling.

Keywords: MB,RSM, spindles, rolling, deformation.

УДК 622.276.7

Ж.Ж. Набиуллин, Г.А. Баймаханов

Ғылыми жетекші - Г.А. Баймаханов, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Физика-техникалық факультеті, "Жылуфизика және техникалық физика" кафедрасының аға оқытушысы, х.ғ.к.

Ж.Ж. Набиуллин, "Жылуфизика және техникалық физика" кафедрасы, «Стандарттау, сертификаттау и метрология (сала бойынша)» мамандығының 4 курс студенті

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

nzhaisan98@gmail.com

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ САПА СТАНДАРТТАРЫНЫҢ ДАМУЫ ТУРАЛЫ

Аңдатпа: *Бүгінгі таңда сапа саласындағы халықаралық стандарттардың екі түрі бар: өнім стандарттары (өнімнің спецификациясы, өндірістің спецификациясы, сапа көрсеткіштері, бақылау құралдары мен әдістері және т.б.) және жеткізушімен байланысты сапаны қамтамасыз ету стандарттары. Сапа стандарттары тұтынушы мен өндіруші арасындағы нақты байланыстарға қатысты негізгі рөлді атқарып, туындайтын сапа мәселелерін шешуде іргелі болып табылады. Бұл бағыттағы жақсы перспективаны сапаны жалпыға бірдей басқару концепциясы береді. ISO 9000 сериясының халықаралық стандарттары өнеркәсіпте және қызмет көрсету саласында сапаны басқарудың (сапаны қамтамасыз етудің) жалпы бағдарламаларын жасауға қойылатын негізгі талаптарды белгілейді. ISO 9000 сериясының стандарттары сапаны қамтамасыз етудің - жобалау, өндіру және қызмет көрсету кезінде сапаны қамтамасыз ету, өндіру және монтаждау кезінде сапаны қамтамасыз ету, қорытынды бақылау және сынау кезінде сапаны қамтамасыз ету үлгілерін анықтайды.*

Түйін сөздер: *Стандарттау, сертификаттау, сапаны басқару, сапа бойынша басшылық, аккредиттеу.*

ISO 9000 сериясына кіретін халықаралық сапа стандарттары. Өндірістерді дәйекті және үздіксіз интернационалдандыру, шетелдік нарықтардағы фирмалар санының өсуі, сатушылар мен сатып алушылардың өзара қарым-қатынасын, өнім сипаттамаларын, халықаралық тауарлар мен қызметтер алмасуға қатысушылардың қарым-қатынасының сапасы мен басқа да аспектілерін реттейтін сәйкес халықаралық нормативтік құжаттар мен стандарттарды әзірлеуге ықпал етті.

Қазіргі уақытта сапа саласындағы халықаралық стандарттардың екі түрі бар: өнім стандарттары (өнімнің спецификациясы, өндірістің спецификациясы, сапа көрсеткіштері, бақылау құралдары мен әдістері және т.б.) және жеткізушімен байланысты сапаны қамтамасыз ету стандарттары.

ISO 9000 сериясының халықаралық стандарттары өнеркәсіпте және қызмет көрсету саласында сапаны басқарудың (сапаны қамтамасыз етудің) жалпы бағдарламаларын жасауға қойылатын негізгі талаптарды белгілейді. ISO 9000 стандарттарында нақты шарттар мен сапаны қамтамасыз ету саласындағы жоспарланған іс-әрекеттер ескеріле отырып, кәсіпорында талап етілетін сапа жүйесін таңдауға ұсынымдар қарастырылған. ISO 9000 стандарттарының сериясын құруда ISO 8402 - үш тілді терминдер сөздігі және олардың сапаны қамтамасыз ету саласындағы анықтамалары негіз болды [1].

ISO 9000 стандарты сапаны басқарудың жалпы шарттарын және сапаны қамтамасыз ету стандарттарының жиынтығын анықтайды.

ISO 9000 стандарттары сапаны қамтамасыз етудің әртүрлі үлгілерін анықтайды, оның ішінде: жобалау, өндіру және қызмет көрсету кезінде сапаны қамтамасыз ету үлгісі; өндіру және монтаждау кезінде сапаны қамтамасыз ету үлгісі; қорытынды бақылау және сынау кезінде сапаны қамтамасыз ету үлгісі. Олар келісімшарттық жағдайлар мен кәсіпорынның сапа жүйесін сертификаттау мақсаттары үшін пайдаланылады [3].

ISO 9000 стандарты жалпы сапа басшылығына және сапа жүйесін анықтауға жатады, онда өндірістік процестің түріне байланысты қолдану үшін ұсынылатын барлық элементтердің сипаттамасы келтірілген. Аталмыш стандартта сапаның экономикалық аспектілері, шығындардың әртүрлі түрлері қарастырылып, кәсіпорын бөлімшелерінің спецификациялары мен стандарттарының талаптарына және тұтынушылардың күтулеріне жауап беретін, өнім сапасын тұрақты қамтамасыз етуге дайындығын бағалауға арналған сапаны ішкі тексерісін жүргізу бойынша ұсынымдар келтірілген. ISO 9004 стандарты сапаны ішкі қамтамасыз ету саласындағы міндеттерді шешуге арналған, бірақ ол келісімшарттық жағдайлары мен сертификаттау мақсаттары үшін пайдаланылмауы тиіс.

ISO 9000 сериясының стандарттары бизнес сапасын анықтау мен қамтамасыз етудің объективті қорытындысы болып табылу есебінен бүкіл әлемде мойындалды. Олар тұтынушыны қанағаттандыруға және бәсекеге қабілеттілікті қамтамасыз етуге бағытталған, сапаны қамтамасыз ету саласында кәсіби оқытылған және мүдделі, сондай-ақ жалпы кәсіпорынның нәтижелі және тиімді жұмысына мүдделі адамдардың жоғары дәрежеде ұйымдастырылған жұмыс тәжірибесімен қамтылғандағын көрсетеді. Сонымен қатар, бұл стандарттар жиырмасыншы ғасырда өзінің тәжірибелік тиімділігін көрсеткен заманауи өндірісті ұйымдастыру мен басқарудың жалпыға танылған қағидаттарына, әдістері мен технологияларына негізделеді [2].

Кәсіпорында сапаны жалпыға ортақ басқаруды жүзеге асыру кезінде отандық кәсіпорындардың ISO 9000 сериясының халықаралық стандарттарының барлық талаптарын игеру мәселесі өзекті болып табылады. Кәсіпорындардағы ISO 9000 стандарттарына негізделген сапа жүйесінің бұрын болған сапа жүйелерінен негізгі айырмашылығы, олардың тұтынушының нақты сұраныстарын қанағаттандыруға тікелей бағытталуымен сипатталады [4]. Халықаралық стандарттарды жасау мен енгізудің халықаралық тәжірибесіне сәйкес, бірінші кезекте, олар өнеркәсіптің маңызды салаларында жобалау мен өндіру кезеңдерінде, сапаны қамтамасыз ету мақсатында әзірленгенін және қолданылғанын көрсетеді.

ISO 9000 сериясында келтірілген стандарттар стандарттау жөніндегі ұлттық ұйымдардың ұсыныстарын талдау, оларды әртүрлі елдерде және қызмет салаларында қолдану тәжірибесі нәтижесінде одан әрі дамыды. Кейінірек ISO 9000 сериясының стандарттарын алғашқы қайта қарау ісі аяқталды. Нұсқаның құрамына бұрын шығарылған стандарттардың жаңа нұсқаларын қоса алғанда, 16 стандарт кірді. Олар сапаны басқару саласындағы прогресті және ISO 9000 сериясы стандарттарын қолданудың практикалық тәжірибесін көрсетеді. Бұл нұсқаның стандарттары үш жеке топтардан тұрады: базалық стандарттар, қолдау стандарттары және әдістемелік нұсқаулар [3].

Базалық стандарттар тобы жоғарыда қарастырылған ISO 9000 стандарттарын, олардың жаңа редакциясын ескере отырып, келісім-шарттық және келісім-шарттық емес жағдайларын реттейді.

Қолдау стандарттары көмек көрсетуге арналған: кәсіпорынның сапа жүйесі инспекциясымен (ISO 10011/1, ИСО 10011/2 және 10011/3) байланысты қызметті орындауда; жеткізушінің сапаны метрологиялық қамтамасыз ету жүйесінің негізгі сипаттамалары (10012/1) мен әр түрлі стандарттарды қолдану салаларындағы (ISO 9000/1) терминдеріді анықтауда. Қағида тұрғысында сапаның түйінді төрт аспектілерін анықтау жаңа ереже болып табылады: өнімге деген сұраныс пен өнімді жобалаумен, өнімнің жобаға сәйкестігіне және материалдық-техникалық қамтамасыз етілуімен анықталатын сапа.

ISO 9000 сериясы стандарттары АҚШ, Жапония, Англия, Германия, Франция, Дания және басқа да елдерді қоса алғанда, 100-ден астам әр түрлі елдерде түрлі модификацияларда ұлттық ретінде қабылданған. Барлық жағдайларда стандарттардың мазмұны, шығарылатын өнімнің тұрақты сапасына қол жеткізу үшін негізгі шарт ретінде кәсіпорынның (фирманың) Сапа жүйесіне қойылатын талаптарын қамтиды.

Сапа жүйесі ISO 9000 сериясының стандарттарымен, кәсіпорын өнімінің сапасын қамтамасыз ету және басқару құралы ретінде анықталған. Ол көптеген әдістерді және кәсіпорын жұмысындағы белгіленген тәртіпті, сондай-ақ тұтынушы талап ететін өнім

сапасын қамтамасыз ету үшін жауапкершілікті бөлу мен тәжірибелік жүзеге асырылуды қамтиды. Стандарттар жеткізушінің, сапа жүйесін сертификаттаудың қажетті шарты болып табылатын сапа жүйесіне және оның негізгі элементтеріне (кіші жүйелеріне) құжаттаманы ресімдеуге қойылатын талаптарды айқындайды.

Кәсіпорындардың (фирмалардың) сапа жүйелерін сертификаттау жөніндегі жұмыстарды үйлестіруді ISO 9000 сериясының стандарттарын әзірлеген және олардың дамуын жүзеге асыратын стандарттау жөніндегі Халықаралық ұйым (180) жүзеге асырады. Ол Женевадағы өзінің аккредиттелген орталығымен бірге БҰҰ мамандандырылған ұйымы мәртебесіне ие үкіметтік емес ұйым болып табылады. Аталмыш ұйыммен ынтымақтастық стандарттау жөніндегі ұлттық органдар арқылы жүзеге асырылады (мысалы, АҚШ-Америка ұлттық стандарттау институты, Англия - Британ стандарттар институты, Ресей - стандарттау жөніндегі мемлекеттік комитет). Қазақстан Республикасында мұндай орган Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігінің Техникалық реттеу және метрология Комитеті болып табылады. Өнім және сапа жүйелерін сертификаттаудың рәсімдері мен тәртібі отандық және халықаралық нормативтік құжаттармен белгіленген. Бүгінгі таңда Қазақстан стандарттау, метрология және аккредиттеу жөніндегі халықаралық және өңірлік ұйымдармен ынтымақтасады. Қазақстан 56 ISO (Participating Member) техникалық комитеттерінің толыққанды мүшесі және 39 ISO (Observing Member) техникалық комитеттерінің бақылаушы-мүшесі болып табылады.

Республикада соңғы жылдары кәсіпорындар мен ұйымдарда менеджмент жүйесін енгізу бойынша жұмыстар белсенді жүргізілуде. Табысты халықаралық компаниялардың тәжірибесі мен біліктілігіне негізделген заманауи менеджмент жүйелері қазақстандық кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігіне әсер ететін нарықты реттеу тетігінің мәселелерін кешенді шешуге мүмкіндік береді [3].

Осылайша, тұтынушылардың сапалы өнім (қызмет) алу барысында құқықтарын тұрақты сақтауға және қанағаттануын қамтамасыз етуге ISO 9000 сериялы Халықаралық стандарттарына сәйкес құрылған сапаны басқару жүйесі ықпал етті. OHSAS 18000 халықаралық стандарттарына сәйкес кәсіби қауіпсіздік менеджменті жүйесі өз персоналының денсаулығын қорғау барысына сенімді жағдайларды қамтамасыз етуге қызмет етеді. Қоршаған ортаны компанияның теріс әсерінен дәйекті және мақсатты түрде қорғауға арналған шарттар ISO 14000 стандарттарына сәйкес экологиялық менеджмент жүйесін құрады.

Стандарттарды қолдану өнім сапасын жақсартуға, біріздендіру және өзара алмастыру деңгейін арттыруға, өндірістер мен процестерді автоматтандыруды дамытуға, бұйымдар мен конструкцияларды пайдалану және жөндеу тиімділігінің өсуіне ықпал етеді.

Әдебиеттер:

1. Абонеев, В.В., Коник, Н.В. Селекционные и технологические приемы повышения конкурентоспособности тонкорунного овцеводства // Овцы, козы, шерстяное дело. 2015. № 3. 3 б.

2. Коник, Н.В. Особенности управления качеством в сельском хозяйстве / Н.В. Коник, О.А. Голубенко, Е.В. Максименко, В.А. Коновалов // Актуальные вопросы науки и техники: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. - Саратов: Инновационный центр развития образования и науки, 2015.- 165 б.

3. Коник, Н.В. Современные представления о безопасности и качестве / Н.В. Коник, О.А. Голубенко, О.А. Шутова // Актуальные вопросы науки и техники: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. - Саратов: Инновационный центр развития образования и науки, 2015.- 171 б.

4. Коник, Н.В. Разработка системы измерения управленческих процессов вуза в условиях функционирования системы менеджмента качества / Н.В. Коник, О.А. Голубенко, О.А. Шутова // Аграрный научный журнал. - 2015. - № 10. - 83 б.

Ж.Ж. Набиуллин, Г.А. Баймаханов

О развитии международных стандартов качества

Аннотация. В настоящее время существуют два вида международных стандартов в области качества: стандарты на продукцию (спецификация продукции, спецификация производств, показатели качества, средства и методы контроля и т.д.) и стандарты обеспечения качества, связанные с поставщиком. Стандарты качества играют фундаментальную роль в отношении конкретных связей между потребителем и производителем, они являются фундаментом для решения возникающих проблем качества. Хорошие перспективы в этом направлении дает концепция всеобщего управления качеством. Международные стандарты семейства ИСО 9000 устанавливают основные требования к созданию общих программ управления качеством (обеспечения качества) в промышленности и сфере обслуживания. Стандарты серии ИСО 9000 определяют различные модели обеспечения качеством как, обеспечения качества при проектировании, производстве и обслуживании, обеспечения качества при производстве и монтаже, обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях.

Ключевые слова: Стандартизация, сертификация, управление качеством, руководство по качеству, аккредитация.

Zh.Zh. Nabiullin, G.A. Baymakhanov

On the development of international quality standards

Annotation. Currently, there are two types of international quality standards: product standards (product specification, production specification, quality indicators, means and methods of control, etc.) and quality assurance standards related to the supplier. Quality standards play a fundamental role in relation to the specific relationship between the consumer and the manufacturer, they are the foundation for solving emerging quality problems. The concept of total quality management provides good prospects in this direction. International standards of the ISO 9000 family establish the basic requirements for the creation of General quality management (quality assurance) programs in the industry and the service sector. ISO 9000 family standards define different models of quality assurance such as, quality assurance in design, production and service, quality assurance in production and installation, quality assurance in final inspection and testing. International standards of the ISO 9000 family establish the basic requirements for the creation of General quality management (quality assurance) programs in the industry and the service sector. ISO 9000 standards define different models of quality assurance such as, quality assurance in design, production and service, quality assurance in production and installation, quality assurance in final inspection and testing.

Keywords: Standardization, certification, quality management, quality manual, accreditation.

УДК 621.671

В.В. Поветкин[1], А.М. Сейтханов[2]

Научный руководитель - В.В. Поветкин, профессор кафедры «Теплофизики и технической физики» Казахского национального университета имени Аль-Фараби, доктор технических наук, профессор

[1]Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

[2]Казахскй национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

Azamat__86@mail.ru

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА НАДЕЖНОСТИ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. *Грунтовые насосы являются широко распространенными механизмами в горнорудной промышленности Казахстана. Применение их в обогатительном производстве для перекачивания растворов и смесей показало их низкую стойкость, вследствие влияния гидроабразивного износа, как за счет механического взаимодействия твердых взвесей рудных материалов, так и кавитационного износа. Проблема надежности работы гидротранспортных систем на горнообогатительных предприятиях Казахстана, в настоящее время является одной из наиболее актуальных. Анализу технического состояния систем технологического оборудования, а также вопросу повышения их надежности посвящено большое количество работ, разработанных ведущими отечественными и зарубежными специалистами и научно-исследовательскими институтами.*

Ключевые слова. *надежность, долговечность, износ, гидроабразивный износ, гидротранспортные системы*

Рассматриваемая задача, несомненно, имеет несколько обособленных путей решения. Исходя из этого, к настоящему времени сформировалось несколько основных направлений исследований в области, занимающейся вопросами надежности и оценки технического состояния гидротранспортных систем хвостов обогащения рудного сырья и применяемого оборудования

К первому направлению можно отнести работы, посвященные вероятностно-статистической теории надежности, в которых дается формализованный подход к определению основных понятий теории надежности, различные подходы при определении характеристик надежности, методы проверки гипотез и теория резервирования. Примером данного направления может служить книга Дж. Сандлера [21] по теории проектирования сложных систем с заданными показателями надежности. В данной работе значительное место отведено моделям обслуживаемых систем, которыми, в свою очередь и являются технологические узлы горно-обогатительных комбинатов и фабрик.

Представляет интерес книга И. Базовского [2], дающая определение «эффекту перемешивания». Данный эффект проявляется в условиях работы оборудования обогатительных предприятий. Методы исследования и определения количественных показателей надежности технологических узлов гидротранспортных систем изложены в работе Н.Н. Болошина и В.И. Гашичева [5]. Приводятся определения и классификация отказов, выбор и расчет показателей надежности узлов и оборудования.

В работе [1] рассмотрены показатели грунтового насоса, а также предложена методика оптимизации показателей качества насосных агрегатов.

Исследованию надежности насосных установок, применяемых в системах водоотлива посвящены работы Ботаногова А.Я [12], Виноградова В.В. [7], Заика В.Т. [10], Звягина В.С. [12], Зарипова А.Х. [11].

Применительно к данной работе, представляет большой интерес направление исследований, посвященное вопросам изучения параметров надежности, определяемых гидроабразивным износом гидротранспортного оборудования. Во многом данный интерес вызван потому, что дальнейшее изложение предлагаемых направлений и методов экспресс-диагностики насосного оборудования тесно связано с установлением изменения его технического состояния, что в свою очередь напрямую зависит от степени и интенсивности износа элементов агрегата.

Надежность работы гидротранспортных установок, с учетом данного аспекта, рассмотрены в трудах В.Н. Покровской [20, 21]. Проанализировано изменение вероятности безотказной работы от степени гидроабразивного износа и времени эксплуатации данных установок. Автор выделяет три периода изменения надежности системы: шлифовка насоса, поверхности труб и других элементов, период стабилизации потока, имеющий наибольшую продолжительность и период предельного износа, когда число отказов резко увеличивается.

Обосновывая механизм гидроабразивного изнашивания, автор отмечает, что степень износа пульпопроводов во многом определяется направленностью траектории движения частиц и потока жидкости относительно рассматриваемой поверхности. Данный факт обуславливается действием на частицы двух сил: гидродинамической и центробежной. Показано, что гидроабразивный износ является следствием ударного воздействия потока или трения частиц, в зависимости от режима транспортирования. Также, большое влияние на процесс воздействия частиц оказывает концентрация и скорость движения потока гидросмеси.

По результатам эмпирических исследований, автором была получена информация о распределении локальных концентраций и продольных скоростей по сечению трубопровода, которые носили параболический и экспоненциальный характер.

Исследованию закономерностей гидроабразивного изнашивания рабочих колес грунтовых насосов в условиях Раздольского ГОКа и Окского карьероуправления нерудной промышленности посвящена работа Мизенина В.Я. [8]. Автором был сделан вывод о существенном влиянии вибрации агрегата в условиях кавитации на сроки службы деталей насоса.

Схожие вопросы затрагиваются в трудах Карлина Б.И. [17], где была выявлена эмпирическая зависимость относительной убыли веса рабочего колеса от количества, перекачиваемой насосом среды.

Гидроабразивному изнашиванию элементов системы гидротранспорта Магнитогорского ГМК посвящены труды Ивановой Т.Д. и Бороховича А.И. [15-16, 19, 6].

В своей работе Смойловская Л.А. [9] объясняет местный эрозионный износ элементов проточной части насосов неудовлетворительной конструкцией каналов, а также несовершенством профиля рабочего колеса и, что немаловажно, физико-механическими свойствами перекачиваемой жидкости.

Существенный вклад в изучение вопроса гидроабразивного износа ввел Турчанинов С.П., проводивший обширные исследования в лабораторных и промышленных условиях, в области транспортирования угля и закладочных смесей.

В работе [25] автор отмечает, что изнашивание стенок трубопроводов взвесенесущими потоками происходит, главным образом, в результате соударений с ними твердых частиц, а также вследствие трения частиц при скольжении их по стенкам. Схожие модели движения частиц рассматривались в трудах Смолдырева А.Е [23, 24]. Результаты эксперимента находили свое подтверждение визуальным анализом образов из мягких металлов и сплавов (используя при этом транспортный материал крупностью до 12 мм). Подобный характер износа также описан в работах зарубежных авторов S. Hattori [32], Dube N.B. [26], Yao M. [31], Sherington I. [29], Karimi A. [28], Hoppel H.W. [27], Suchanek J. [30].

Анализ работ по направлению исследования гидроабразивного износа гидротранспортного оборудования, в общем, раскрывает повышенный интерес к данной проблеме. Однако стоит отметить, что в связи с отсутствием единой теории гидроабразивного изнашивания рабочих поверхностей трубопроводов, грунтовых насосов, дальнейшее развитие данного вопроса происходило путем накопления эмпирических данных и мультипликации исследований при различных типах абразива и изнашиваемой поверхности. Базируясь на этих исследованиях построены зависимости, которые с некоторой степенью приближения отражают физическую сущность процесса гидроабразивного износа, но имеют в своем составе многочисленные эмпирические коэффициенты и ряд допущений, вследствие чего, порою, их авторы приходят к различным выводам.

Следующее направление исследования гидротранспортного оборудования связано с рационализацией параметров и режимов работы грунтовых насосов. К данному направлению, в основном, относятся исследования, проведенные в условиях гидромеханизации. Показано, что для комплексного решения проблемы повышения ресурса грунтовых насосов требуется не только конструктивное усовершенствование проточной части агрегата (в том числе применение износостойких материалов), но и рационализация эксплуатационных режимов насосного оборудования.

К данному направлению относятся труды Ю.Д. Баранова [12], А.И. Бороховича [16], С.П. Козырева [39], А.И. Золотаря [31].

Авторами подчеркивается, что для каждого конкретного случая, увязанного с определенными горнотехническими условиями, необходимо проводить технико-экономическое обоснование рационального эксплуатационного режима.

Несмотря на такое пристальное внимание со стороны научной общественности к данной проблеме, рассматриваемая задача повышения надежности гидротранспортного оборудования по-прежнему не имеет всестороннего комплексного решения. Готовые к внедрению разработки и проекты, в данной области, для нашей промышленности и вовсе практически отсутствуют.

Литературы:

1. Алексеева Т.В., Бабанская В.Д., Башта Т.М. и др. Техническая диагностика гидравлических приводов. Под общ. ред. Т.М. Башты. – М.: Машиностроение, 1989. – 264с.

2. Базовский И. Надежность. Теория практика. – М.: Мир, 1965. – 377 с.

3. Баранов Ю.Д., Блюс Б.А., Семененко Е.В., Шурыгин В.Д. Обоснова-ние параметров и режимов работы систем гидротранспорта горныхпредприятий – Институт геотехнической механики имени Н.С. Полякова, Днепропетровск, 2006 – 416 с.

4. Батаногов А.Я., Мазуренко В.В. Влияние износа насосов в процессе эксплуатации на эффективность параллельной работы – М.: Недра, Горная электромеханика, Вып. 3, 1974. -79 с.

5. Болошин Н.Н., Гашичев В.И. Надежность работы технологических узлов и оборудования обогатительных фабрик. – М.: Недра ,1974. – 136 с.

6. Борохович А.И. Экспериментальное исследование гидроабразивного износа основных деталей центробежных насосов. – Известия Вузов. Горный журнал, 1963, №5, С. 128-132.

7. Виноградов Б.В. Повышение долговечности насосов шахтного водоотлива // Уголь Украины. 1999. №5. – С. 35-36.

8. Гришко А.П., Мизенин В.Я., Федоезжин В.И. Интенсивность гидроабразивного изнашивания рабочих колес насосов, Тр./Моск. горн, ин-т, 1976, с. 61-65.

9. Животовский Л.А., Смойловская Л.А. Лопастные насосы для абразивных гидросмесей М.: Машиностроение, 1978. – 223 с.

10. Заика В.Т., Разводов В.Г. Комплексная оценка и повышение энерго-эффективности работы шахтных водоотливных установок // Горная электромеханика и автоматика: Науч.-техн. сб. – 2000. – Выпуск 64. С. 17-26.

11. Зарипов А.Х. Оценка энергетической эффективности работы водоотливных установок и систем подачи сжатого воздуха // Изв. вузов. Горный журнал. 2010. №4. С. 74-77.

12.Александров В.И. Надежность и экологическая безопасность систем гидротранспорта // Обогащение руд. – 1996. – N 5-6. – с.42.

13. Звягин В.С. и др. Влияние схем разводки нагнетательных трубопроводов на эффективность и надежность работы главных водоотливных установок в условиях обводненных шахт // Известия вузов. Горный журнал, №7, 1982. –С. 81-84.

14. Золотарь А.И. Исследование гидроабразивного износа деталей насоса для перекачивания нейтральных пульп. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – М., 1975. – 133 с.

15. Иванова Т.Д., Демкина М.Д., Щулепникова А.Г. Вопросы надежности и эксплуатации машин горного и металлургического оборудования. МГМИ, Вып. 125, Магнитогорск, 1974. – С. 14-16.

16. Иванова Т.Д., Клисторнер А.М. – Повышение сроков службы узлов и деталей землесосов, транспортирующих отходы обогатительного производства. В кн.: Совершенствование техники и технологии промышленного транспорта. – Научн. Труды / МГМИ. Вып. 130, Магнитогорск, 1969. – С. 43-46.

17. Карлин Б. И. Моделирование износа рабочих лопаток колеса землесоса при работе на мелкозернистых грунтах : Диссертация кандидата технических наук / Б. И. Карлин, ВНИИ гидромашиностроения 'ВИГМ' – 1958 . – 187 с.

18. Козырев С.П. Гидроабразивный износ металлов при кавитации. – М.:Машиностроение, 1971. – 240 с.

19. Пермяков В.Г., Иванова Т.Д. Влияние вибрации на работоспособность насосов. – Эксплуатация механического оборудования. – МГМИ, Вып. 70, Магнитогорск, 1969. – С. 43-46.

20. Покровская В.Н., Половоцкий Д.Г. Исследование пульповых насосов. Материалы семинара Московского Дома научно-технической пропаганды, 1971. – С. 5-8 с.

21. Покровская В.Н. Пути повышения эффективности гидротранспорта, М., Недра, 1972. – 160 с.

22. Сандлер Дж. Техника надежности систем. – М.: Наука, 1966. – 300 с.

23. Смолдырев А.Е., Сафонов Ю.К. Трубопроводный транспорт концентрированных гидросмесей. М., Машиностроение, 1973. – 206 с.

24. Смолдырев А.Е. Трубопроводный транспорт. – М.: Недра, 1980. – 293с.

25.Турчанинов С.П. Гидроабразивный износ металлов при кавитации. М.: Машиностроение, 1971. – 240 с.

26. Dube N.B, Hutchings I.M. Influence of particle fracture in the high-stress and low-stress abrasive wear of steel. Wear, 1999, p. 233-235, p. 246-256. (In English)

27. Hoppel H.W., Mughrabi H., Sockel H. –G. Hedroabrasive wear behavior mechanism of different hard coatings. Wear, vol. 225-229. Part 2, p. 1088-1099, April 1999. (In English)

28. Karimi A., Verdon C., Barbezat G. Microstructure and hydroabrasive wear behavior of high-velocity oxy-fuel thermally sprayed Wc-Co (Cr) coatings. Surface and Coating Technology, vol.57, num. 1, 1993, p. 81-89. (In English)

29. Sherington I., Hayhurst P. Simultaneous observations of the evolution of debris density and friction coeffitient in dry sliding steel contacts. Wear, 2001, p. 249, p. 182-187. (In English)

30. Suchanek J., Smrkovsky J., Blas P. Errosive and hydroabrasive resistance if hardfacing materials. – Wear, vol. 233-235, p. 229-236, April 1999. (In English)

31. Yao M., Page N.W. Friction measurements on Ni-Hand 4 during high pressure crushing of silica. Wear, 2001, 249, p. 117-126. (In English)

32. Hattori S., Ishikura K., Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Series A 71 (August (708)) (2005) 1182-1189. (In English)

В. В. Поветкин, А.М. Сейтханов

Гидротасмалдау жүйелерінің сенімділігінің зерделеуіне әдеби шолу

Андатпа. Топырақты сорғылар Қазақстанның тау-кен өнеркәсібінде кеңінен тараған. Топырақты сорғыларды өндірісте қоспаларды тасымалдау кезінде гидроабразивті және механикалық өзара әсері салдарына сорғылардың төмен төзу нәтижелерін көсетті. Қазақстанның тау-кен өнеркәсібінде гидротасымалдау жүйесінің сенімділігі, қазіргі таңда аса өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Технологиялық жабдықтың техникалық жай-күйін, сенімділігін арттыру мәселесіне санқатар отандық және шетелдік мамандары және ғылыми-зерттеу институттары жұмыстары бағытталған. Осы мақалада сол жұмыстарға әдеби шолу жасалған.

Түйін сөз. Сенімділік, төзімділік, тозу, гидроабразивты тозу, гидротасымалдау жүйесі.

V.V.Povetkin, A.M. Seitkhanov

Literary review of study of a question of reliability of the hydrotransport systems

Summary. Soil pumps are widespread mechanisms in ore mining industry of Kazakhstan. Their application in concentrating production for pumping of solutions and mixes showed their low firmness, owing to influence of hydroabrasive wear, as due to mechanical interaction of firm suspensions of ore materials, and cavitational wear. The problem of reliability of work of the hydrotransport systems at the ore dressing enterprises of Kazakhstan, is one of the most relevant now. A large number of the works developed by the leading domestic and foreign experts and research institutes is devoted to the analysis of technical condition of systems of processing equipment and also an issue of increase in their reliability.

Keywords. reliability, durability, wear, hydroabrasive wear, hydrotransport systems.

УДК 621.926

В.В Поветкин[1] , Ш. Вотс[2], Д.Б Аринова[1]
научные руководители – Е.С.Аскаров, к.т.н., профессор, В.В. Поветкин д.т.н., профессор
[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
[2] Технический университет имени Георга Агриколы, город Бохум, Германия
d_arinova@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КРИВОШИПНОГО ВАЛА ЦЕНТРОБЕЖНО - ГИРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Аннотация. *В предлагаемой статье решаются задачи повышения технологической эффективности и разработка конструктивных параметров мельницы. Повышение эффективности процессов измельчения происходит за счет конструктивного решения в разработанной мельнице, а также за счет использования многократных динамических воздействий на нагружаемые детали.*

Учитывая сложность изготовления основных деталей, в том числе коленчатого вала, так как при замене коленчатых валов, к материалу и качеству их изготовления предъявляют высокие требования. Коленчатые валы изготовляют из стали методом ковки или штамповки, либо из высокопрочного чугуна путем отливки. Стальные валы являются более надежны в эксплуатации, но трудоемки в изготовлении.

Ключевые слова. *Кривошипный вал, коренные и опорные шейки, разрушение, износ, вибрация.*

Одной из актуальнейших современных проблем горнопромышленного комплекса являются повышение эффективности процесса измельчения, разработка надежного и эффективного дробильно-измельчительного оборудования с целью существенного повышения его технологической эффективности, снижения металлоемкости и энергоемкости. Затраты, связанные с процессами дробления и измельчения минерального сырья, составляют одну из основных расходных статей горнодобывающих предприятий. Высокие затраты определяются огромными объемами перерабатываемых материалов, низкой эффективностью работы устройств [1].

Существующие мельницы для измельчения минерального сырья реализуют такие общеизвестные способы механического разрушения частиц, как резание, истирание, раздавливание, удар, которых наиболее эффективным является ударный способ.

В настоящее время большинство применяемого дробильно-измельчительного оборудования в своих конструктивных решениях реализуют ограниченные одноактные механические воздействия, недостаточные для эффективного разрушения минерального сырья.

Изготовление коленчатых валов литьем позволяет с наименьшими затратами получить наиболее приемлемую форму щек кривошипов и более рациональное распределение металла за счет выполнения коренных и шатунных шеек пустотелыми, что уменьшает массу валов при сохранении относительно высокой прочности.

Сложная конфигурация коленчатых валов вследствие изогнутости их осей и резкого изменения жесткости элементов колена, а также малой длины его частей по сравнению с размерами поперечных сечений обуславливает значительную общую неравномерность распределения напряжений при изготовлении и ремонте, а также в процессе эксплуатации. Кроме того на напряженно — деформированное состояние (НДС) и, как следствие, на долговечность коленчатых валов (КВ) влияет совокупность конструктивных факторов:

физико — механические свойства материала вала; линейные размеры шеек и щек вала; радиусы галтелей; шероховатость поверхности [2].

Коленчатый вал центробежно - гирационной мельницы изготовлен из марки Сталь 45. Имеет длину 440 мм, диаметр коренных шеек 40 мм, длину шеек 65 мм, диаметр опорной шейки 70 мм и длину 40 мм, радиус кривошипа 47,5 мм. К точности и чистоте рабочих поверхностей коленчатых валов предъявляются высокие требования: непараллельность осей шатунных и коренных шеек не должна превышать 0.03 мм; допускаемое относительное биение коренных шеек должно быть в пределах 0.01...0.05 мм; коренные и шатунные шейки должны быть обработаны по шероховатости R_a= 2,5...1,25 мкм; овальность, конусность и вогнутость должны быть в пределах 0.005...0.0010 мм.

Исследованиями установлено [3,4,5.6], что конфигурация элементов кривошипа вала имеет большее влияние на сопротивление усталости, чем материал вала. На сопротивление усталости вала из элементов кривошипа наибольшее влияние оказывают радиус галтелей и коэффициент перекрытия шеек, причем пропорционально этому возрастает и сопротивление усталости. В эксплуатации разрушение коленчатых валов носит ярко выраженный усталостный характер и происходит в основном от изгибающих моментов в плоскости кривошипов.

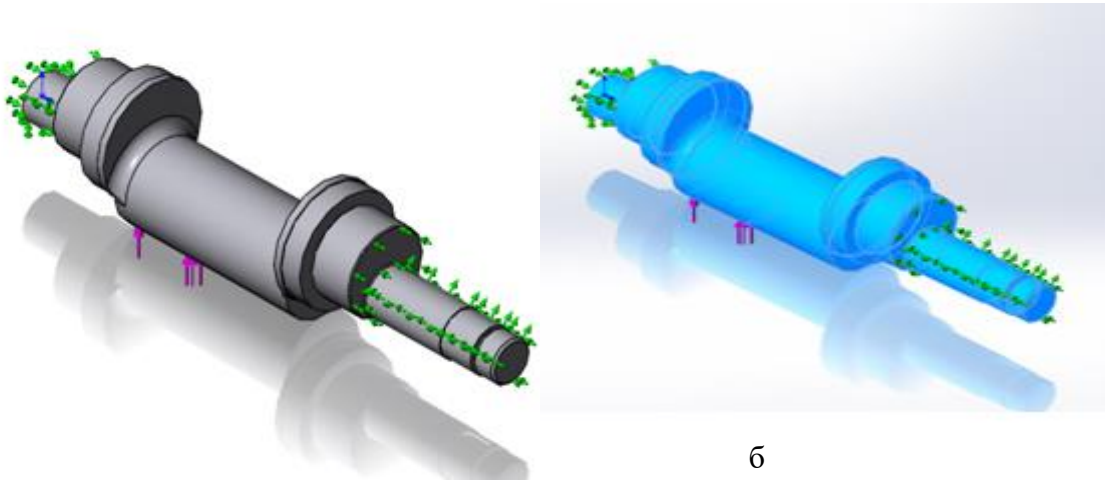
Поломки коленчатых валов двигателей, по данным И. И. Луневского [7], в большинстве случаев происходят от изгибающих нагрузок. В таких шейках, где действуют одновременно и изгибающие, и крутящие моменты, развитие трещины у новых коленчатых валов начинается от галтели шатунной шейки, а излом происходит по щеке, которая является наиболее слабым звеном вала. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что изгибающие нагрузки являются определяющими, от них зависит сопротивление усталости коленчатых валов.

Долговечность коленчатых валов лимитируется состоянием коренных и шатунных шеек, неравномерно изнашивающихся как по окружности, так и по длине [8]. Вредные последствия износа значительно усугубляются неравномерностью износа (конусность, овальность, отклонение от соосности, перекосы и др.), которые снижают работоспособность двигателя и сокращают межремонтные сроки его работы.

В области изучения износа двигателей имеется большое количество научно — исследовательских работ. Однако, на вопрос о влиянии прогибов коленчатых валов на износ шеек вообще и на неравномерность их износа однозначного ответа нет.

Основным элементом, воспринимающим нагрузки является кривошипный вал. На него воздействуют силы тяжести водила, помольных камер, противовеса и самого вала, а также центробежная сила $F_ц$. Причем можно сказать, что основное воздействие оказывает центробежная сила $F_ц$. Главное разрушающее воздействие оказывает сила среза от динамических сил и изгибающий момент [9].

Учитывая вышесказанные причины и последствия износа вала проведен статический расчет кривошипного вала центробежно – гирационной мельницы в программе SolidWorks 2010. Приняты основные технологические и геометрические параметры, номинальное усилие $P_Н$= 250 кН, ход ползуна 100 мм. Основные недостающие геометрические размеры назначаются конструктивно. По результатам расчета получаем следующие показатели: масса вала составляет 10 кг, объем 0,0013 м^3, плотность 7630 кг/м^3, материал 40 Х ГОСТ 4543-71. Физико – механические свойства материала: предел текучести 7,8е + 0,08 Н/м^2, предел прочности при растяжений 9,8е+0,08 Н/м^2, модуль упругости 2,14е+0,11 Н/м^2, коэффициент Пуассона 0,26, модуль сдвига 8,5е +0,10 Н/м^2. Статические нагрузки на кривошипный вал изображены на рисунке 1.

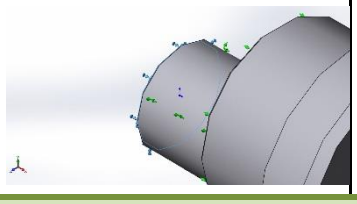


а б

Рисунок 1 – Кривошипный вал

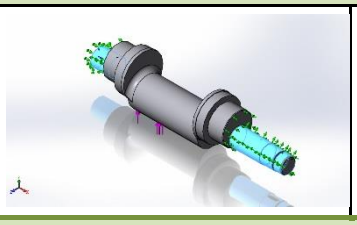
Для того чтобы изобразить и правильно приложить номинальное усилие нужно изобразить рабочий угол, который принимаем от 0^0 до 30^0. Этот угол составляет три грани опорной шатунной шейки, т.е на каждую грань воздействует определенная нагрузка.

Для выполнения расчета необходимо новое исследование статистических данных, закрепляем один торец, следом опорные шейки крепим с возможностью скольжения, а также закрепляем нижний (противоположный) торец опорной шейки в соответствии с рисунком 2.

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Зафиксированный-1		Объекты: **1 грани** Тип: **Зафиксированная геометрия**

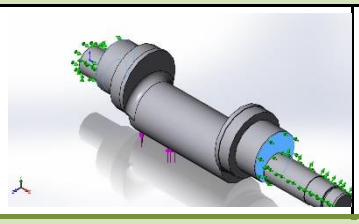
Результирующие силы

Компоненты	**X**	**Y**	**Z**	**Результирующая**
Сила реакции(N)	**-3.35507**	**0.472807**	**-0.00573531**	**3.38822**
Реактивный момент(N.m)	**0**	**0**	**0**	**0**

Зафиксированный шарнир-1		Объекты: **4 грани** Тип: **Зафиксированный шарнир**

Результирующие силы

Компоненты	**X**	**Y**	**Z**	**Результирующая**
Сила реакции(N)	**-75.0259**	**-250.488**	**-0.0182547**	**261.482**

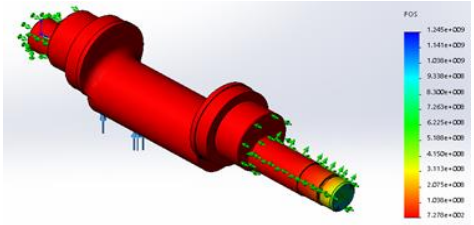
Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления			
Реактивный момент(N.m)	**0**	**0**	**0**	**0**	
Ролик/ползун-1		Объекты: Тип:		**2 грани** **Ролик/ползун**	

Результирующие силы

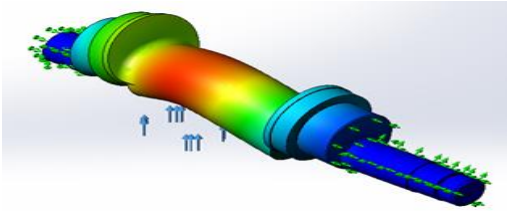
Компоненты	**X**	**Y**	**Z**	**Результирующая**
Сила реакции(N)	**78.3468**	**0**	**0**	**78.3468**
Реактивный момент(N.m)	**0**	**0**	**0**	**0**

Рисунок 2 – Изображение крепления

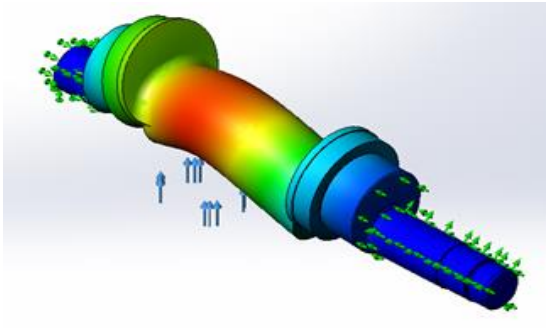
Наибольший износ шатунной шейки образуется всегда со стороны, обращенной к оси коренных шеек, что объясняется односторонним действием на шейку сил инерции возвратно — поступательно движущихся масс и центробежных сил вращающейся части шатуна. По результатам представим эпюру напряжения по Von Mises. Максимальное напряжение составляет 1.072e+006 Н/ м^2, предел текучести которую мы приняли по расчету - 7,800 e + 0,08 соответственно, есть определенный запас прочности.



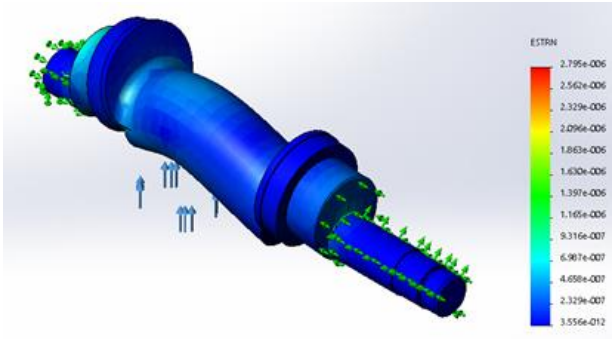
Запас прочности статического вала



Напряжение статического вала



Перемещение статического вала



Деформация статического вала

Рисунок 3 – Результирующие данные по статическому расчету вала

В связи с этим, наряду с исследованием влияния упругого прогиба коленчатого вала, большой интерес представляет также вопрос установления влияния остаточного прогиба вала на износ шеек. Одна из причин недостаточной долговечности отремонтированных двигателей, а также значительного рассеивания их ресурсов в процессе эксплуатации, кроется в повышенной вибрации.

Весьма опасный источник возбуждения колебаний двигателя — остаточная неуравновешенность вращающихся масс двигателя в сборе. Опасность возмущений, возникающих при дисбалансах, обусловлена их низкой частотой, центробежные силы непрерывно изменяются, поэтому возмущение от дисбаланса имеет составляющие по всем осям координат, связанным с двигателем [10].

Увеличение амплитуды колебаний активизирует действие вибрации на процесс внешнего трения: повышается степень пластической деформации рабочих объемов материала; резко возрастает число дефектов и искажений кристаллической решетки.

Динамические нагрузки интенсифицируют процессы пластической деформации, что объясняется прежде всего тем, что в поверхностных слоях циклические нагрузки генерируют ударные волны, величина которых на локальных участках трения может достигать больших значений. Циклический характер действия нагрузок способствует деформированию материала при более низких значениях самих нагрузок. Многократное деформирование поверхностных объемов материала в результате нормально действующих к поверхности трения нагрузок тангециальных сил трения способствует интенсивному упрочнению материала, величина микротвердости которого возрастает в 1,6... 1,8 раза по сравнению с исходным значением.

Выводы:

1 Присутствие в зоне контакта смазочной среды не защищает трущиеся поверхности от влияния вибрации. В результате кавитационных процессов скорость разрушения ниже, чем при трении без вибрации.

2 Остаточные прогибы коленчатых валов увеличивают интенсивность и неравномерность изнашивания сопряжения шейка — вкладыш, а также остаточные прогибы, увеличивая дисбаланс коленчатого вала, способствуют интенсивному и неравномерному износу деталей цилиндро — поршневой группы и кривошипно — шатунного механизма и усталостным разрушениям вкладышей.

Литературы:

1. Аскаров Е.С. Центробежно-гирационные динамически-уравновешенные мельницы// Новости науки Казахстана, № 5, 1998, с.40-42.

2. Агузаров Т.Т. Совершенствование технологии повышения долговечности коленчатых валов автотракторных двигателей: автореф. канд. техн. наук: 05200.03. – М.: Владикавказ, 1998. – 36с.

3. Леикин А.С. Напряженность и выносливость деталей сложной конфигурации. — М.: Машиностроение, 1968, 371 с.

4. Леикин А.С. Расчетная методика оценки концетрации напряжений в галтелях коленчатого вала. — Вестник маши — ностроения, 1973, №7, с. 9... 13.

5. Головин Г.Ф. Остаточные напряжения, прочность и деформации при поверхностной закалке токами высокой частоты. — Л.: Машиностроение, 1973, 144 с.

6. Клименко П.П. Исследование упругопластических деформаций и износостойкости материалов при трении в условиях виброударного нагружения. — Дисс. канд. техн. наук.— Киев, 1980, 163 с.]

7. Луневский И.Л., Ермоленко М.М. Сравнение способов восстановления коленчатых валов.— Автомобильная промышленность, 1966, №58, с. 28...32

8. Гурвич И. Б., Панов Ю.Н., Кузмин А.А., Егорова А.П. О расчете износостойкости деталей кривошипно — шатунного механизма двигателей.— Автомобильная промышленность, 1972, №3, с. 9...10

9. Аскаров Е.С. Центробежно-гирационные мельницы - особенности конструкции и расчет. . // М. Вестник машиностроения - М.:, № 2, 2008, с.86-88.

10. Тольский В.Е., Корчемный Л.В., и др. Колебания силового агрегата автомобиля. — М: Машиностроение, 1968, 161с.

В. В. Поветкин, Ш. Вотс, Д. Б Аринова

Орталықтан тепкіш - гирационды диірменнің білік бөлшегінің кернеулік деформациялану жағдайының негізделуі

Андатпа: Ұсынылып отырған мақалада оратлықтан тепкіш диірменнің технологиялық эффектісін жоғарлату және оның конструктивті параметрлерін әзірлеу қарастырылған. Ұнтақтау процесінің эффектісін жоғарлату әзірленген диірменнің констуктивті параметрлерін өзгерту мен ауырлық түсетін бөлшекке бірнеше динамикалық күштердің әсер етуімен шешілетін сұрақ.

Негізгі бөлшектерді дайындау кезінде, яғни иінді білікті жобалаған уақытта оның материалына, өңдеу тәсіліне аса жоғары талаптар қойылады. Иінді білік көбінесе болаттан штамптау немесе соғу тәсілдерін қолдану арқылы жүзеге асады. Болаттан жасалған біліктер пайдалану жағынан тиімді, бірақ дайындалу тәсілдері көп еңбекті қажет етеді.

Түйін сөз. Кривошті білік, түбегейлі және тірек мойын, бұзылуы, тозу, діріл.

V.V.Povetkin,S.Voth, D.B.Arinova

Justification of tensely deformed condition of a crank shaft centrifugal - a gyratory mill

Summary: In the offered article problems of increase in technological efficiency and development of design data of a mill are solved. Increase in efficiency of processes of crushing happens at the expense of the constructive decision in the developed mill and also due to use of repeated dynamic impacts on the loaded details.

Considering complexity of production of the main details, including a bent shaft as when replacing bent shafts, place great demands on material and quality of their production. Bent shafts produce from steel by method of forging or stamping, or from high-strength cast iron by casting. Steel shaft are are more reliable, but are labor-consuming in production.

Keywords. Krivoshipny shaft, radical and basic necks, destruction, wear, vibration.

УДК 621.762.01

Е.Е. Рахимжанов

Научный руководитель – Ж.Н. Исабеков, лектор, м.т.н., Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

Рахимжанов Е.Е.- студент 3-го курса Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы.

fun_0880@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА И ЗАГОТОВОК РЕЗАНИЕМ

***Аннотация**: Заготовка и типы обработки заготовок. Виды резания металла резка с лазером, гидроабразивная резка и резка с алмазной струной. Разница между советскими и нынешними станками. Плюсы и минусы обеих станков. Дальнейшие разработки станков и улучшения их колебаний и ошибок.*

***Ключевые слова:** Станок, резка, высокотехнологичные инструменты, колебания, помехи.*

Заготовка это – какой-либо инструмент до его обработки, тем самым в его черновом обличие. Есть несколько способов для обработки заготовки. Это: обработка с помощью давления, с помощью резания и с помощью отливки.

В данной статье мы будем рассуждать о обработки с помощью резания. А точнее о его современных типах. Это: Обработка с водой, с лазером и с алмазной нитью. Но есть и советские методы. Обработки с помощью станков. Такие как: токарные, фрезерные, точильные и шлифовальные.

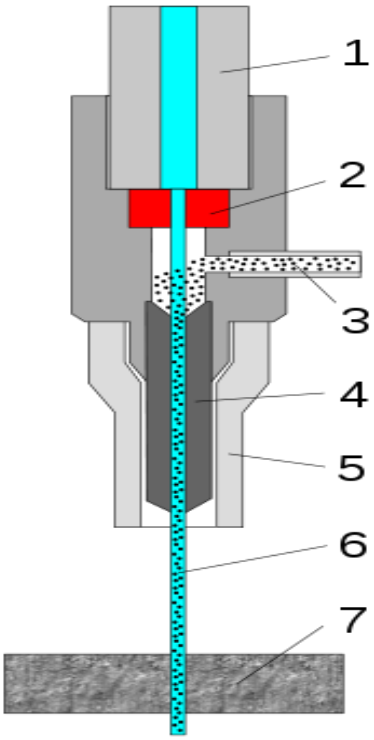
Давайте сравним и рассмотрим эти два поколения. И ответим на такие вопросы как «Почему мы не можем обрабатывать материалы со станками так как с современными? Нужны ли нам станки в дальнейшем? ».

Гидроабразивная резка — вид обработки материалов резанием, где в качестве режущего инструмента вместо резца используется струя воды или смеси воды и абразивного материала, испускаемая с высокой скоростью и под высоким давлением. В природе подобный процесс, протекающий естественным образом, называется водной эрозией.

Достоинства гидроабразивной резки:

1) Отсутствие термического воздействия на материал (температура в зоне реза 60-90ºС);
2) Существенно меньшие потери материала;
3) Широкий спектр разрезаемых материалов и толщин (до 150—300 мм и более;)
4) Высокая эффективность резки листовых материалов толщиной более 8 мм;
5) Отсутствие выгорания легирующих элементов в легированных сталях и сплавах;
6) Отсутствие оплавления и пригорания материала на кромках обработанных деталей и в прилегающей зоне;
7) Возможность реза тонколистовых материалов в пакете из нескольких слоёв для повышения производительности, в том числе за счёт уменьшения холостых ходов режущей головки;
8) Полная пожара- и взрывобезопасность процесса;
9) Экологическая чистота и полное отсутствие вредных газовыделений;
10) Высокое качество реза (шероховатость кромки Ra 1,6).

Как мы знаем плюсы без минусов не существуют. Так и у данной обработки есть свой отрицательные стороны. Это: Недостаточно высокая скорость реза тонколистовой стали, ограниченный ресурс отдельных комплектующих и режущей головки, высокая стоимость абразива, коррозия металла.



1 — подвод воды под высоким давлением, 2 — Сопло, 3 — подача абразива, 4 — смеситель, 5 — кожух, 6 — режущая струя, 7 — разрезаемый материал

Рисунок 1 - Гидроабразивная резка

Следующий вид обработки у нас с помощью лазера. Лазерная обработка это- высококачественная обработка металла с помощью высокотехнологическим лазером. Есть два вида резки. Фигурная резка и сплошная резка. Если сплошная резка только режет вдоль и поперёк. То фигурная моделируется с компьютерной программы и по этой программе он может предать металлу любой вид.

Главным преимуществом лазерной резки является то, что она не воздействует на металл механически. Деформации находятся на минимальном уровне, и при этом скорость резки довольно велика. А ещё высокая точность помогает делать наиболее сложные детали. Лазерная резка не ограничивает работу с деталями. Могут подойти как плоские детали, так и объёмные. Именно благодаря всем этим преимуществам лазерный метод работы является сейчас ведущим.

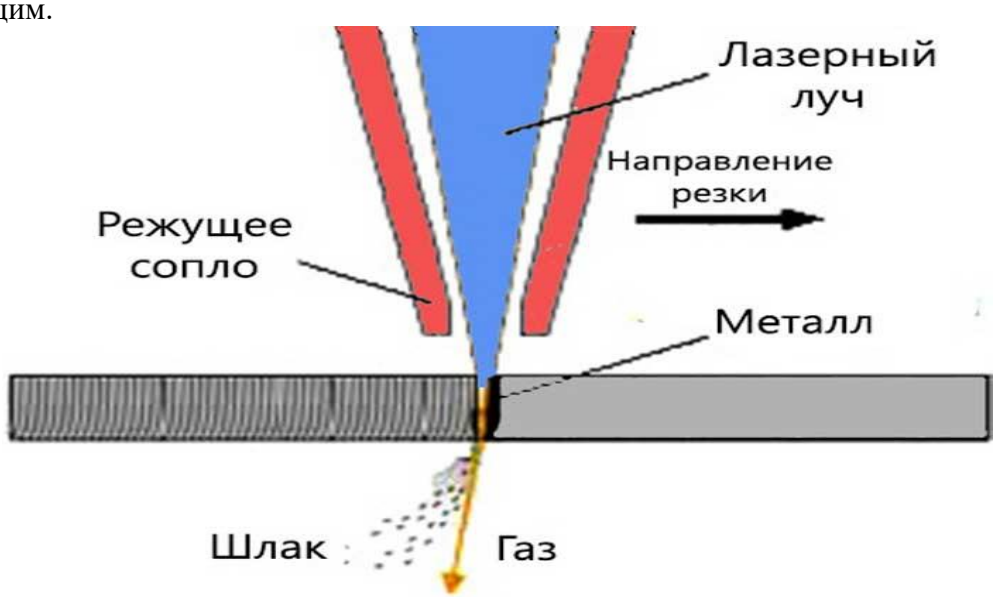


Рисунок 2 - Лазерная резка

И самый последний вид это – обработка с алмазной нитью. Это вид обработки который похож на советские инструменты. Все знают о метало режущей пиле. Вот конструкция режущего аппарата похоже на данную пилу. Проволока сделанная с помощью вольфрамной стали и покрыта маленькими частями алмазы для резки металла. А Проволока из вольфрамной стали дает устойчивость чтоб наша так называемая нить не порвалась. Данный вид обработки предназначен для тонких видов метала типа плиточных. По-скольку данная серия аннулирует шероховатости или же уменьшит чем выше сказанные виды обработки.

Рисунок 3 - Нитевая резка

Как я выше упоминал ранее «Нужны ли нам станки?» конечно же нужны оны более оптимальны чем современные и универсальны. Поняв работы на одном станке ты сможешь сделать несколько видов различных металлов. И станки более экономичны. Но в далеком будущим надеюсь решат данную проблему и изготовления металлов будет более технологичным, менее затратным и помехи аннулированными.

Литературы:

1. В.Ф. Скворцов основы технологий машиностроения // Томский политехнический университет. 2012 – [с.170-175].

2. [Электронный ресурс]: «https://www.metobr-expo.ru/ru/articles/lazernayaobrabotka-metallov/».

3. [Электронный ресурс]: «https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидроабразивная_резка»

4. [Электронный ресурс]: «http://www.kremlinrus.ru/article/369/43860/».

5.Промышленный портал [Электронный ресурс]: «https://promzn.ru/stanki-i-oborudovanie/pravila-primeneniya-almaznoj-struny.html».

Е.Е. Рахимжанов, Ж.Н. Исабеков

Дайындаманы кесу арқылы өңдеудің заманауи түрлері

Аңдатпа: Дайындама және дайындама алудың тәсілдері. Дайындама кесудің тәсілдері лазер арқылы кесу, гидроқысымдағы су арқылы кесу және алмазды жіп арқылы кесу. Бұрынғы және болашак станоктардың айырмашылығы. Екі түрлі станоктардың артықшылықтары мен кемшіліктері. Станоктардың қателіктерін, ауытқуларынан келешекте азайту.

Түйін сөздер:Станок, кесу, жоғарғы технологиялық аспаптар, ауытқу, қателік.

Y.Y Rakhmzhanov, Zh.N. Issabekov

Modern methods of metal cutting

Annotation: Harvesting and processing of work pieces. The types of metal cutting with laser cutting, water jet cutting and cutting with diamond wire. The difference between Soviet and current machines. Pros and cons of both machines. Further development of machines and improvement of their vibrations and errors.

Keywords: Machine, cutting, high-tech tools, vibrations, interference.

УДК: 621.926.52

А.Б. Сейтова, А.А. Наурызбаева

О.А.Сушкова, сеньор-лектор кафедры СМиТМП, кандидат технических наук

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева, Қазақстан, г.Алматы i.akerke@inbox.ru

ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВО РАБОТОСПОСОБНОСТИ БРОНЕЙ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ НОВЫХ СТАЛИ

Аннотация: *В статье проанализировано исследование методов повышения качества работоспособности броней конусных дробилок. Броня конусных дробилок работает под большим напряжением, при циклических нагрузках 100-190 т, что вызывает отказы узлов и приводит к простоям агрегатов. Одна смена простоя агрегата крупного дробления означает остановку оборудования по всей технологической цепочке.*

В соответствии с этим в статье рассмотрена актуальная научная проблема - разработка и исследование новых эффективных комплексных ремонтных технологий восстановления работоспособности крупных габаритных изнашиваемых деталей и узлов, дробильно-измельчительного оборудования в горно-обогатительных комбинатах с целью сокращения простоя оборудования, повышения эффективности и ресурса его работы, что

снижает производственные затраты и имеет как научную, так и практическую значимость для развития машиностроения страны.

Ключевые слова:*конусная дробилка, измельчение, броня, сталь, деталь, узлы, горно-обогатительные комбинаты, ванадий, зерно аустенита, титан, микроструктура,зерно структуры*

В современном машиностроительном производстве черные металлы являются основным конструкционным материалом, спрос на который ежегодно возрастает. Железо и его сплавы составляют свыше 90% общемирового производства металлов, поэтому снижение производственных затрат на изготовление черных металлов обеспечивает снижение себестоимости изделий машиностроительного, нефтегазового и других производств. Измельчение руды на дробилках и в мельницах с помощью брони. На горно-обогатительных комбинатах (ГОКах) является одним из основных этапов производства черных металлов.

В процессе эксплуатации брони конусных дробилок работают в сложном напряженном состоянии при циклическом характере действующих нагрузок. Они воспринимают и передают усилия дробления 100…190 т. Возникающее при этом временное сопротивление сжатию составляет 100…150 МПа. Все это определяет повышенные требования к качеству стали, применяемой для изготовления броней, а также требования к прочности и качеству изготовления деталей и узлов дробилок [1-2].

Эффективным решением проблемы повышения износостойкости броней конусных дробилок, подверженных большим нагрузкам, является легирование стали.

Небольшое содержание хрома в стали приводит к ее упрочнению и меньшей карбидной неоднородности структуры. Наличие молибдена, ванадия и никеля способствует образованию после закалки мелкозернистой структуры аустенита и повышению вязкости стали, что, несомненно, приводит к повышению прочности и способности работать в условиях ударного нагружения.

Положительное влияние на свойства стали оказывает ванадий, который сильно измельчает структуру крупных отливок.

Ванадий является сильным карбидообразующим и нитридообразующим элементом, поэтому в высокомарганцовистой стали с высоким содержанием углерода и азота он способен образовывать тугоплавкие и твердые частицы нитридов и карбидов, которые регулируют процессы кристаллизации и упрочняют аустенитную матрицу стали [2-3] .

Исследование проведенных плавок стали 110Г13Л с ванадием показали, что присадки ванадия изменили природу и характер распределения неметаллических включений в стали. Образующиеся карбонитриды ванадия выпадают выше температуры ликвидуса и являются дополнительными центрами кристаллизации, измельчая на 1-2 балла зерно аустенита [3-4-5].

Микротвердость стали с ванадием непрерывно возрастает по мере повышения концентрации ванадия за счет повышения легированности аустенита. Однако по однородности более гомогенной является сталь с содержанием ванадия 0,3 %.

Проведенные исследования показывают, что при введении до 0,3 % ванадия повышение механических свойств стали составляет:

- предел прочности $\sigma_в$ = 830 МПа;
- относительное удлинение δ= 32 % ;
- ударная вязкость $a_н$ составила 2,27 МДж/м^2.

Установлено, что присадки дорогостоящего ванадия необходимо осуществлять в оптимальных количествах в пределах 0,2 – 0,3 %.

Это способствует повышению механических свойств стали и ее усталостной прочности [6-7-8].

Легирование ванадием наиболее эффективно, если в стали 110Г13Л присутствует титан. Исследованиями установлено, что наилучшие характеристики стали с введение ванадия формируются при содержании в ней титана в пределах 0,04 – 0,07 %.

На рисунке 1 показаны микроструктуры отливок стали 110Г13Л с добавками титана и ванадия.

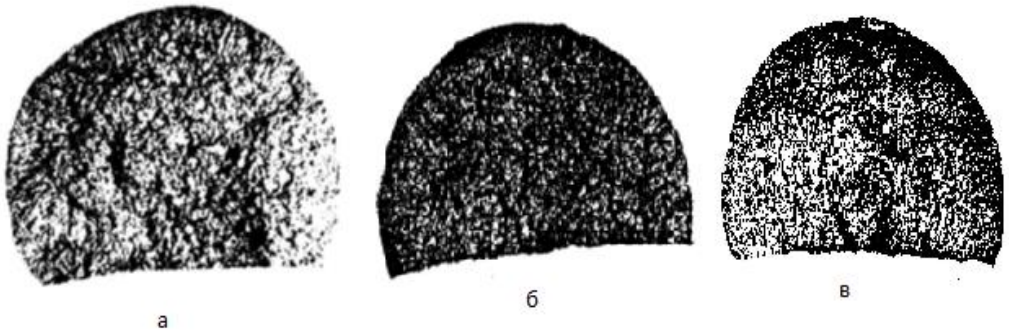


Рисунок 1 - Микроструктура отливок из стали 110Г13Л и той же стали с модификаторами: а – сталь 110Г13Л без модификаторов; б – сталь 110Г13Л с 0,07 – 0,13 % Ti; в – сталь 110Г13Л с 0,2 – 0,3 % V и 0,04 – 0,07 % Ti.[8].

Исследование приведенных микроструктур наглядно показывает, что совместное введении в сталь титана и ванадия резко измельчает зерно структуры. У такой стали способность к наклепу оказалась выше, чем у обычной стали 110Г13ГЛ. Твердость у модифицированной стали на глубине отливки 1мм составила 550 – 600 НВ, между тем как у стали без присадок она составляет 490 – 500 НВ. Сравнительный анализ стойкости 70 броней конусных дробилок из стали 110Г13Л с различными модификаторами приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ стойкости броней конусных дробилок с модификаторами[8].

Броня дробилок из стали 110Г13Л с различными модификаторами	Стойкость брони в часах		
	Без модификатора	Модификатор Ti	Модификатор Ti и V
КСД – 2200 КМД – 2200	550 385	700 500	900 625

Для улучшения комплекса механических и эксплуатационных характеристик материала броней дробилок была разработана новая экспериментальная сталь марки 125Г18Х2МНЛ. Из разработанной стали получены отливки броней для эксплуатируемых дробилок, которые были испытаны в реальных производственных условиях.

На основе проведенных исследований был выполнен анализ применяемой новой стали, определено влияние нового состава и структуры стали на износостойкость и ударную вязкость броней. Химический состав новой стали 125Г18Х2МНЛ приведен в таблице 3, где для сравнения приведен химический состав стали марки 110Г13Л [9-10].

Таблица 3. Сравнительный химический состав двух сталей, применяемых для изготовления брони дробилок.[9-10].

Марка стали	Химический состав двух сталей							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	Mo	S
110Г13Л	0,9-1,3	11,5-14,5	0,4-1,0	$Д_0$0,05	-	До 0,12	-	-
125Г18Х2МНЛ	1,1-1,4	16,0-20,0	0,3-0,8	1,0-2,0	0,2-0,5	До 0,07	0,2-0,5	До 0,03

В результате успешного испытания на ГОК броней дробилок из новой стали было принято решение о полном переходе при изготовлении новых броней на сталь 125Г18Х2МНЛ.

Улучшение механических и эксплуатационных свойств броней из новой стали было достигнуто, прежде всего, в результате комплексного введения легирующих компонентов – хрома, никеля и молибдена, и снижения содержания фосфора до 0,07 %. Различие процентного содержания химических элементов в новой и ранее применяемой стали наглядно показано в приведенной таблице 3.

Небольшое содержание хрома в стали приводит к резкому упрочнению и меньшей карбидной неоднородности. Наличие молибдена и никеля в стали способствует образованию после закалки мелкозернистой и тонкой структуры аустенита и повышению вязкости стали, что несомненно приводит к повышению прочности и способности к упрочнению при работе в условиях ударного нагружения в сочетании с абразивным износом.Исследования показывают, что применение новой стали позволило увеличить стойкость броней в 1,5 раза. Это, в свою очередь позволило сократить количество плановых ремонтов дробилок, что показано в таблице 4.

Таблица 4. Уменьшение количества плановых ремонтов дробилок в результате применения для брони новой стали[10].

Тип дробилки	ККД 1500/180	КСД- 3000	КМД - 3000
Сокращения ремонтов в %	42,0%	54,2%	55,3%

Заключение: Наилучшим результатом были получены при новой высокомарганцовистой стали 125Г18Х2МНЛ, у которой сочетание легирующих элементов повышает механические и эксплуатационные свойства броней, ударную вязкость и износостойкость. При этом стойкость броней была увеличена в 1,5 раза, а количество ремонтов дробилок уменьшено на 42,0% … 55,3 %.

Литературы:

1. Бойко П.Ф. Повышение долговечности броней дробилок. Бойко П.Ф., 324

Мнацаканян В.У., Схиртладзе А.Г., И.И.Зиновьева. Ж. «Ремонт, восстановление, модернизация» №3, 2015.

2. Бойко П.Ф. Ремонтное восстановление точности конусов дробилок.

Ст. в сб. «Технологические методы восстановления работоспособности горных машин на месте эксплуатации..» Ж. ГИАБ. №1. 2015. с. 12-15.

3. Бойко П.Ф. Актуальные проблемы механообработки деталей горных машин. Набатников Ю.Ф. Мнацаканян В.У., Бойко П.Ф. Труды международного научного симпозиума «Неделя Горняка -2016», ГИАБ. Специальный выпуск № 1. 2016. с.418 – 428.

4. Бойко П.Ф. Оценка уровня качества машин. Радкевич Я.М., Бойко П.Ф.

Ст. в сб. «Технологические методы восстановления работоспособности горных машин на месте эксплуатации..» Ж. ГИАБ. №1. 2015. с. 3 - 6.

5. Бойко П.Ф. Инновационные технологии ремонта дробильно-измельчительного оборудования. Монография. Изд. РОСА. 2016, 327 с.

6. Борщев В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: учебное пособие, Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. – 75с.

7. Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учеб. пособиедлявузов. – 4-ед изд., перераб. и доп.- М.: Недра, 1990.- 301 с.:ил.

8. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980.

9. Бойко П.Ф. Восстановление изношенных поверхностей отверстий в деталях машин. Схиртладзе А.Г., Бойко П.Ф., Новиков О.А., Сб. трудов XVII научной конференции «Математическое моделирование и информатика». МГТУ «СТАНКИН». 2015г.

10. Бойко П.Ф. Оптимизация технического обслуживания и ремонта механического оборудования. Горный журнал №6, 2011 с. 52-54

О.А.Сушкова, А.А Наурызбаева,А.Б. Сейтова

Конустық ұсақтағыштардың броньдарының жұмыс істеу сапасын жаңа болаттан жасау арқылы арттыру

Түйіндеме. Мақалада конустық ұсақтағыштардың броньдарының жұмыс істеу сапасын арттыру әдістерін зерттеу талқыланады.

Конустық ұсатқыштардың флаконы 100...190 т циклдық жүктемелерде үлкен кернеумен жұмыс істейді, бұл тораптардың істен шығуын тудырады және агрегаттардың тоқтап қалуына әкеледі. Ірі ұсақтау агрегатының тоқтап қалуының бір ауысуы барлық технологиялық тізбек бойынша жабдықтың тоқтатылуына әкеп соғады. Осыған сәйкес мақалада жабдықтың тоқтап қалуын қысқарту, оның жұмысының тиімділігі мен ресурсын арттыру мақсатында тау-кен байыту комбинаттарында ұсақтау жабдығының ірі габаритті тозатын бөлшектері мен тораптарының жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтірудің жаңа тиімді кешенді жөндеу технологияларын әзірлеу және зерттеу өзекті ғылыми проблема қойылған, бұл қара металдарды дайындауға өндірістік шығындарды төмендетеді және елдің халық шаруашылығын дамыту үшін ғылыми және практикалық маңыздылығы бар.

Нәтижесінде ең жақсы көрсеткіш ретінде 125Г18Х2МНЛ жаңа жоғары марганецті болатты алынды, онда қоспалаушы элементтердің үйлесімі броньдардың механикалық және эксплуатациялық қасиеттерін, соққы тұтқырлығы мен тозуға төзімділігін арттырады.

Кілттік сөздер:конустық ұсақтағыш, ұсақтау, бронь,болат, деталь, тораптар, на тау-кен байыту комбинаттары, ванадий, аустенит зерносы, титан, микроструктура,зерно сқұрамы.

O.A. Sushkova, A.A. Nauryzbayeva,A.B. Seitova

Analysis improving the quality of armor cone crushers is manufactured from new steel

Abstract. The article analyzes the study of methods to improve the quality of performance of armor cone crushers. The armor of cone crushers operates under high voltage, with cyclic loads of 100 ... 190 t, which causes failures of units and leads to downtime of units. One shift of downtime of the unit of large crushing means to stop the equipment throughout the production chain.

In accordance with this, the article raises an urgent scientific problem of development and research of new effective integrated repair technologies for restoring the efficiency of large-size wear parts and components of crushing and grinding equipment of the mining and processing plants in order to reduce downtime, improve efficiency and resource of its work, which reduces production costs for the manufacture of ferrous metals and has both scientific and practical significance for the development of the national economy.

The best results were obtained with a new high-manganese steel 125G18H2MNL, in which the combination of alloying elements increases the mechanical and operational properties of armor, toughness and wear resistance

Keywords: conecrusher, grinding, armor, steel, part, units, mining and processing plants, vanadium, austenite grain, titanium, microstructure, grain structure

UDC 004.92

M.E. Zhamalov

Scientific advisor – Zh. N. Isabekov m.t.s., lecturer

Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satbayev, Kazakhstan, Almaty

mikozhez07@gmail.com

SIGNIFICANT MECHANICAL ENGINEERING INDUSTRIES IN KAZAKHSTAN`S RAIL INDUSTRY

Annotation: *This article describes about comparing of Kazakhstan heavy machine building in Petropavlovsk with abroad machine building company. Kazakhstan has more power machine*

building than other country`s company because more factories remained from USSR. One of the best factory remained from USSR it`s "Petropavlosk plant of heavy machine building". Joint stock company "Petropavlovsk plant of heavy machine building" is one of the leading machine building enterprises of Kazakhstan, owned by "National company "Kazakhstan engineering" JSC, concerning manufacturing of an equipment for oil-and gas producing, oil-and-gas processing, petrochemical, chemical, gas, energetic, etc. industry branches on the base of modern technologies according to GOST, OST, STRK, TEMA, ASME & API standards with a glance to customer` wishes. It has multisectoral production capacity with all the technological redistributions necessary for different types of equipment manufacturing. As a former military - industrial complex enterprise, "PZTM" JSC keeps the best manner in discharged products quality. In details, I chose the topic of maintenance of Railways and critical parts of rolling stock.

To implement the strategic program, it is necessary, first of all, in our opinion, to carry out works on technical re-equipment and reconstruction of the railway complex of Kazakhstan, which include:

** comprehensive updating of technical base;*

** modernization of existing equipment and mechanisms;*

** reconstruction of fixed assets and technical re-equipment of production with the introduction of new technologies.*

Key words: *heavy machine building, railway, locomotive.*

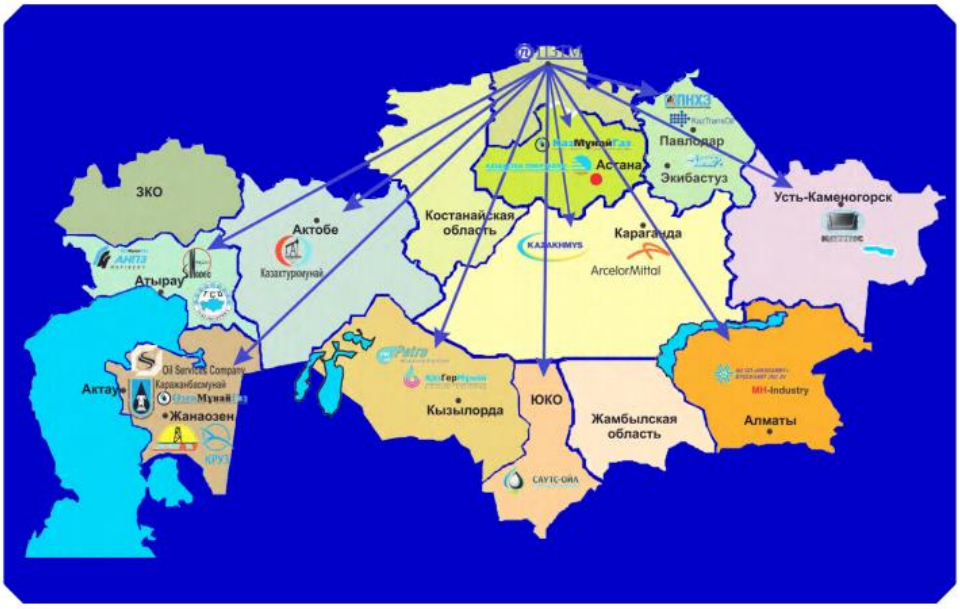
The structure of production and geography of the leading the producers of the CU and CES member States and the CIS were formed during the USSR and largely remains unchanged until now. Thus, the largest manufacturers of railway equipment is still the Russian Federation and Ukraine, while Belarus and Kazakhstan have enoughmodest, in comparison with the Russian and Ukrainian, capacities on production of railway equipment. Basic commodity market railway products of the CU and SES States are historically former USSR.

Rail transport in the CU and CES member States is one of the most popular ways of cargo delivery, mainly –industrial raw materials (coal, ore, oil, timber) to final buyers, including outside the territories of their States. At the same time, unlike developed countries, rail transport in the field of delivery of goods is not experiences serious competition from other modes of transport, such as, for example, – automobile.

This is due to the rather weak, compared with the railway development of road infrastructure in the CU and CES member States, as a result, the transportation of industrial goods by rail are more profitable economically. As a result, the share of rail transport in The Russian Federation accounts for about 85.4% of cargo turnover (excluding pipeline transport) and 28.6% of the country's passenger turnover, in Kazakhstan – 60 % of freight and 50% of passenger traffic, in Belarus - 75% of freight and 40 % passenger transport [1-2].

You can see that freight and transportation of people is underdeveloped compared to other CIS countries. For this information, I want to increase the scale of production and create a competitive plant for Kazakhstan. In this regard, Kazakhstan has a PZTM. Why did I choose this plant? Since it has a huge potential and connects the cities of Kazakhstan in the field of production. Bottom-map of cooperation between the cities PZTM.

In Kazakhstan, as in other member States of the CU and CES, the issue of shortage of high-quality railway casting is acute. Currently, casting is performed at three enterprises: JSC "Vostokmashzavod", LLP "Karaganda machine-building plant. Parkhomenko "and" Format Mash company "LLP. However, soon to the above-mentioned casting plants should be added another, also created with the participation of a foreign Corporation – "ArcelorMittal Temirtau" together with the Indian company Simplex Casting Ltd launch a project worth $ 35 million. USA for the production of cast carts, as well as for the construction of cars [4].



1 - picture – map of cooperation between the cities PZTM.

I wanted to say with this that we have not solved this problem we will have similar situations such as in other CIS countries more precisely in Belarus. For example, the fracture of the side frames below in the photo.

As we said earlier, the PZTM has good collaborative relationships with other manufacturers including "ArcelorMittal Temirtau" and we can combine them in terms of creating a single design of locomotive cars and other parts. So we can solve an acute problem.

3- picture - process of the low in "ArcelorMittal Temirtau"

However, an objective view of the situation suggests that the enterprises of the Republic of Kazakhstan, producing railway products will not be able in the coming years to reach a high level of localization, due to the objective need for high-quality components and spare parts of foreign production. However, we should strive to reduce this dependence, including through economically more profitable supplies from the Russian Federation and the Republic of Belarus. This will have a

positive impact on the sustainability of the established enterprises, because in times of increased demand, the equipment necessary for Kazakh producers is simply not available [3].

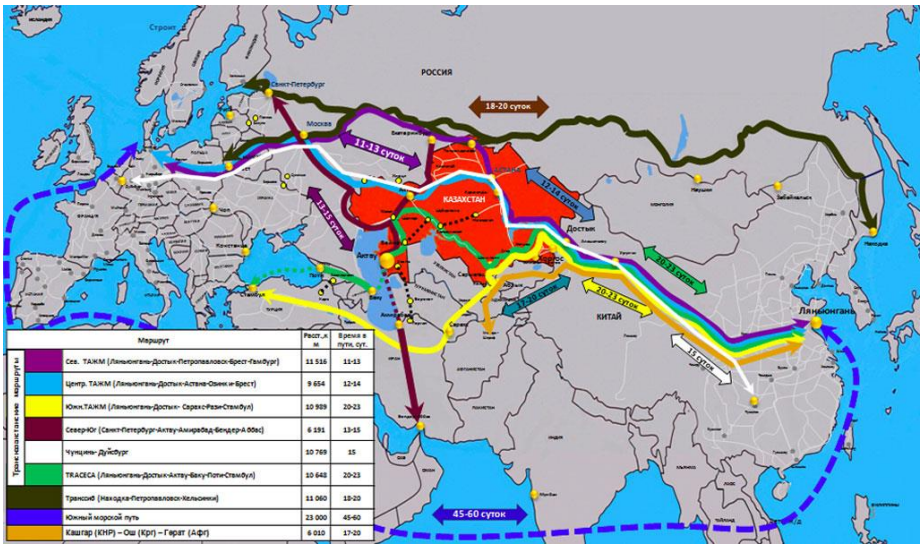
There are a number of systemic difficulties hampering the development of the industry. These include, for example, the lack of specialized testing laboratories and conformity assessment bodies, a shortage of qualified personnel, and inefficient business process management systems at enterprises.

Another problem common to all railway parks in the CIS countries is the high wear and tear of rolling stock. More than 65% of locomotives, 73% of freight cars and 59% of tanks are older than 15years.

4-picture – production of wagons and locomatives in Kazakhstan

Government set the task of upgrading units 370 20 500 locomotives and freight cars until 2015, and JSC "NC "Kazakhstan Temir Zholy" sets a goal to buy up to 2020, more than 65 000 freight wagons, to purchase about 1000 locomotives and 1,000 passenger cars. The production capacity of Kazakhstan enterprises can provide up to 10 thousand units of freight cars.

Kazakhstan has excellent transport links with other big countries such as China and Russia. Due to this I chose the solution with problem related to rail and components. If we do not solve these problems, we will miss the chance for development in terms of engineering. The picture below shows the transport connection of Казахстан and its most important role in the economic plan.



5- picture- map of the economic importance of the railway in Kazakhstan

References:

1. The state program of development and integration of infrastructure of the transport system of the Republic of Kazakhstan until 2020 (approved by the decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated January 13, 2013 № 725);

2. Program for the development of transport infrastructure in the Republic of Kazakhstan for 2010-2014 (approved by the Government of the Republic of Kazakhstan dated September 30, 2010 № 1006);

3. Information and data of the Belarusian railway, JSC Kazakhstan Temir Zholy, JSC Russian Railways, NP Association of manufacturers of railway equipment»;

4. Information and data of ministries and departments of the CU and CES member States;

М.Е. Жамалов, Ж.Н. Исабеков

Важные Казахстанские машиностроительные заводы в железнодорожном промышленности

Аннотация: в данной статье приведены результаты исследование железнодорожного производства в Казахстане. *Железнодорожный транспорт является одной из важных базовых отраслей экономики Казахстана, обеспечивает его внутренние и внешние транспортно-экономические связи, и потребности населения в перевозках.* Деятельность железнодорожного транспорта как части единой транспортной системы страны способствует нормальному функционированию всех отраслей общественного производства, социальному и экономическому развитию и укреплению обороноспособности государства, международному сотрудничеству Казахстана. Но исследование показало некотрые сложности в плане литья и конструктирование.

Ключевые слова: тяжелое машиностроение, железная дорога, локомотив

М.Е. Жамалов, Ж.Н. Исабеков

Қазақстанның темір жол өнеркәсібіндегі маңызды машина жасау зауытттары

Аңдатпа: бұл мақалада Қазақстандағы темір жол өндірісін зерттеу нәтижелері келтірілген. Темір жол бағыттары Қазақстан экономикасының маңызды базалық салаларының бірі болып табылады, оның ішкі және сыртқы көлік-экономикалық байланыстарын және халықтың тасымалдауға қажеттілігін қамтамасыз етеді. Теміржол көлігінің бірыңғай көлік жүйесінің бір бөлігі ретіндегі қызметі қоғамдық өндірістің барлық салаларының қалыпты жұмыс істеуіне, әлеуметтік және экономикалық дамуға және мемлекеттің қорғаныс қабілетін нығайтуға, Қазақстанның халықаралық ынтымақтастығына ықпал етеді. Бірақ бұл зерттеу ол өндірістің құю және құрастыру жағынан қиындықтар анықталды.

Түйін сөздер: ауыр машина жасау, темір жол, локомоти

UDC 621.548.5

Z.Z. Zhuman

Scientific adviser – A.S. Askarov, professor
Satbayev University, Kazakhstan, Almaty city
Institute of Industrial Engineering, Kazakhstan, Almaty city
zhanatuly96@gmail.com

WIND TURBINES WITH VERTICAL AXIS OF ROTATION

Abstract. *Nowadays the problem of lack of fuel reserves, forcing people to look for new types of energy. Therefore, humanity decided to find another type of energy, which is not harmful and inexhaustible. One of the clearest examples of this is wind energy. This article describes the state of development of this type of energy in the world. A striking example of the development of wind energy is the creation and regular modernization of wind turbines. People divide them into two basic types: horizontal axis and vertical axis wind turbines. Below are their advantages and disadvantages.*

Key words: *wind turbines, rotation, vertical axis, horizontal axis, wind energy.*

A wind turbine turns energy in the wind into electricity using the aerodynamic force created by the rotor blades, which work similarly to an airplane wing or helicopter rotor blade. When the wind

flows across the blade, the air pressure on one side of the blade decreases. The difference in air pressure across the two sides of the blade creates both lift and drag. The force of the lift is stronger than the drag and this causes the rotor to spin. The rotor is connected to the generator, either directly (if it's a direct drive turbine) or through a shaft and a series of gears (a gearbox) that speed up the rotation and allow for a physically smaller generator. This translation of aerodynamic force to rotation of a generator creates electricity.

There are two primary types of wind turbines used in implementation of wind energy systems: horizontal-axis wind turbines (HAWTs) and vertical-axis wind turbines (VAWTs).

Large three-bladed horizontal-axis wind turbines (HAWT) with the blades upwind of the tower produce the overwhelming majority of wind power in the world today. These turbines have the main rotor shaft and electrical generator at the top of a tower, and must be pointed into the wind. Small turbines are pointed by a simple wind vane, while large turbines generally use a wind sensor coupled with a yaw system. Most have a gearbox, which turns the slow rotation of the blades into a quicker rotation that is more suitable to drive an electrical generator. Some turbines use a different type of generator suited to slower rotational speed input. These do not need a gearbox, and are called direct-drive, meaning they couple the rotor directly to the generator with no gearbox in between. While permanent magnet direct-drive generators can be more costly due to the rare earth materials required, these gearless turbines are sometimes preferred over gearbox generators because they "eliminate the gear-speed increaser, which is susceptible to significant accumulated fatigue torque loading, related reliability issues, and maintenance costs."

For the disadvantages of the HAWT, most turbines are not efficient when it is installed close to the ground where there is not much wind. In addition, the tall tower and long blades are very expensive and difficult to transport and install. Another disadvantage of HAWT is that it is difficult to perform repairing operations to HAWT because the gearbox, generator and the rotor are all placed at the top of the tower.

Vertical-axis wind turbines (or VAWTs) have the main rotor shaft arranged vertically. One advantage of this arrangement is that the turbine does not need to be pointed into the wind to be effective, which is an advantage on a site where the wind direction is highly variable. It is also an advantage when the turbine is integrated into a building because it is inherently less steerable. Also, the generator and gearbox can be placed near the ground, using a direct drive from the rotor assembly to the ground-based gearbox, improving accessibility for maintenance.

The advantage of VAWT is that it does not need to always be faced against the wind’s direction like the HAWT. The blades of the vertical axis wind turbine can intercept the wind from any directions because of the blade design. The VAWT are usually of smaller scale turbine than most HAWT and therefore it is easier to be transported and installed. The VAWT can also be used in residential area on roofs because of its smaller size. It is also easier to repair VAWT because the gearbox and generator are placed at the bottom of the turbine.

According to our place, in Kazakhstan wind’s direction is not stable. Therefore, in that case it would be more convenient to use vertical axis wind turbines. The big profit from VAWT we can get is it needs less money for construction.

Materials that are typically used for the rotor blades in wind turbines are composites, as they tend to have a high stiffness, high strength, high fatigue resistance, and low weight. Typical resins used for these composites include polyester and epoxy, while glass and carbon fibers have been used for the reinforcing material. Construction may use manual layup techniques or composite resin injection molding. As the price of glass fibers is only about one tenth the price of carbon fiber, glass fiber is still dominant.

As competition in the wind market increases, companies are seeking ways to draw greater efficiency from their designs. One of the predominant ways wind turbines have gained performance is by increasing rotor diameters, and thus blade length. Retrofitting current turbines with larger blades mitigates the need and risks associated with a system-level redesign. As the size of the blade increases, its tendency to deflect also increases. Thus, from a materials perspective, the stiffness-to-weight is of major importance. As the blades need to function over a 100 million load cycles over a

period of 20–25 years, the fatigue life of the blade materials is also of utmost importance. By incorporating carbon fiber into parts of existing blade systems, manufacturers may increase the length of the blades without increasing their overall weight. For instance, the spar cap, a structural element of a turbine blade, commonly experiences high tensile loading, making it an ideal candidate to utilize the enhanced tensile properties of carbon fiber in comparison to glass fiber. Higher stiffness and lower density translates to thinner, lighter blades offering equivalent performance. In a 10 (MW) turbine, which will become more common in offshore systems by 2021—blades may reach over 100 m in length and weigh up to 50 metric tons when fabricated out of glass fiber. A switch to carbon fiber in the structural spar of the blade yields weight savings of 20 to 30 percent, or approximately 15 metric tons. Some of the most common materials, which are being used for turbine blades now and will be in the future, are summarized below:

The stiffness of composites is determined by the stiffness of fibers and their volume content. Typically, E-glass fibers are used as main reinforcement in the composites. Typically, the glass/epoxy composites for wind blades contain up to 75% glass by weight. This increases the stiffness, tensile and compression strength. A promising source of the composite materials in the future is glass fibers with modified compositions like S-glass, R-glass etc. Some other special glasses developed by Owens Corning are ECRGLAS, Advantex and most recently WindStrand glass fibers.

These include E-glass/carbon, E-glass/aramid and they present an exciting alternative to pure glass or carbon reinforcements. that the full replacement would lead to 80% weight savings, and cost increase by 150%, while a partial (30%) replacement would lead to only 90% cost increase and 50% weight reduction for 8 m turbine. The world currently longest wind turbine rotor blade, the 88.4 m long blade from LM Wind Power is made of carbon/glass hybrid composites. However, additional investigations are required for the optimal composition of the materials.

Additions of small amount (0.5 weight %) of nanoreinforcement (carbon nanotubes or nanoclay in the polymer matrix of composites, fiber sizing or interlaminar layers can allow to increase the fatigue resistance, shear or compressive strength as well as fracture toughness of the composites by 30–80%. Research has also shown that the incorporation of small amount of carbon nanotubes/CNT can increase the lifetime up to 1500%.

While the material cost is significantly lower for all-glass fiber blades than for hybrid glass/carbon fiber blades, there is a potential for tremendous savings in manufacturing costs when labor price is considered. Utilizing carbon fiber enables for simpler designs that use less raw material. The chief manufacturing process in blade fabrication is the layering of plies. By reducing the number of layers of plies, as is enabled by thinner blade design, the cost of labor may be decreased, and in some cases, equate to the cost of labor for glass fiber blades.

Materials for wind turbine parts other than the rotor blades (including the rotor hub, gearbox, frame, and tower) are largely composed of steel. Modern turbines use a couple of tons of copper for generators, cables, and such. Smaller wind turbines have begun incorporating more aluminum based alloys into these components in an effort to make the turbines lighter and more efficient, and may continue to be used increasingly if fatigue and strength properties can be improved. Prestressed concrete has been increasingly used for the material of the tower, but still requires much reinforcing steel to meet the strength requirement of the turbine. Additionally, step-up gearboxes are being increasingly replaced with variable speed generators, increasing the demand for magnetic materials in wind turbines. In particular, this would require an increased supply of the rare earth metal neodymium.

Interest in recycling blades varies in different markets and depends on the waste legislation and local economics. A challenge in recycling blades is related to the composite material, which is made of a thermosetting matrix and glass fibers or a combination of glass and carbon fibers. Thermosetting matrix cannot be remolded to form new composites. So the options are either to reuse the blade and the composite material elements as they are found in the blade or to transform the composite material into a new source of material. In Germany, wind turbine blades are commercially recycled as part of an alternative fuel mix for a cement factory. A study of the

material consumption trends and requirements for wind energy in Europe found that bigger turbines have a higher consumption of precious metals but lower material input per kW generated. The current material consumption and stock was compared to input materials for various onshore system sizes. In all EU countries the estimates for 2020 exceeded and doubled the values consumed in 2009. These countries would need to expand their resources to be able to meet the estimated demand for 2020. For example, currently the EU has 3% of world supply of fluorspar and it requires 14% by 2020. Globally, the main exporting countries are South Africa, Mexico and China. This is similar with other critical and valuable materials required for energy systems such as magnesium, silver and indium. In addition, the levels of recycling of these materials is very low and focusing on that could alleviate issues with supply in the future. It is important to note that since most of these valuable materials are also used in other emerging technologies, like LEDs, PVs and LCDs, it is projected that demand for them will continue to increase.

A report by the United States Geological Survey estimated the projected materials requirement in order to fulfill the US commitment to supplying 20% of its electricity from wind power by 2030. They did not address requirements for small turbines or offshore turbines since those were not widely deployed in 2008, when the study was created. They found that there are increases in common materials such as cast iron, steel and concrete that represent 2–3% of the material consumption in 2008. Between 110,000 and 115,000 metric tons of fiberglass would be required annually, equivalent to 14% of consumption in 2008. They did not see a high increase in demand for rare metals compared to available supply, however rare metals that are also being used for other technologies such as batteries, which are increasing its global demand, need to be taken into account. Land, which might not be considered a material, is an important resource in deploying wind technologies. Reaching the 2030 goal would require 50,000 square kilometers of onshore land area and 11,000 square kilometers of offshore. This is not considered a problem in the US due to its vast area and the ability to use land for farming and grazing. A greater limitation for the technology would be the variability and transmission infrastructure to areas of higher demand.

Permanent magnets for wind turbine generators contain rare earth metals such as Nd, Pr, Tb, and Dy. Systems that use magnetic direct drive turbines require higher amounts of rare metals. Therefore, an increase in wind production would increase the demand for these resources. It is estimated that the additional demand for Nd in 2035 may be 4,000 to 18,000 tons and Dy could see an increase of 200 to 1200 tons. These values represent a quarter to half of current production levels. However, since technologies are developing rapidly, driven by supply and price of materials these estimated levels are extremely uncertain.

Reliance on rare earth minerals for components has risked expense and price volatility as China has been main producer of rare earth minerals (96% in 2009) and had been reducing its export quotas of these materials. In recent years, however, other producers have increased production of rare earth minerals and China has removed its reduced export quota on rare earths leading to an increased supply and decreased cost of rare earth minerals, increasing the viability of the implementation of variable speed generators in wind turbines on a large scale.

References:

1. Evans, Annette; Strezov, Vladimir; Evans, Tim (June 2009). "Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies". Renewable and Sustainable Energy Reviews. 13 (5): 1082–1088. doi:10.1016/j.rser.2008.03.008

2. Drachmann, A.G. (1961). "Heron's Windmill". Centaurus. 7: 145–151.

3. Dietrich Lohrmann, "Von der östlichen zur westlichen Windmühle", Archiv für Kulturgeschichte, Vol. 77, Issue 1 (1995), pp. 1–30 (10f.)

4. Ahmad Y Hassan, Donald Routledge Hill (1986). Islamic Technology: An illustrated history, p. 54. Cambridge University Press. ISBN 0-521-42239-6.

5. Donald Routledge Hill, "Mechanical Engineering in the Medieval Near East", Scientific American, May 1991, pp. 64–69. (cf. Donald Routledge Hill, Mechanical Engineering)

6. Morthorst, Poul Erik; Redlinger, Robert Y.; Andersen, Per (2002). Wind energy in the 21st century: economics, policy, technology and the changing electricity industry. Houndmills, Basingstoke, Hampshire: Palgrave/UNEP. ISBN 978-0-333-79248-3.

Ж.Ж. Жуман, Е.С. Аскаров

Ветроустановки с вертикальной осью вращения

Аннотация. В наше время проблема нехватки запасов топлива заставляет людей искать новые виды энергии. Поэтому человечество решило найти другой вид энергии, который не является вредным и неисчерпаемым. Одним из ярких примеров этого является энергия ветра. В данной статье описывается состояние развития этого вида энергии в мире. Ярким примером развития ветроэнергетики является создание и регулярная модернизация ветряных турбин. Люди делят их на два основных типа: горизонтальные оси и вертикальные оси ветровых турбин. Ниже приведены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: ветряные турбины, вращение, вертикальная ось, горизонтальная ось, энергия ветра.

Ж.Ж. Жуман, Е.С. Аскаров

Тік айналу осі бар жел қондырғылары

Аңдатпа. Қазіргі уақытта отын қорының жетіспеушілігі адамдарды энергияның жаңа түрлерін іздеуге мәжбүрлейді. Сондықтан адамзат зиянды және сарқылмайтын энергияның басқа түрін табуды шешті. Бұл жарқын мысалдардың бірі-жел энергиясы. Бұл мақалада әлемдегі энергияның осы түрінің даму жағдайы сипатталады. Жел энергетикасын дамытудың жарқын мысалы жел турбиналарын құру және үнемі жаңғырту болып табылады. Адамдар оларды екі негізгі түрге бөледі: көлденең осьтер және жел турбиналарының тік осьтері. Төменде олардың артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

Түйін сөздер: жел турбиналары, айналу, тік ось, көлденең ось, жел энергиясы.

УДК 681.622.6

Ә.Н. Дүйсенбек, Б.К. Наурушев
Ғылыми жетекші - Ж.Е. Ибраева ассоц. профессор, к. х. н.
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.
aselka_star@mail.ru

ПАРАЛЛЕЛЬДІ МАНИПУЛЯТОРЛАРДЫҢ КӨМЕГІМЕН ПОЛИГРАФИЯЛЫҚ ТИГЕЛЬДІ ПРЕССТЕРДІ АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ ЗАМАНАУИ ШЕШІМДЕРІ

Аңдатпа. *Полиграфия өндірісінде заманауи және сенімді жұмыс атқаратын қондырғылардың маңызы өте зор. Бұл талаптар жоғары бәсекелестіктің, әсіресе, барлық баспаханалардың 80 пайызы шоғырланған шағын және орта кәсіпорындарында пайда болған. Қондырғылардың шағын, сенімді және автоматтандырылуы талаптарын орындау керек. Мақалада автоматты режимде өнімділікті арттыратын өздігінен берілетін құрылғылардың көмегімен прессторді автоматтандыру мәселесі қарастырылады. Осы мақсатта екі жұмысшы органы бар параллельді манипулятор қолданылады. Жұмысшы органдарының бірі жаңа баспа материалдарын жеткізуді қамтамасыз етеді, ал екіншісі басқаннан кейін оны алады. Кейбір кәсіпорындарда қағаздың қозғалысын тікелей траекториямен қамтамасыз етеді, бұл қағазды қозғалту үшін ыңғайлы болды, бірақ техникалық жағынан күрделі механикалық жүйе болды, керісінше, басқалар өңделетін материалдың параметрлеріне зиян келтірмей, құрылымын жеңілдетті. Барлық осы техникалық шешімдер ұсынылған материалдарда көрсетілген және баспа машиналарын автоматтандыру мәселесін зерттеуге көмектеседі.*

Түйінді сөздер*: тигельді пресс, беру құралы, манипулятор, полиграфия, механизм.*

Қазіргі таңда полиграфия химия, механика және машина жасау саласындағы соңғы жетістіктерге қол жеткізуде жоғары технологиялық кәсіп болып табылады. Өнімділіктің артуы жаңа жабдықтарды енгізу арқылы ғана емес, сондай-ақ, уақыт талабы мен сенімділігі бар қолданыстағы жаңғырту жолымен жүзеге асырылады. Мысал ретінде, ғасырлар бойы адамзаттың игілігі үшін баспаханадағы тигельді прессті жұмыс жасауын алсақ болады. Уақыт өте келе қолданыстағы қондырғының мүмкіндіктері тигельді прессті күші келесідей операцияларды, атап айтатын болсақ, басып шығару, кесу, қаптау, белгілі бір қалыңдықтағы, тығыздықтағы пластмасс, картон және қағаздарды басып шығаруда өзектілігін жоғалтқан жоқ. Артықшылықтары бар болғанымен, оны автоматтандыру керек екенін түсіну қажет, механикалық сұлба сақталған, ол оператордың қолдарының қозғалысын қалай көшіруге және механизмдердің антропоморфтік кинематикалық сұлбаларын жасауға қандай да бір жол бермейді.

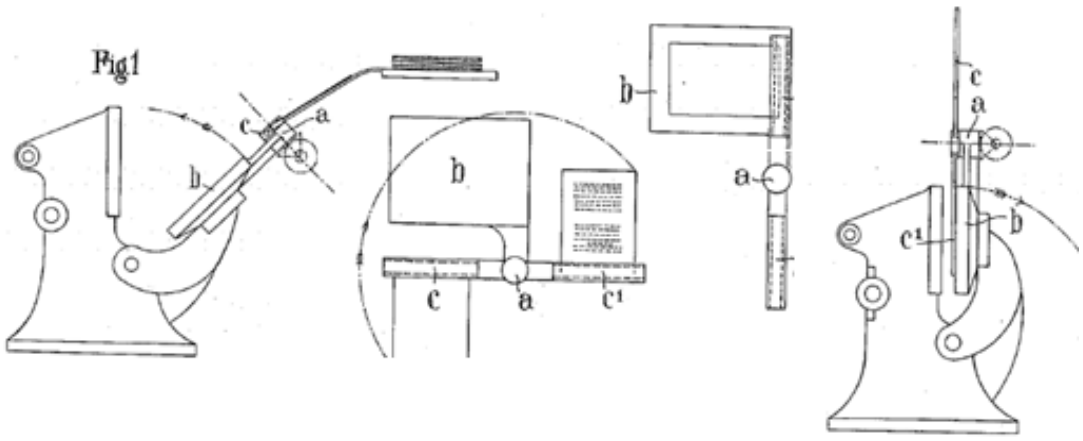
Бұл мәселені өнеркәсіптік роботтарды енгізу арқылы шеше аламыз, бірақ бұл құрам бөліктерінің жетектері орнықпаған режимде үнемі жеделдетіп және тежеп тұрса күштің жұмыс істеу принципіне оңтайлы болмайды, ал егер баспа жұмысының жұмыс түріне байланысты сағатына 2000-3000 парақты орташа жылдамдықпен жұмыс жасайтынын қарастырсақ, онда жұмыс өнімділігін жоғалтады. Осы қажеттіліктер үшін жетекші баспа жабдығын шығаратын өндірушілер тигельді прессpен құрамдас екі жұмысшы органымен болатын параллельді манипуляторларды пайдаланады. Бұл жүйеде манипуляторлар аз уақыт ішінде жасалған қағазды прессten алып, келесі парақты қойып үлгереді. Бұл құрылғы беру құралы болып табылады, біздің жағдайымызда тигельді прессtің беру құралын сөз етеміз, онда қозғалыс прессten беру құралына арнайы рычагтардың көмегімен жүзеге асады, жалпы

пресс пен беру құралы бір механизм болып табылады. Келесі ретте параллельді манипуляторларды жобалауға мүдделі модельдерді қарастырамыз.

1913 жылы ең алғаш автоматты түрде қағазды беретін құралды ойлап тапқан және патенттеген Карл Гильке болып саналады[1], келесі жылдары өнімділігі сағатына 2600 парақ болатын «Original Heidelberger Tiegel» тигельді машинасының ағымдық өндірісі басталды.

Парақты беруде екі жақты пропеллерлі ұстағыш пен иінді біліктің қысқыштарының арқасында мұндай жылдамдықпен жұмыс істеуге мүмкіндік туды. Осы параметрлердің барлығы осы модельді 1914 жылдан 1984 жылға дейін әлемдегі ең танымал баспа машинасы етті, «Original Heidelberger Tiegel» машинасында 160 000-нан астам тигельді пресс шығарған, ең қызығы, бүгінде олар бұрғылау және бояу сияқты операцияларда қолданылады [2].

1-суретте инженер Гилькенің патентінен алынған графикалық сұлба көрсетілген, онда өнертабысының жұмыс істеу принципі түсіндіріледі. Автоматтандыру жүйесінде пропеллерді ұстағыш тұрады, ол айналған кезде парақтарды үстіңгі үстелден пресске және артқа жылжытады, бірақ сорғыш болмаса үстелден таза парақты көтере алмас едік, парақтар бір уақытта алынып, қайтарылады. Пропеллер 90 градусқа дейін айналады және басып шығару кезінде бір жағынан қағаз парағын ұстайды, ұстағыш қозғалмалы төсемде орналасқан және онымен бірге жылжиды.



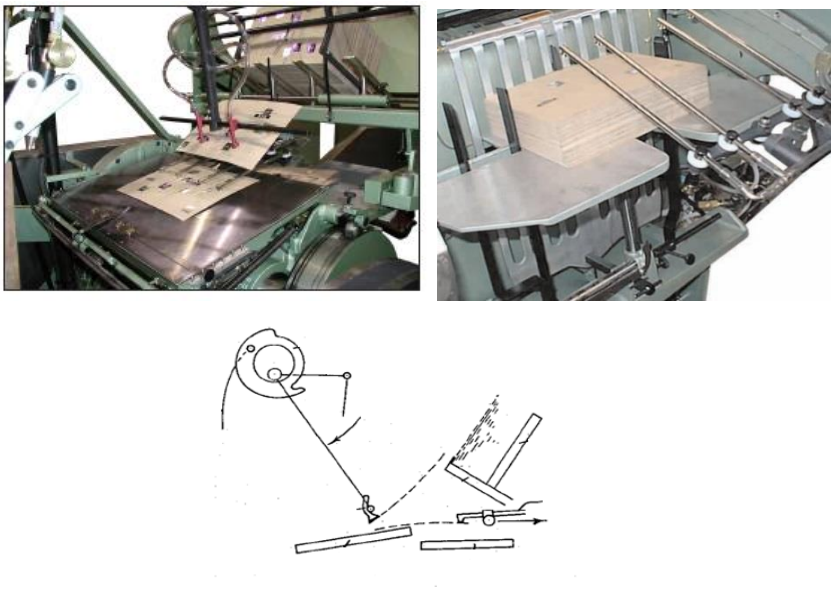
1-сурет –Гилькенің патентінен графикалық түсіндірме

1950 жылдан бастап Чехияда Adamovská strojírna (ADAST) Heidelberger Tiegel-ге ұқсас дизайнымен баспа машиналарын шығаруға кірісті, Adast Grafopress GPE деп аталатын машиналардың ең соңғы үлгілері жоғары жылдамдықпен сағатына 5500 параққа дейін шығарды және қағаздың, картонның қалыңдығы 1 мм дейін болды.

1919 жылы негізін салған Kluge (Brandtjen & Kluge, Inc.) кәсіпорыны автоматты түрде қағазды беруге арналған тигельді прессterді шығара бастады. Кәсіпорынның қазіргі заманауи ассортиментінде пресстің 3 сериясы бар, олар EHD, EHF, EHG. Олардың бір-бірінен айырмашылығы қағаздарының өңделетін форматында және прессterдің өзара орындалуында болып табылады. Бұл өнім Солтүстік Америка нарығында өте танымал.

2-суретте ұстағыштың жалпы көрінісі мен парақты тасымалдаудағы қозғалыс траекториясы көрсетілген.

Суретте инженерлер жұмыс органдарының түзу траекториямен қозғалуына қол жеткізгенін көруге болады, бұл қағазмен жұмыс істеуді аса мұқият және тиімді етеді.[3]. Жоғарғы манипулятор түтікшеден жасалған, онда әртүрлі қалыңдықтағы қағаздармен жұмыс жасауға қажетті қысым пайда болады, ал клапандардың ашылуы және жабылуы манипулятор рычагтарының механикалық тәуелділік күйіне және пресстің жылжымалы төсеміне байланысты болады [4].

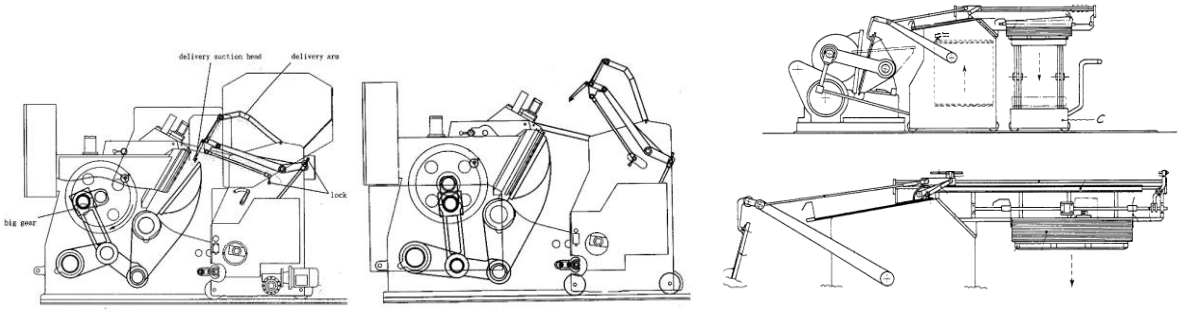


2-сурет –Жоғарғы және төменгі ұстағыштардың парақты тасымалдаудағы қозғалыс траекториясының жалпы көрінісі

1911 жылы итальяндық тигельді прессердің өндірісі Saroglia кәсіпорнында басталды. 1954 жылы Saroglia Ultra Balilla өндірісін құруға сәті түсті, оның максималды өңдеу жылдамдығы сағатына 4000 параққа дейін болды, бұл екі жұмыс органы бар параллельді манипуляторды орнату арқасында мүмкін болды. Бұл механизмнің құрылысы қосиінді-рычагты және ең соңғы Saroglia Fub-Gold моделінде қолданылып келеді. Бұл модельдің техникалық сипаттамалары максималды жылдамдықта сағатына 2500 парақты және 750х300мм форматта шығарады, сондай-ақ 5 мм дейінгі қалың қағазмен жұмыс істеуге мүмкіндік береді, алдыңғы модельде 1,5 мм дейін ұсынылған.

3-суреттен жоғарғы ұстағыштың және тигельді прессtің бірлесіп қозғалатын кездегі екі жағдайын көруге болады.

80-жылдары Saroglia мен итальяндық Rabolini кәсіпорындары арнайы ірі тигельді прессерді шығару барысында біріктірілді.



3-сурет - Тигельді пресс пен беру құралы Saroglia Fub-Gold, Rabolini IMPERIA моделдерінің бірлескен қозғалысы

Нәтижесінде 3-суретте Rabolini кәсіпорынының сатылым маркасы IMPERIA бейнеленген, жұмыс үстелінің маркалары “B” 61 х 86 см, “C” 75 х 105 см, “D” 85 х 120 см, “E” 100 х 140 см, “F” 120 х 165 см, беру құралы пайда болған. Беру құралы рычагты ұстағыштардан тұрады және әртүрлі қалыңдықтағы қағаз, картон, былғары, пластмасстармен жұмыс жасауға қабілетті, сондай-ақ сағатына 1600 парақпен жұмыс істей алады. IMPERIA тигельді прессі қолмен беру арқылы да, беру құралының көмегімен де жұмыс жасайды.

Пресс пен беру құралының өзара байланысын 3- суреттен көруге болады, олар арнайы қауіпсіздік жүйесімен реттеледі, егер дұрыс байланыспаған болса машинаны өшіріп тастайды.

Қытай өндірушілері, әсіресе, Shanghai Yawa Printing Machinery Co., Ltd мен Guangya Machinery Co., Ltd TYML 750A мен TL780 моделдері итальяндық Saroglia Fub моделіне өте ұқсас болып келеді. Техникалық көрсеткіштері де біршама ұқсас, алайда бағасы жөнінен азиялықтар алда. Механизмдер мен машиналар теориясының қазіргі заманғы әдістері полиграфиялық саланың мұқтаждықтары үшін автоматтандырылған машиналарды құруға мүмкіндік береді, осы мақсатта екі жұмысшы органымен параллельді құрылымның манипуляторларын қолданады. Оларды автоматтандыру үшін пайдаланылатын тигельді пресс автоматты машиналары мен манипуляторлар кішігірім және орташа баспа кәсіпорындарының өнімділігін бірнеше рет арттырады, себебі оператор бір уақытта бірнеше машинаны қарауға мүмкіндігі болады.

Қорытынды: Мақалада тигельді прессті беру құралының көмегімен автоматтандыру проблемасы айқындалды. Тигельді прессті беру құралымен бірге жасауда Германия, АҚШ, Италия, Қытай елдері алдыңғы орында, сонымен қатар тек тигельді пресстің өзін шығаратын басқа да кәсіпорындар жоқ емес. Егер беру құралын екінші қайта пайдаланатын болсақ, кешенді беру құралына сұраныстың артатынын көруге болады, осындай мүмкіндікті Rabolini кәсіпорыны өздерінің IMPERIA модельді маркасына жасаған. Осындай өзектілігімен автоматтандыру өндірісте екі жұмысшы органы бар параллельді манипуляторлармен жұмыс жасауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

[1] Patent of USA № 1180770, 25.04.1916. Gilke K, Automatic feed and delivery device for platen printing-presses // Patent of USA serial № 796297 filed 20.10.1913.

[2] Гельмут Киппхан. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / Гельмут Киппхан; Пер. с нем. – М.: МГУП, 2003. – 1280 с.

[3] Patent of USA №1472656, 30.10.1923. Kluge A., et al., Pneumatic feeding device for printing presses. // Patent of USA serial № 1472656 filed 19.07.1919.

[4] Patent of USA №1592635, 13.07.1926. Kluge A., et al., Sheet feeding device. // Patent of USA serial № 1592635 filed 07.05.1923.

[5] Patent of USA №2318165, 04.05.1943. Kluge A., et al., Sheet delivery mechanism. // Patent of USA serial № 2318165 filed 11.10.1941.

Duisenbek Asel Nurgalikyzy, Naurushev Batyr Kabirovich

«Modern solutions for the automation of printing platen presses using parallel manipulators».

The article discusses the automation of platen presses using parallel manipulators, which can provide a direct trajectory of movement of a sheet of paper, which is the best, but technically it turned out to be difficult, and, conversely, someone simplified the design to damage the parameters of the processed material. All these technical solutions are reflected in the presented material and will help in studying the problem of automation of printing machines.

Keywords: platen press, feeder, manipulator, polygraphy, mechanism.

Дүйсенбек Әсел Нұрғалиқызы, Наурушев Батыр Кабирович

«Современные решения автоматизации полиграфических тигельных прессов с помощью параллельных манипуляторов».

В статье обсуждается автоматизация тигельных прессов с использованием параллельных манипуляторов, которые могут обеспечить прямую траекторию движения листа бумаги, что является наилучшим, но конструктивно сложно, и, наоборот, кто-то упростил конструкцию в ущерб параметров обрабатываемого материала. Все эти технические решения отражены в представленном материале и помогут в изучении проблемы автоматизации печатных машин..

Ключевые слова: тигельный пресс, самонаклад, манипулятор, полиграфия, механизм.

УДК: 622.771.2

Е.А. Ерубаев, Э.А. Тусупкалиева, У.Д. Ангарбеков, Н.С.Сембаев
Научный руководитель: С.А. Машеков, доктор технических наук, профессор
Satbayev University, г. Алматы
mashekov.1957@mail.ru

НА РАДИАЛЬНО-СДВИГОВОМ СТАНЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СОЗДАНИЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ ПРУТКОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. *В работе установлено, что одним из важным условием создания надежного и долговечного радиально-сдвигового стана (РСС) является разработка конструкции машин, имеющие малые по величине зазоры. Уменьшение зазоров достигается за счет сокращение подвижных соединений в различных узлах и деталях РСС. Малые по величине зазоры позволяют понизить динамические нагрузки в главной линии, особенно в рабочей клети, РСС. В статье показано, что уменьшения зазоров в узлах главной линии стана может быть достигнуто за счет применения в рабочих клетях стана радиально-сдвиговой прокатки трех валков, надежных нажимных механизмов, гидравлических прижимов, шпиндельных устройств на подшипниках качения, индивидуального привода валков. Применение индивидуального привода позволить исключить редукторы и шестеренные клети, имеющие сравнительно большие зазоры в узлах зацепления и других соединениях. На основе расчетных данных в статье предложено совмещенный с прессованием новый РСС. Данный стан позволяет изготовить наноструктурированные прутки из цветных металлов при больших степенях деформации без нарушения сплошности материала заготовтовки.*

Ключевые слава: *радиально-сдвиговый стан, наноструктурированные прутки, цветной металл, прессование, валки, матрица, нажимной механизм, подшипники*

Специалистам металлургической, машиностроительной и других отраслей народного хозяйства широко известно, что решением проблемы качественного улучшения физико-технических, технологических и эксплуатационных свойств металлопродукции широкого назначения является использование наноструктурированных металлических материалов [1].

Наноструктурированные металлические прутки широко используются для изготовления наноструктурных, высокопрочных и высокоэлектропроводных электротехнических проволок для различных применений [2,3].

Металлические материалы, такие как титан и его сплавы, широко используются для изготовления медицинских имплантантов в травматологии, ортопедии и стоматологии [4,5,6]. При применении подобных материалов в качестве медицинских изделий существует ряд необходимых условий их соответствия определенным требованиям. Одним из основных требований является биосовместимость, заключающаяся в отсутствии негативных факторов при взаимодействии материала с биоорганическими тканями. С другой стороны, материалы медицинского назначения должны обладать значительной механической прочностью, особенно под действием динамических нагрузок, что важно для обеспечения долговечности изготавливаемых медицинских изделий. Кроме того, материалы должны быть технологичными и иметь низкую себестоимость.

Многочисленные клинические исследования медицинских изделий, изготовленных из технически чистого титана, в травматологии, ортопедии и стоматологии показывают его достаточно высокую биосовместимость по сравнению с другими металлами и сплавами [4,5,6]. Однако механическая прочность обычного чистого титана низка. Большой интерес вызывает новый подход к повышению свойств технического титана, связанный с их наноструктурированием методами интенсивной пластической деформации (ИПД) [7,8].

Одним из широко применяемым способом получения наноструктурных полуфабрикатов является измельчение зерна интенсивным пластическим деформированием [7,8]. Формирование наноструктур данным способом позволяет кардинально изменить свойства материалов и достичь качественно новых характеристик таких, как очень высокая прочность при значительной пластичности, высокая усталостная прочность и долговечность, износостойкость, сверхпластичность и другие.

В связи с вышесказанным, получение наноструктурированных полуфабрикатов и изделий настоящее время является *актуальным* как в теоретическом, так и прикладном аспектах современного и перспективного материаловедения.

Для получения металлических материалов многоцелевого назначения нами предлагается новый радиально-сдвиговый стан (РСС), где совмещением радиально-сдвиговой прокатки (РСП) и прессования получают наноструктурированные прутки из цветных металлов (рисунок 1) [9]. Данное устройство содержит привод, рабочую клеть, вращающиеся в одну сторону винтообразные валки и матрицу. Валки данного устройства имеют гладкие и волнисто-конусообразные участки захвата и обжатия, соответственно, и калибрующие цилиндрические участки. При этом выступы или впадины валков, имеющие одинаковую ширину и соответственно высоту или глубину, выполнены по винтовой линии с углом между касательной к винтовой линии и линией, проходящей через точку касания по образующей перпендикулярно основанием валка равным от 45^{o} до 60^{o}.

Прессование прутков осуществляют следующим образом. Заготовка подается в зазор между валками и деформируется с выступами и впадинами волнисто-конусообразных участков валков при вращении валков в одном направлений. Валки, вращаясь своим вращательным движением поступательно двигают деформируемый металл и выдавливают их через отверстие в матрице.

Деформирование заготовки в волнисто-конусообразных участках валков обеспечивает поступательное и вращательное движение заготовки в направлении прессование. Вращательно-поступательное движение способствует эффективному измельчению структуры металла по всему сечению заготовки за счет развития сдвиговых деформаций и получению наноструктурированных прутков.

Радиально-сдвиговый стан представляет собой комплекс прокатного и нагревательного оборудования, предназначенного для горячей винтовой прокатки прутков малых диаметров. Трехвалковая рабочая клеть РСС (рисунок 2) состоит из станины 1, в расточках которой через 120° смонтированы узлы рабочих валков 2. Рабочие валки смонтированы на подушках 3, крутящий момент, которым передается через шпиндели от электродвигателей. Клети нового стана сконструированы с возможностью расположение валков в клети с различными углами к оси прокатки и тангенциальным смещением относительно ее на 18 мм. Параметры, характеризующие взаимное положение осей прокатки и валков были определены в результате изучения опыта эксплуатации станов винтовой и радиально-сдвиговой прокатки.

Проектирование РСС проводили на основе теоретических расчетов, при этом проанализировали результаты конструкторских решений ученых ближнего и дальнего зарубежья.

Проанализировав известные решения, пришли к выводу, что при конструировании нового стана параметры, заложенные при проектировании главной линии стана (например, зазоры в соединениях), должны быть рациональным и оставаться постоянным и не зависят от срока службы оборудования. Определили, что зазоры в соединениях, являются постоянно действующими и степень их воздействия зависеть от величины зазоров и упругости звеньев. Установили, что очень вредным являются большие зазоры в деталях и узлах стана РСП ввиду наличия привода через шпиндели. Из-за динамического воздействия вращающихся прутков на очаг деформации и на оборудования рабочей линии стана, большие зазоры являются источником колебаний стана.

Результаты теоретических расчетов позволила установить, что для конструирования надежного и долговечного РСС с высокими функциональными характеристиками

необходимо создание конструкции машин, имеющих малое по величине зазоры. Это достигается за счет сокращение подвижных соединений в различных узлах и деталях. Уменьшение зазоров приводить к понижению динамических нагрузок в главной линии, особенно в рабочей клети РСС.

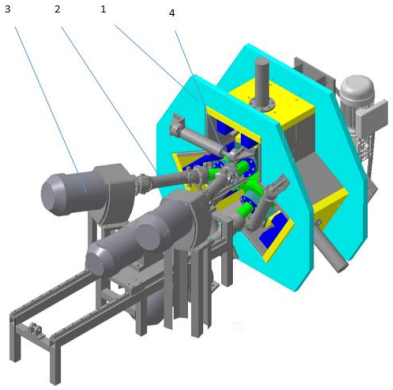


Рисунок 1 – Радиально-сдвиговый стан: 1 - корпус стана, 2 – шпиндель 3 – электродвигатель, 4 – валки

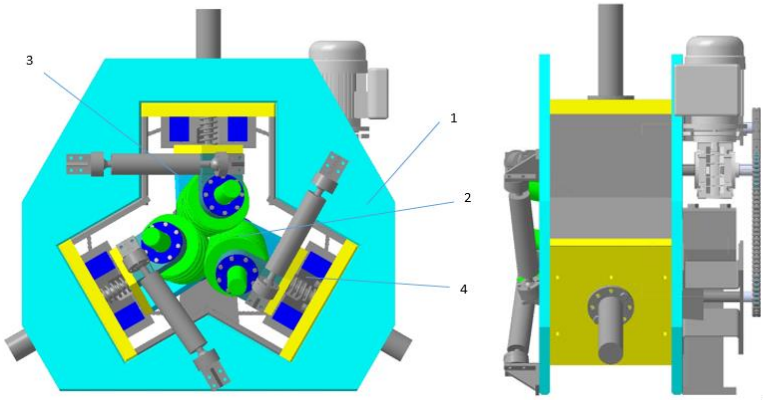


Рисунок 2 - Трехвалковая рабочая клеть радиально-сдвигового стана: 1 – станина, 2 – рабочие валки, 3 – подушка, 4 – клин

Минимальное значение зазоров в узлах главной линии стана может быть достигнуто за счет применения в рабочих клетях стана РСП трех валков, надежных нажимных механизмов, гидравлических прижимов, шпиндельных устройств на подшипниках качения, индивидуального привода валков. Применение индивидуального привода позволить исключить редукторы и шестеренные клети, имеющие сравнительно большие зазоры в узлах зацепления и других соединениях.

На основе теоретических расчетов установили, что применение трехвалковых станов приводить к следующим преимуществам:

- деформация металла по всему периметру заготовки, что резько сокращает скольжение металла относительно валков;

- отсуствие неподвижных опорных направляющих линеек резко снижает налипание металла на валок, что повышает срок его службы и повышает за счет этого качество поверхности прокатываемой катанки;

- схема напряженного состояния металла заготовки при прокатке по трехвалковой схеме более благоприятно, чем при двухвалковой схеме прокатки, что позволяет прокатывать заготовки при больших степенях деформации;

- существенно снижается вероятность появление дефектов на поверхности заготовки или полности они устраняются при больших обжатиях.

Литературы:

1. Предложено совмещенный с прессованием новый радиально-сдвиговый стан, позволяющий изготовлять наноструктурированные прутки из цветных металлов при больших степенях деформации без нарушения сплошности материала заготовтовки.

Список литературы

1. Валиев Р. З. Создание наноструктурных металлов и сплавов с уникальными свойствами, используя интенсивные пластические деформации. // Российские нанотехнологии, 2006. Т.1. С. 208–216.

2. Строганов Г.Б., Кайбышев О.А., Фаткуллин О.Х., Мартынов В.Н., Сверхпластичность и износостойкость в машиностроении. М.: Альтекс. 2002. 320 с.

3. Thull R. // Naturwissenschaftliche Aspekte von Werkstoffen in der medizin. Naturwissenschaften, 1994. № 81. P. 481–488.

4. Васин С. Л., Немец Е. А. и др. Биосовместимость / под ред. И. В. Севастьянова. М.: Тровант, 1999. С. 368.

5. Калита В. И. Физика и химия формирования биоинертных и биоактивных поверхностей на имплантантах // Физика и химия обработки материалов, 2000. №5. С. 28–45.

6. Забелин С. Ф., Дорожков А. А. и др. Анализ нанокристаллизации и формирования нанофазных систем в поверхностном слое металлов и сплавов // Технология машиностроения, 2010. №11. С. 312–314.

7. Валиев Р. З., Александров И. В., Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос. 2000. 272 с.

8. Утяшев Ф.З., Рааб Г.И. Деформационные методы получения и обработки ультрамелкозернистых и наноструктурных материалов // Уфа: Гилем. НИК Башк. энцикл. 2013. 376 с.

9. Патент РК № 27722. Машеков С. А., Нугман Е.З., Алшынова А. М. и др. Устройство для непрерывного прессования пресс-изделия. Опубл. 18.12.2013, бюл. №12. 3 с.: ил.

Е.А. Ерубаев, Тусупкалиева Э.А., У.Д. Ангарбеков, Н.С.Сембаев

Медицинаға арналған нанокұрылымды шыбықтарды құрылымы жаңа радиальды-ығыстыру орнағында жасау

Аңдатпа. Жұмыста, сенімді және берік радиальды-ығыстыру орнағын (РЫО) жасаудың маңызды шарттарының бірі болып, кішкентай саңылаулар мөлшеріне иемденген машинаның құрылымын жасау екендігі анықталды. Саңылауларды азайту РЫО әртүрлі тораптары мен тетіктеріндегі, қозғалатын қосылыстарды қысқарту есебінен жетуге болады. Мөлшері бойынша кішкентай саңылаулар, РЫО басты тізбегінде, әсіресе жұмысшы қапасында динамикалық жүктемені азайтуға мүмкіндік жасайды. Мақалада, орнақтың басты тізбегіндегі саңылауларды азайтуды, радиальды-ығыстырып жаймалайтын орнақтың жұмысшы қапасында үш пішінбілікті, сенімді жаншу механизмін, гидравликалық қысқыштарды, домалау мойынтірегінде айналдырық қондырғысын, пішінбіліктердің жеке жетектерін қолдану есебінен жетуге болатындығы көрсетілген. Жеке жетектерді қолдану, ілінісу тораптарында және басқа қосылыстарды салыстырмалы үлкен саңылауларға иемденген редукторлар мен тістегірішті қапастарды қолданбауға мүмкіндік береді. Есептеумен алынған мәліметтер негізінде баспақтаумен біріктіріліп жасалған РЫО мақалада ұсынылған. Бұл орнақ, дайындама материалының тұтастығын бұзбай үлкен деформация дәрежесімен түсті металдардан нанокұрылымы бар шыбықты жасауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: радиальды-ығыстыру орнағы, нанокұрылымды шыбық, түсті металл, баспақтау, пішінбілік, ұяқалып, басқыш механизм, мойынтірек.

Erubaev E., Tussupkaliyeva E., Angarbekov U., Sembayev S.

On the radial-shift mill of new construction creation of nanostructured bars of medical appointment

Annotation. It has been established that one of the important conditions for creating a reliable and durable radial-shear mill (RSM) is the development of machine designs with small gaps. Reduction of gaps is achieved by reducing mobile connections in various components and parts of the RSM. Small gaps allow to reduce the dynamic loads in the main line, especially in the working stand, RSM. The article shows that the reduction of gaps in the nodes of the main line of the mill can be achieved through the use of three rolls radially shear rolling in working stands of the mill, reliable pressure mechanisms, hydraulic clamps, spindle devices on rolling bearings, individual roll drives. The use of an individual drive makes it possible to eliminate gearboxes and gear stands, which have relatively large gaps in the gearing nodes and other connections. Based on the calculated data, the article proposed a combined RSM combined

with pressing. This mill allows you to make nanostructured rods of non-ferrous metals at high degrees of deformation without disrupting the continuity of the material of the workpiece.

Key fame: radial shear mill, nanostructured rods, non-ferrous metal, pressing, rolls, matrix, pressure mechanism, bearings.

УДК 621.01

Жауыт А., Шаратбеков Т. Т., Байтимбетова Б.А.
Алматы Энергетика және Байланыс Университеті, Алматы 050013, Қазақстан
Сәтбаев Университеті, Алматы 050013, Қазақстан
bag06@mail.ru

БІР САТЫЛЫ ЦИЛИНДРЛІ БЕРІЛІСТІ САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Түйіндеме. *Бұл жұмыста көлік қорабындағы тісті механизмдердің динамикалық есебі қарастырылды. Көліктің қорабындағы тісті механизмдердің жанасу ерекшеліктерінің инженерлік моделі жобаланып зерттелінді. Тісті механизмдердің байланысы негізінен жүтемені тасымалдау, соның ішінде жоғарғы динамикалық күштерге бағытталды. Динамикалық есептеулерге әсер ететін тісті дөңгелектің сыртқы және ішкі факторлары қарастырылды. Бұл жұмыста бір сатылы цилиндрлі берілістің динамикалық есебін сандық модельдеу қарастырылды. Бастапқыда барлық әдістер тәжірибелік тәсілмен тексеріліп, тістің тозу коэффициентінің төрт нұсқасы есептелінді. Тозу коэффициенті $\mu_0=0$ болғанда тіс зақымдалмайды, ал тозу коэффициентінің қалған үш нұсқасында тісті дөңгелектің тістері әр түрлі жағдайда зақымдалады. Тісті дөңгелектің жанасу бетіндегі беттік кернеу есептеледі және жеке нұсқалар арасында ең көп бағаланатын фактор ретінде салыстырылды. Соңында, бұл зерттеу әдісі сандық модельдеуді дамыту (жобалау) кезеңінде пайдалы құрал болып табылатынын, сондай-ақ тестілеу сатысында төтенше жағдайдың туындаған проблемасын анықтауға мүмкіндік беретінін дәлелдейді.*

Негізгі сөздер: *Тісті беріліс, сандық модельдеу, Лагранж теңдеуі, тозу коэффициенті.*

Төменде беріліп отырған модель қарапайым тісті берілістердің динамикалық моделін айтарлықтай жеңілдетеді, алайда ол динамикалық коэффициент K_v ның қажетті шамасын бағалау үшін жеткілікті болуы мүмкін [1]. Бұл модель инерция моменті J_1 және J_2 сондайақ екі тісті дөңгелектен тұрады. Тісті дөңгелектің айнымалы қаттылығын көрсететін моделденген серпімді элементі $k_g(t)$ және тұрақты серпімділікті көрсететін серпімді элементі c_g. Жоғарыда келтірілген модель ілініс үйкелісіне арналған. Іліністің үйкеліс күші F_f, ал айнымалы үйкеліс моменті T_f, оған кері бағытта жұмыс жасап турған бұралу моменті T. Жүйедегі кіріс және шығыс буындарындағы бұралу моменті мен айналу жылдамдығы тұрақты болады деп қарастырылады [2].

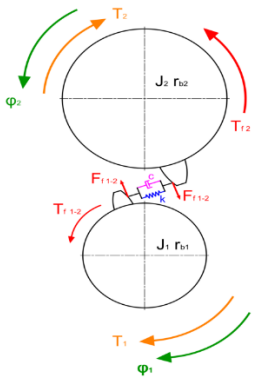


Figure 1 - Цилиндрлік тісті берілістердің серпімді моделі

2 Материалдар мен әдістер

Берілген модел бойынша тістің бұрыштық ауытқуына байланысты екі жалпылама координата бар (1-суретке қараңыз): $q_1 = \varphi_1$, $q_2 = \varphi_2$

Жоғарыда келтірілген жүйенің еркіндік қозғалыс дәрежесі екі ге тең болғандықтан, Лагранж теңдеуінің саныда екіге тең болады [3].

Қозғалыс теңдеуі (I)

Лагранж теңдеуін келесі түрде жазамыз:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_1}\right) - \frac{\partial L}{\partial q_1} + \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_1} = Q_1 \tag{1}$$

Лагранж туындысы:

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}_1} = J_1 \cdot \dot{\varphi}_1 \tag{2}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}_1}\right) = J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 \tag{3}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi_1} = -k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) \cdot r_{b_1} - \frac{1}{2}\left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right)^2 \cdot \frac{\partial k_{g_{1-2}}(t)}{\partial \varphi_1} \tag{4}$$

φ_1 бұрыштық өзгеруі $k_{g_{1-2}}(t)$ өткелінің ауырлық дәрежесіне айтарлықтай әсер етпейді, сондықтан кейінгі ескертулерде сызықты емес $\frac{\partial k_{g_{1-2}}(t)}{\partial \varphi_1}$ қабылданбайды [1]. Бұл жағдайда, теңдеу жеңілдетілген түрге келеді:

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi_1} = -k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) \cdot r_{b_1} \tag{5}$$

Функцияның туындысы:

$$\frac{\partial D}{\partial \dot{\varphi}_1} = c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right) \cdot r_{b_1} \tag{6}$$

Жалпылама күш Q_1 келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_1 = T_1 - r_{f_1} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right)\right] \cdot \mu_{1-2} \tag{7}$$

Беріліс үшін қозғалыс теңдеуін аламыз:

$$J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) \cdot r_{b_1} + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right) \cdot r_{b_1} =$$
$$= T_1 - r_{f_1} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right)\right] \cdot \mu_{1-2} \tag{8}$$

Қозғалыс теңдеуі (II)

Лагранж теңдігін келесі түрде жазамыз:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_2}\right) - \frac{\partial L}{\partial q_2} + \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_2} = Q_2 \tag{9}$$

Лагранж туындысы:

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}_2} = J_2 \cdot \dot{\varphi}_2 \tag{10}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}_2}\right) = J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 \tag{11}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi_2} = k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) \cdot r_{b_2} \tag{12}$$

Функцияның туындысы:

$$\frac{\partial D}{\partial \varphi_2} = -c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) \cdot r_{b_2} \tag{13}$$

Жалпылама күш Q_2 келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_2 = -T_2 + r_{f_2} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right)\right] \cdot \mu_{1-2} \tag{14}$$

Беріліс үшін қозғалыс теңдеуін аламыз:

$$\begin{aligned} &J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 - k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) \cdot r_{b_2} - c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right) \cdot r_{b_2} = \\ &= -T_2 + r_{f_2} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right)\right] \cdot \mu_{1-2} \end{aligned} \tag{15}$$

Динамикалық қозғалыс теңдеулері екінші реттік дифференциалдық қарапайым теңдеулер болып табылады. MATLAB жүйесіне пайдалану мүмкіндігі болуы үшін бірінші реттік қарапайым дифференциалдық теңдеулер түріне келтіру тиіс [2]. Бұл келесі алмастыру арқылы жүзеге асырылады:

$$\nu_1 = \varphi_1, \quad \nu_2 = \dot{\varphi}_1, \quad \nu_3 = \varphi_2, \quad \nu_4 = \dot{\varphi}_2 \tag{16}$$

Уақытқа тәуелді жаңа айнымалыларды саралаудан кейін:

$$\dot{\nu}_1 = \dot{\varphi}_1, \quad \dot{\nu}_2 = \ddot{\varphi}_1, \quad \dot{\nu}_3 = \dot{\varphi}_2, \quad \dot{\nu}_4 = \ddot{\varphi}_2 \tag{17}$$

Соңында, төмендегідей жаңа айнымалыларды аламыз:

$$\nu_1 = \varphi_1, \quad \nu_2 = \dot{\varphi}_1, \quad \dot{\nu}_2 = \ddot{\varphi}_1, \quad \nu_3 = \varphi_2, \quad \nu_4 = \dot{\varphi}_2, \quad \dot{\nu}_4 = \ddot{\varphi}_2 \tag{18}$$

Айнымалыларды ауыстыратын (18) теңдеулерден мынадай теңдеулерді аламыз:

$$\begin{aligned} &J_1 \cdot \dot{\nu}_2 + k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) \cdot r_{b_1} + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right) \cdot r_{b_1} = \\ &= T_1 - r_{f_1} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right)\right] \cdot \mu_{1-2} \end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned} &J_2 \cdot \dot{\nu}_4 - k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) \cdot r_{b_2} - c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right) \cdot r_{b_2} = \\ &= -T_2 + r_{f_2} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right)\right] \cdot \mu_{1-2} \end{aligned} \tag{20}$$

Жоғарыдағы теңдікті, теңдеулер жүйесі ретінде жазуға болады:

$$\begin{cases} \nu_2 = \dot{\nu}_1 \\ \dot{\nu}_2 = \dfrac{1}{J_1}\begin{Bmatrix} T_1 - r_{f_1} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right)\right] \cdot \mu_{1-2} - \\ - k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) \cdot r_{b_1} - c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right) \cdot r_{b_1} \end{Bmatrix} \\ \nu_4 = \dot{\nu}_3 \\ \dot{\nu}_4 = \dfrac{1}{J_2}\begin{Bmatrix} -T_2 + r_{f_2} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right)\right] \cdot \mu_{1-2} + \\ + k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) \cdot r_{b_2} + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right) \cdot r_{b_2} \end{Bmatrix} \end{cases} \tag{21}$$

Қозғалыс нәтижесінде жүйе теңдеулерін шешу үшін бастапқы шарттар ретінде анықталады:

$$\begin{aligned} \nu_1\big|_{t=0} &= 0 \\ \nu_2\big|_{t=0} &= 0 \\ \nu_3\big|_{t=0} &= 0 \\ \nu_4\big|_{t=0} &= 0 \end{aligned} \tag{22}$$

3 Алынған нәтижелер

Цилиндрлі берілістегі тістердің тербелісі және тістер арасында туындайтын үйкеліс мәселесін шешуге арналған динамикалық модельдің дифференциалдық теңдеулер жүйесін MATLAB бағдарламасында пайдаланып нәтижелерге қол жеткізуге болады [3].

Талдау үш қимыл жағдайында және үйкеліс коэффициентінің үш мәніне сәйкес: (μ_1=0,01, μ_2=0,05, μ_3=0,1), Осы тараудағы кернеулер *МПа* бірліктерінде, ал орын ауыстыру *мм* бірлікпен беріледі. Үйкеліс коэффициенті μ_1=0,01 болғанда, бір жұптық талдау негізінде айналу өсіне жанама бағыттағы кернеулер мен деформация нәтижелері алынды. Шешімдерде көрініп тұрғандай (кернеулер мен деформациялар) үйкеліс коэффициенті μ_2=0,05 және

μ_3=0,1 моделінде алынған нәтижелер үйкеліс коэффициенті μ_1=0,01 моделіне практикалық ұқсастығы дәлелденді.

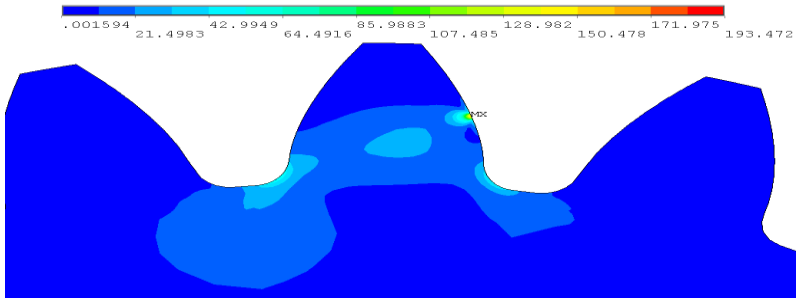


Figure 2 - Мизес кернеудің төмендеуі графигі

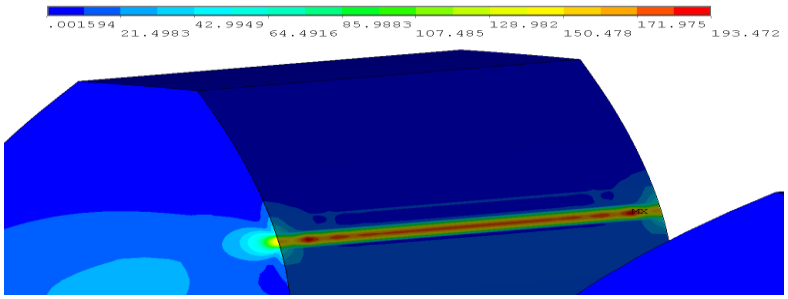


Figure 3 - Тіс бойымен Мизес кернеудің төмендеуі графигі

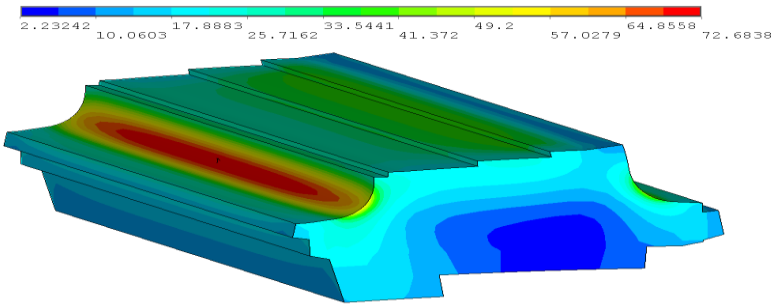


Figure 4 - Тіс іргесіндегі Мизес кернеудің төмендеу графигі (А іргесі)

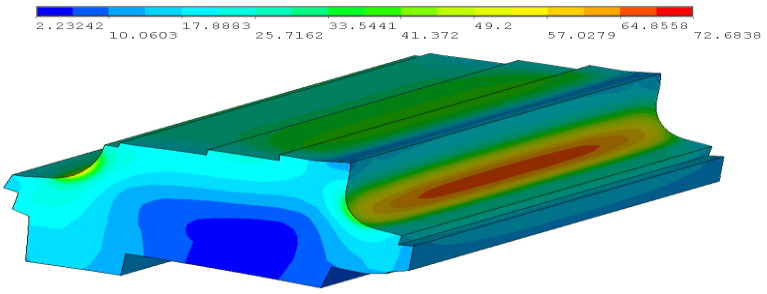


Figure 5 - Тіс іргесіндегі Мизес кернеудің төмендеу графигі (В іргесі)

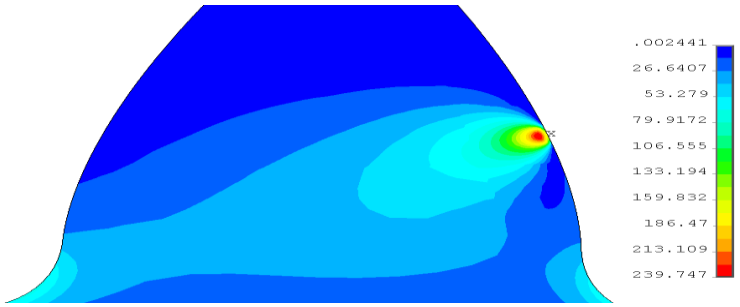


Figure 6 - Тіс бетінің жартысында орналасқан кішірейтілген Мизес фон графигі

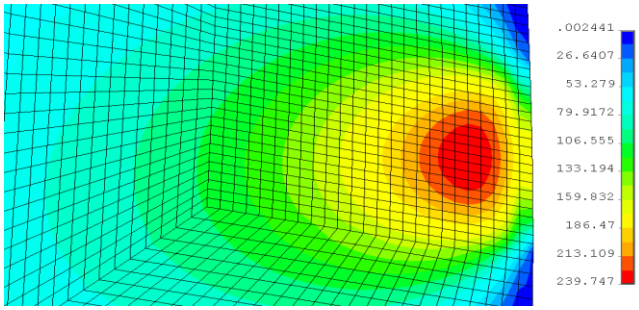


Figure 7 - Тісті дөңгелектің жиек енінің жартысымен байланысқан кішірейтілген Мизес кернеулер фон графигі

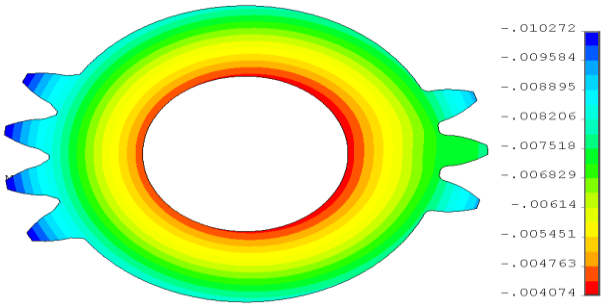


Figure 8 - Тістің айналу өсіне жанама бағытта деформациялану графигі

Қорытынды. Есептеулерде үйкеліс коэффициентінің өзгеруі кернеулер мен ығысулардың нәтижесіне ешқандай әсер етпейді. Бір жұптық қаттылық үлгідегі модельге арналған Von Mises кернеу екі жұптық қаттылық үлгісі үшін кернеулері 32% артық. Есептеулердің негізінде үш дөңгелектің ортасында тежелуі бар кернеулердің бөлінуі туралы айтуға болады. Өйткені, бір жұптық беріліс орыны бар жерлерге арналған кернеулер мен екі жақты тетіктері бар жерлердің арасындағы айырмашылық тек 12% ды құрайды. Осының арқасында тістер бір-екі жұппен және екі жұптық қаттылықпен біркелкі жүктеледі.

Әдебиеттер:

[1] А. Жауыт, С.Б. Косболов, Г. Сайланбек. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов с применением векторного исчисления. Вестник АГТУ, №3(13), С. 64-68, 2013

[2] А. Жауыт. Исследование методом особых точек Ассура механизма III класса кинематики. Вестник КазНТУ, №4(98), С. 233-236, 2013

[3] С. Б. Косболов, А. Жауыт. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов III класса. Вестник КазАТК , №2(81), С. 14-18, 2013

Жауыт А., Шаратбеков Т. Т., Байтимбетова Б.А.

Цифровое моделирование одноступенчатой цилиндрической передачи

Аннотация. В этом работе обеспечивает динамический расчет зубчатых механизмов в карете. Разработана и изучена инженерная модель особенностей зубчатых механизмов в коробке для перевозки. Соединение механизмов зацепления в первую очередь направлено на перевозку слитков, включая высокие динамические силы. Рассмотрены внешние и внутренние факторы зубчатых колес, которые влияют на динамические расчеты. В данной работе рассмотрен динамический расчет цифровой модели одноступенчатой цилиндрической передачи. В начале все методы проверялись опытным путем, и рассчитали четыре варианта оценки коэффициент износа. При коэффициенте износа μ_0=0 зубья не подвергается повреждению, а при трех других вариантах значений коэффициента износа зубья зубчатого колеса подвергаются повреждению. Рассчитаны зависимость поверхностных напряжений при соприкосновении зубьев зубчатого колеса от скорости вращения зубчатого колеса и этот износ учитывался как основной фактор при оценке между отдельными вариантами. Этот метод является эффективным инструментом при проектирование цифровых моделей, и позволяет определить проблему возникновение чрезвычайных ситуации в реальных условиях.

Ключевые слова: Зубчатые передачи, цифровое моделирование, уравнение Лагранжа, коэффициент износа.

A. Zhauyt, T.T.Sharatbekov

Numerical modeling of one-step cylinder transmission

Abstract. In this diploma work provides a dynamic calculation of gears in the carriage. The engineering model of the features of the gear mechanisms in the shipping box has been developed and studied. The connection of the engagement mechanisms is primarily aimed at transporting ingots, including high dynamic forces. External and internal factors of gears that affect dynamic calculations are considered. In this diploma numerical modeling of the dynamic calculation of one-step cylinder transmission. nitially, the entire technique was tested and four variants of the coefficient of tooth drainage were evaluated. The first version μ_0=0 is not damaged and the other three versions are damaged in different ways. Transmission is considered normal speed of the surface of the body and compared individual variations among the most valued as a factor. Finally, this study proves that the research method is a useful tool for developing digital modeling (design), as well as determining the problem of emergencies during the testing phase.

Keywords: Gear, numerical simulation, Lagrange equation, coefficient of wear.

УДК: 622.771.2

Л.Р.Киянбекова, Э.А. Тусупкалиева, С.А. Акпарова, А.А. Тукибай
Научный руководитель: С.А. Машеков, доктор технических наук, профессор
Satbayev University, г. Алматы
mashekov.1957@mail.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТОНКИХ ГОРЯЧЕ- И ХОЛОДНОКАТАНЫХ ПОЛОС ПРОКАТАННЫХ НА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОМ СТАНЕ

Аннотация. *В работе произведена оценка качества тонких горяче- и холоднокатаных полос прокатанных на многофункциональном продольно-клиновом стане. Доказано, что по сравнению с холоднокатаными полосами, полосы, прокатанные на многофункциональном продольно-клиновом стане в горячем состоянии, имеют более мелкозернистую структуру. Мелкозернистая структура в основном формировался в полосах, деформированных при температуре 600 ^oC. Установлена, что структура с мелкими зернами повышает способность тонких полос к глубокой вытяжке и позволяет получить сравнительно хорошее качество поверхности для последующего нанесения защитного покрытия.*

Ключевые слова: *прокатка, многофункциональный продольно-клиновый стан, тонкие полосы, феррит, аустенит, глубокая вытяжка, шероховатость, механические свойства.*

Известно [1], что в зависимости от своего предназначения, листовой прокат сталей для холодной штамповки должен обладать способностью к глубокой вытяжке и иметь хорошее качество поверхности для последующего нанесения защитного покрытия.

Из материалов работы [2] видно, что по способности к вытяжке листовой сталь делятся на четыре категории: *ВГ* – весьма глубокая, *СВ* – сложная, *ОСВ* – особо сложная и *ВОСВ* – весьма особо сложная. Следует отметить, что вытяжная способность сталей определяется такими факторами, как: химический состав, содержание углерода, структура и механические свойства. Качество вытяжки улучшается с уменьшением содержания углерода. Поэтому для глубокой вытяжки пригодны только стали с содержанием углерода не более 0,1 %, то есть низкоуглеродистые стали.

Необходимо отметить, что в настоящее время нет универсального метода, позволяющий определить штампуемость материала [2]. Пригодность листовой холоднокатаной стали к глубокой вытяжке определяется ее химическим составом, микроструктурой, механическими свойствами, глубиной лунки по Эриксену и чистотой отделки поверхности.

По мнению авторов работы [3], стали предназначенные для глубокой вытяжки должны иметь микроструктуру, состоящей из феррита и небольшого количества перлита. Во избежание разрывов при штамповке в предназначенных для этого сталях должно быть ограничено выделение по границам зерен структурно свободного (третичного) цементита. Лучше всего деформируются стали с мелкозернистой структурой (7–8 балл по ГОСТ 5639-82). При меньшем размере зерна сталь является слишком жесткой и упругой, а при более крупном зерне при штамповке получается шероховатая поверхность в виде апельсиновой корки. Разная зернистость структуры стали способствует неравномерности деформации и образованию трещин.

Для производства высокачественных тонких горяче- и холоднокатанных полос, используемых в дальнейшем для глубокой вытяжки, нами предложен новая технология прокатки на многофункциональном продольно-клиновом стане (МПКС) [4]. Данный стан содержит электродвигатели, редукторы, шестеренные клети, универсальные шпиндели, муфты, клети с рабочими и опорными валками. При этом в первых трех клетях установлены два, а в последних двух клетях – четыре опорных валка. Вращение уменьшающихся в направлении прокатки рабочих валков осуществляется через подшипниковые клети пятью мотор-редукторами с угловой скоростью $\omega = \upsilon \cdot R$ (где υ – скорость прокатки в каждой клети стана; R – радиус рабочих валков в каждой клети стана). При этом расстояния между клетями увеличены на величину опережения, а регулировку расстояния между рабочими валками производят едиными червячными нажимными механизмами, расположенными сверху и снизу станин стана и подшипниковых клетей.

Путем имитационного моделирования технологического процесса прокатки тонких полос определи оптимальные режимы деформирования на МПКС. Для имитационного моделирования использовали специализированную стандартную программу MSC.Super Forge. В результате имитационного моделирования установили, что равномерное распределение интенсивности деформации и напряжений по высоте и длине прокатываемой полосы, тем самым равномерную мелкозернистую структуру можно получить при прокатке на МПКС с единичным обжатием в первой клети 25%, второй, третьей клетях 20%, а в четвертой, пятой клетях соответственно – 15% и 10%.

Горячею и холодную прокатку полос из стали 08кп (0,11 % C; 0,35 % Мп; 0,02 % Si; 0,035 % P; 0,04 % S; 0,10 % Cr; 0,25 % Ni; 0,25 % Си) на новом МПКС осуществляли следующим образом. Вырезанные из горячекатаных листов заготовки размером 4×350 мм прокатывали при температурах 20, 600, 800, 1000 ^{o}C. Нагрев заготовок производили в электрической печи с выдержкой 30 мин. Нагретые или холодные заготовки подавали в первую клеть непрерывного стана и деформировали с оптимальным, вышеприведенным режимом обжатия.

Результаты исследования показали, что полосы толщиной 1,47 мм, деформированные на МПКС при температуре 600 ^{0}C по вышеописанным режимом, характеризуется равномерной структурой по всему сечению полосы. Зерна феррита имеют размер 2 – 17 мкм, при этом формируется примерно одинаковый размер имеющие колонии пластинчатого перлита с размером 15 – 21 мкм. Межпластинчатое расстояние пластинчатого перлита равняется 0,13 – 0,24 мкм, а сравнительно интенсивное охлаждение металла во время и после прокатки способствует образованию мелких выделений цементита (балл 1 – 2).

Прокатка полос по рациональным режимам при температуре 800 ^{0}C приводит к образованию пластинчатого перлита с межпластинчатым расстоянием n = 0,48 – 0,62 мкм и примерно одинаковыми размерами колонии 32 – 43 мкм. При этом, происходит увеличение размеров цементита (балл 1 – 3) и формируется феррит сравнительно вытянутой формой и средними размерами (21 – 23 мкм).

При прокатке стали 08кп по рациональным режимам обработки на МПКС формирование сравнительно крупнозернистой структуры связано с деформацией образцов в двухфазной области (температура 720 – 800 ^{o}C) аустенита и феррита (Ar_1–Ar_2). Кроме того, обработка по вышеприведенным температурно-деформационным режимам приводить к появлению

градиента наклепа аустенитных и ферритных зерен по всему объему полосы. В свою очередь градиент наклепа приводить к формированию сравнительно крупнозернистой структуры. В условиях такого наклепа прохождение динамической и статической рекристаллизации при охлаждении во время и после прокатки вызывает усиленный рост некоторых зерен по сечению образца.

Образцы толщиной 1,47 мм, обработанный по режиму с нагревом до 1000 ^{0}C и прокаткой в первых клетях МПКС в однофазной области аустенита, а в последних клетях в двухфазной области аустенита и феррита (Ar_1–Ar_2), отличается разнозернистостью структуры по всему сечению полосы. В поверхностной зоне полосы обнаружен сравнительно крупнозернистый слой толщиной 80–90 мкм. Размер ферритного зерна в этом слое 35–46 мкм, при этом образуется пластинчатый перлит с межпластинчатым расстоянием n = 0,84 – 0,92 мкм. Следует отметить, что в центральной зоне данного образца формируется структура с размером ферритного зерна 8–16 мкм, с межпластинчатым расстоянием пластинчатого перлита n = 0,41 – 0,57 мкм и размерами колонии 18 – 23 мкм.

Из полученных результатов видно, что размеры зерен деформированных по рациональным режимам прокатки на МПКС при температуре 1000 ^{o}C увеличились по сравнению с размерами зерен деформированных при температурах 600 и 800 ^{o}C. Анализ полученных данных показал, что укрупнение размеров зерен связано с прохождением полной первичной рекристаллизации в аустенитной матрице, а также увеличением размеров аустенитных зерен при сравнительно высокой температуре. Деформирование по рациональным режимам прокатки на МПКС и охлаждение во время прокатки приводить к образованию по сечению образцов разнозернистой структуры феррит + перлит. Изучение структуры позволила также установить, что охлаждения во время и после прокатки приводить к сфероидизации избыточного цементита. При этом размер выделенного цементита равняется 2-3 баллам.

Анализ полученных результатов показало, что микроструктура полос прокатанных при температуре 20 ^{o}C вытянутая в направлении прокатки. Зерна феррита имеют размер 12 – 124 мкм, при этом формируется вытянутые в направлении прокатки колонии пластинчатого перлита с размером 14 – 138 мкм. Межпластинчатое расстояние пластинчатого перлита равняется 0,21 – 0,36 мкм. Следует отметить, что после прокатки сохраняется цементит исходной заготовки (балл 2 – 3).

Для оценки штампуемости металла полос применили такие механические характеристики, как временное сопротивление разрыву σ_B, предел текучести σ_T, отношение предела текучести к временному сопротивлению σ_T/σ_B, относительное удлинение δ_{10} при разрыве, равномерное относительное удлинение δ_p, относительное сужение ψ, коэффициент нормальной анизотропии *R*.

Известно, что предел текучести σ_T является одной из важнейших характеристик, позволяющих определить штампуемость стали. При постоянной величине σ_B, чем меньшее значения имеет σ_T, тем быстрее упрочняется сталь в начальный момент деформации. Показателем штампуемости листовой стали является отношение σ_T/σ_B (рекомендуется 0,55 – 0,66).

Результаты исследования показали, что прокатка на МПКС при температуре 600 ^{o}C приводит к рекомендуемым отношениям σ_T/σ_B, т.е. 0,61 – 068. Следует отметить, что при холодной прокатке получено σ_T/σ_B = 0,49 – 0,53, а горячей прокатке при температуре 800 и 1000 ^{o}C, соотвественно, 0,65 – 0,69 и 0,67 – 0,78.

На основании полученных данных можно отметить, что качественные листы с σ_T = 210 МПа, σ_B = 328 МПа и δ_{10} = 47 получено после прокатки по рациональным режимама на МПКС при температуре 600 ^{o}C. Прокатка на МПКС при остальных температурах привел к получению сравнительно низких значении механических характеристик.

Из литератур известно, что важной характеристикой холоднокатаных полос является качество поверхности. Для оценки качества горяче- и холоднокатаных полос прокатанных на МПКС изучили их шероховатость.

Сравнение шероховатости показало, что для холоднокатанны полос, параметр R_a колеблется от 0,4 до 1,8 мкм, а для горячекатаных тонких листов характерна вариация R_a в пределах 0,5 – 2,3 мкм, причем более 80% имеют шероховатость 0,5–1,4 мкм (26 случаев из 32). В целом, можно отметить, что шероховатость горячекатаных полос сравнительно больше чем шероховатость холоднокатанных тонких листов. Следует отметить, что в производственных условиях холоднокатаный прокат общего назначения, подвергаемый нормальной и глубокой вытяжке, поставляется с поверхностью группы отделки 2 или 3. Поэтому шероховатость поверхности не нормируется и вышеотмеченные различия не являются критическими.

Способность металла к глубокой вытяжке в том или ином направлении во многом зависит от анизотропии свойств тонких листов. За меру анизотропии механических свойств листовых металлов приняли коэффициент нормальной пластической анизотропии R, определяемый по формуле:

$R = \ln(b/b_o)/ \ln(l_o b_o / lb)$,

где b и b_0 – текущая и первоначальная ширина образца, l и l_0 – текущая и исходная длина образца.

Известно, для изотропного материала $R = 1$. При $R > 1$ листовой металл сравнительно больше деформируется по ширине, чем по толщине, т. е. имеет большей прочностью в направлении толщины, чем в плоскости листа, что благоприятно сказывается при глубокой вытяжке.

В работе средную величину коэффициента плоскостной анизотропии определяли по формуле:

$r = 0{,}5(R_0 – R_{45} + R_{90})$,

где R_0, R_{45} и R_{90} – коэффициенты пластической анизотропии, измеренные на образцах, вырезанных соответственно вдоль, под углом 45° и перпендикулярно направлению прокатки.

Необходимо отметить, что плоскостная анизотропия характеризует изменение свойств металла в плоскости листа и влияет на образование фестонов (выступов). Чем меньше величина r, тем пригоднее металл для глубокой вытяжки.

Анализ экспериментально полученных данных показал, что по сравнению с холоднокатаным тонким листом, горячекатанные полосы имеют меньше единицы коэффициент нормальной пластической анизотропии и маленькую величину коэффициента плоскостной анизотропии, что благоприятно оказывает влияние на их глубокую вытяжку.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что горячекатаная полоса, прокатанная на МПКС, обладать хорошей способностью к глубокой вытяжке и иметь сравнительно хорошее качество поверхности для последующего нанесения защитного покрытия.

Литературы:

1. Способность к глубокой вытяжке, структура и свойства ультранизкоуглеродистой горячекатаной стали // Куцова, В.З., Путноки, А.Ю.; Иванченко и В.Г., Котова, Т.В. // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии, 2010, №11. – С. 27 – 31.

2. Оценивание качества тонких горячекатаных полос для определения возможности замещения холоднокатаной листовой стали общего назначения / М.И.Румянцев, И.Г. Шубин, А.Н. Завалищин и др. // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2007. №4. – С. 69 – 73.

3. Структура, распределение элементов и свойства горячекатаной листовой низкоуглеродистой стали 08пс / А.Ю.Путноки, В.Т.Тилик, В.Г.Иванченко и др. //Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии, 2009 , №6. – С. 53 – 57.

4. Патент РК № 31750. Многофункциональный продольно-клиновый стан для покатки листов из сталей и сплавов /С.А. Машеков, Б.Н. Абсадыков, Е.З. Нугман и др. // Опубл. 30.12. 2016 г в БИ № 18.

Л.Р. Киянбекова, Э.А. Тусупкалиева, С.А. Акпарова, А.А. Түкібай
Көпқызметті бойлық-сыналы орнақта ыстықтай және суықтай жаймаланған жұқа жолақтың сапасын бағалау

Андатпа. Жұмыста көпқызметті бойлық-сыналы орнақта ыстықтай және суықтай жаймаланған жұқа жолақтың сапасы бағаланған. Көпқызметті бойлық-сыналы орнақта суықтай жаймаланған жұқа жолақтармен салыстырғанда, ыстықтай деформацияланған, әсіресе 600 ºС температурада жаймаланған жұқа жолақтар ұсақтүйіршікті құрылымға иемденетіндігі баяндамада дәлелденген. Ұсақтүйіршікті құрылым, жолақтың терең кермелену қабілеттілігін жоғарлатады және қорғайтын қабатты жағуға керекті беттің сапасын салыстырмалы жақсартуға мүмкіндік жасайды.

Түйінді сөздер: жаймалау, көпқызметті бойлық-сыналы орнақ, жұқа жолақ, феррит, аустенит, терең кермелеу, кедңр-бұдырлық, механикалық қасиет.

L.R. Kiyanbekova, E.A. Tussupkaliyeva, S.A. Akparova, A.A. Tukibay
Quality assessment of thin hot and cold-rolled strips of a molding on a multifunctional longitudinal wedge mill

Annotation. The work assessed the quality of thin hot and cold rolled strips rolled on a multifunctional longitudinal wedge mill. It is proved that, compared with cold-rolled strips, strips rolled on a multifunctional longitudinal wedge mill in a hot condition have a finer-grained structure. The fine-grained structure was mainly formed in strips deformed at a temperature of 600 ° C. It is established that the structure with fine grains increases the ability of thin strips for deep drawing and allows to obtain a relatively good surface quality for the subsequent application of a protective coating.

Keywords: rolling, multifunctional longitudinal wedge mill, thin strips, ferrite, austenite, deep drawing, roughness, mechanical properties.

УДК 621.879

Р.А. Козбагаров, А.М. Даркембай, А. Е.Қаулыбек
Сәтбаев университеті, г. Алматы, Республика Казахстан
ryctem_1968@mail.ru

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ АВТОГРЕЙДЕРА ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗАНИЯ ГРУНТОВ

Аннотация. *В работе проведен способов интенсификации рабочих процессов автогрейдера путем снижения сил сопротивления при трении рабочих органов о среду, а также устранения явления залипания, который является применение газовоздушной смазки.*

Ключевые слова: *Автогрейдер, грунт, отвал, газовоздушная смазка.*

В нашей стране из года в год увеличивается объем строительства автомобильных и железных дорог, гидротехнических и других сооружений. В стратегии «Казахстан -2030» предусмотрено ускоренное развитие опорной сети магистральных автомобильных дорог, расширение строительства автомобильных дорог в сельской местности, введение в эксплуатацию новых железнодорожных линий, улучшение качества строительства, ремонта и содержания дорог, уделено особое внимание повышению безопасности движения.

При строительстве сооружений выполняют большие объемы земляных работ, для ведения которых используют автогрейдеры.

Автогрейдер относится к землеройно-транспортным машинам, так как его работа заключается в срезании слоя земли и транспортировании (перемещении) его в заданном направлении. Это самоходная землеройно-транспортная машина, так как она снабжена собственной силовой установкой для привода ведущих колес.

Основное назначение автогрейдеров - профилирование дорожного полотна, т. е. вырезание грунта из боковых канав и перемещение его к середине дороги с последующим разравниванием. Эти работы выполняют отвалом с режущими ножами, размещенным между передней и задней осями автогрейдера и подвешенным к его раме. Важное преимущество автогрейдера заключается в том, что им можно выполнять практически полный цикл

земляных работ при строительстве автомобильных и железных дорог, начиная с подготовительных операций и кончая профилированием земляного полотна.

История начала использования грейдеров на строительстве дорог относится к 70-м годам прошлого столетия. В эти годы появились первые грейдеры, представляющие собой телегу на конной упряжке, у которой между передними и задними колесами был подвешен нож-отвал. За счет повернутого положения в плане грейдер срезал грунт и сдвигал его в сторону.

В дальнейшем телега была заменена металлической рамой на железных колесах, а отвал подвешивали на подъемном механизме. В качестве тягового средства стали использовать колесные и гусеничные тракторы. Управляли такой машиной тракторист и прицепщик.

В бывшей СССР прицепные грейдеры начали выпускать в 1930-1932 гг. В 30-х годах нашего столетия созданы автогрейдеры, в которых грейдер и трактор были объединены в одну машину.

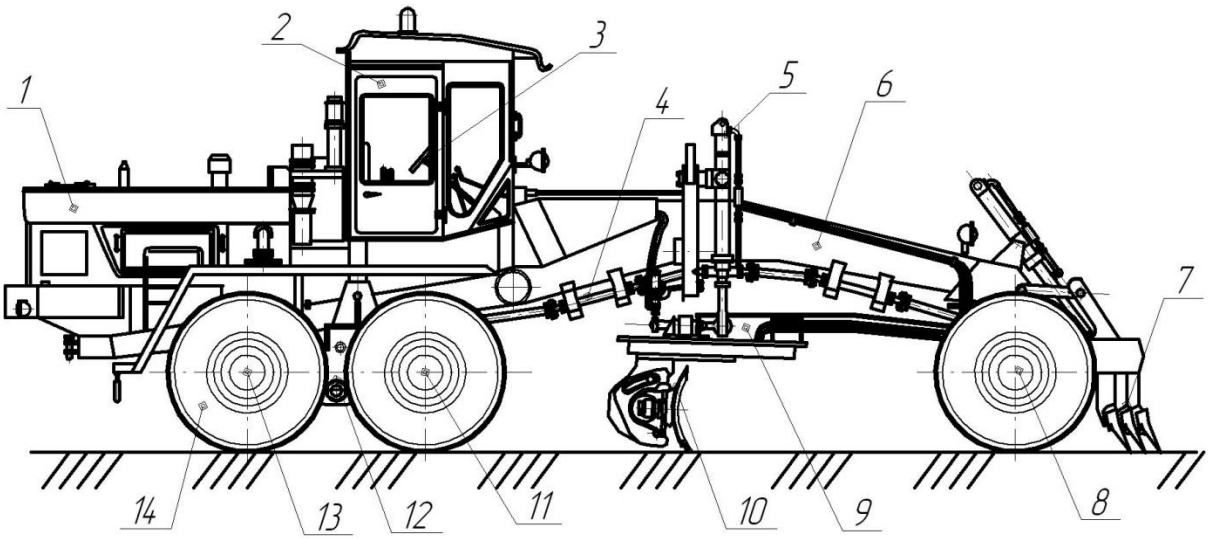
Современный автогрейдер - это машина, по сложности конструкции не уступающая автомобилю или трактору. За последние годы применение автоматики стало одним из основных направлений развития и совершенствования конструкций машин. С аппаратурой автоматики выпускают 50% всех автогрейдеров.

Конструкция современных автогрейдеров постоянно совершенствуется. Можно отметить следующие основные направления работ по улучшению автогрейдеров: повышение надежности и сроков службы машин за счет совершенствования технологии производства и использования более прочных марок сталей; рост мощности двигателей, что позволит автогрейдеру работать на повышенных скоростях; применение более прогрессивных трансмиссий, частично автоматизирующих управление движением автогрейдера, что значительно облегчит труд машиниста и повысит производительность машины; применение полностью гидравлического привода управления рабочим оборудованием с поворотом отвала в плане на 360°, наклоном и сдвигом отвала в сторону, выносом отвала на угол до 90° в сторону для срезания откосов; применение автоматических систем управления положением отвала в поперечной и продольной плоскостях, что существенно повысит точность планировочных работ и будет содействовать уменьшению утомляемости машиниста и, следовательно, повышению производительности машины; повышение универсальности автогрейдеров за счет расширения номенклатуры сменного и навесного оборудования; улучшение условий работы машиниста за счет повышения комфорта в кабине, а именно; снижения шума и запыленности, установки сидений с амортизаторами, создания хорошего обзора рабочей зоны, уменьшения усилий на рычагах и педалях; создание автогрейдеров с шарнирно-сочлененной рамой, с помощью которой значительно уменьшится радиус поворота машины и возрастет устойчивость от боковых сил, действующих на отвал.

Кроме совершенствования технологии производства и повышения производительности требуется также обеспечение максимальной готовности машины к выполнению работ, т. е. минимального простоя, связанного с неисправностями. Достигнуть этого можно путем своевременного и качественного технического обслуживания, соблюдения правил и норм эксплуатации.

Для выполнения этих задач на автогрейдерах должны работать высококвалифицированные машинисты, обладающие профессиональным мастерством. Только такие специалисты могут обеспечить надежность работы автогрейдера, сохранность машины и высокую производительность.

Автогрейдер ДЗ-98 тяжелого типа (рисунок 1), предназначен для строительства грунтовых и гравийных дорог, устройства корыта под основание дороги, перемещения грунта в насыпь, разравнивания материалов и планировки поверхности, выемки кюветов и профилирования откосов, киркования тяжелых и плотных грунтов перед перемещением их отвалом. В зимний период он может быть использован для очистки дорог и территорий от снега.



1 - дизель У1Д6-250ТК-С2/СЗ; 2-кабина; 3 - рулевое управление; 4 - карданная передача привода переднего моста; 5 - гидросистема; 6 - основная рама; 7 - кирковщик или бульдозерный отвал; 8 - передний мост; 9 - тяговая рама; 10 - рабочее оборудование (отвал); 11 - средний мост; 12 - балансирная подвеска; 13 - задний мост; 14 – колесо

Рисунок 1 - Автогрейдер ДЗ-98

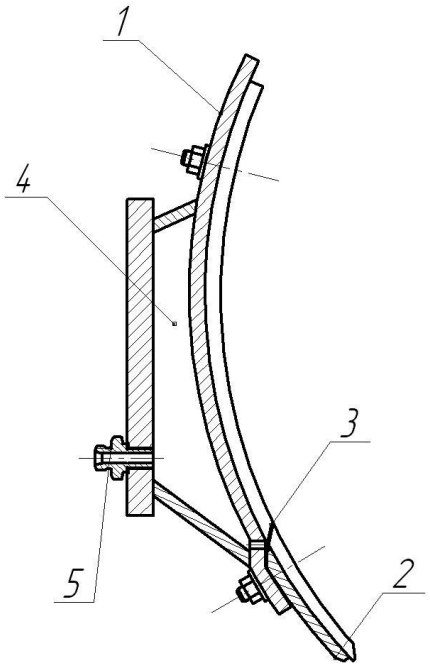
Основными отличиями этого автогрейдера от автогрейдеров других типов (легкого и среднего) является: повышенная абсолютная и удельная мощность; высокие тяговые характеристики за счет большой мощности двигателя и массы, применения колесной формулы 1х3х3 со всеми ведущими колесами с регулируемым на ходу давлением в шинах; возможность управления выносом отвала, из кабины с места машиниста.

Автогрейдер состоит из основной рамы сварной конструкции, содержащей наголовник, хребтовую трубчатую и подмоторную части в виде двух лонжеронов коробчатого сечения. К наголовнику шарнирно крепится ведущий и управляемый передний мост, кирковщик с приводом, а также шаровая опора тяговой рамы.

Одним из способов интенсификации рабочих процессов дорожно-строительных машин путем снижения сил сопротивления при трении рабочих органов о среду, а также устранения явления залипания является применение газовоздушной смазки. Газовоздушная смазка поверхностей рабочих органов землеройных машин, контактирующих с грунтом, дает возможность создания новых грунторазрабатывающих органов.

В данной работе модернизация автогрейдера заключается в применении газовоздушной смазки грейдерном отвале. От расположенных за двигателем нагнетателей воздух через приемные коробки и воздухопроводы подается к распределителю клапанного типа на тяговой раме. Два гибких резиновых рукава соединяют распределитель с нижней коробкой жесткости отвала.

Конструкция отвала (рисунок 2) отличается от серийного тем, что коробка жесткости заварена плотным швом и разделена перегородкой на две равные камеры, оборудованные патрубками для подвода сжатого воздуха. В нижней части лобового листа, несколько выше верхней кромки ножей, имеется ряд отверстий, прикрытых подложенным под ножи козырьком в виде пластины толщиной 1,5 мм.



1 - отвал; 2 - нож; 3 - козырек; 4 - камера; 5 - патрубок
Рисунок 2 - Конструкция отвала

Из камер через отверстия сжатый воздух подается в щель между козырьком и отвалом, которая формирует его в виде тонкой, широкой струи, направленной вверх по касательной к отвальной поверхности. В зависимости от угла поперечного перекоса отвала распределитель регулирует поступление в каждую камеру необходимого объема сжатого воздуха.

Давление, обеспечивающее удерживание пласта грунта от соприкосновение с отвалом, определяем по формуле:

$$p_B \geq \frac{W_{ПР.ГОР}}{C_y F_{ОТВ.СР}}, \quad (1)$$

где $W_{ПР.ГОР}$ - горизонтальная составляющая сопротивления призмы волочения и пласта, по результатам тягового расчета;

C_y - коэффициент силы, обеспечивающей удержание пласта от соприкосновения с поверхностью отвала;

$F_{ОТВ.СР}$ - среднее значение площади, находящейся под действием газовоздушной смазки, по размерам отвала.

В предлагаемой конструкции нагнетателя избыточное давление воздуха достигает 0,1 МПа.

Общую площадь выходного отверстия можно определит по формуле:

$$f=bs, \quad (2)$$

где b – ширина слоя; s – толщина слоя.

При ориентировочных расчетах для систем «грунт-газовоздушный поток» рекомендуют:

$$s \approx k_d d_Г, \quad (3)$$

где k_d – коэффициент; $d_Г$ – диаметр частиц грунта.

При диаметре отверстий d_O=5 мм площадь одного отверстия f_O=19,6 мм^2. Тогда необходимое количество отверстий в отвале будет:

$$n_O = \frac{f}{f_0}.$$

По результатам различных исследований, приведенных в литературных источниках, применение воздушной смазки на отвале снижает сопротивление копанию на 10-20%. Скорость копания при этом возрастает на 14-24%. При приблизительно одинаковых тяговых усилиях и равных коэффициентах буксования подача воздуха на отвал обеспечивает увеличение площади скалываемой стружки на 20-30%. Подача воздуха на поверхность отвала позволить увеличить площадь сечения вырезаемой стружки на 25% при росте глубины резания на 10%, а площадь сечения валика грунта на 25%.

Литературы:

1. Плешков Д.И., Хейфец М.И., Яркин А.А. Бульдозеры, скреперы, грейдеры. – М.: «Высшая школа», 1980. – 271с.

2. Рейш А.К. и др. Машины для земляных работ. – М.: «Стройиздат», 1981. – 352с.

3. Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование. Справочник. . – М.: «Высшая школа», 1991. – 456с.

4. Баловнев В. И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. - М.: Высшая школа, 1981. - 335 с.

Козбагаров Р.А., Даркембай А.М, Қаулыбек А. Е.

Топырақты кесу кедергісін төмендету жолында автогрейдердің жұмыс процессін интенсификациялау

Резюме. Жұмыста автогрейдерлердің жұмыс процестерін интенсификациялау бойынша ортамен жұмыс істейтін жұмысшы органдардың жұмысына қатысатын үйкелістерді төмендету үшін газауаны қолдануы берілген.

Түйінді сөздер: Автогрейдер, топырақ, қайырма, газауалы жақпа.

Kozbagarov R.A, Darkembai A.M., Kaulybek A. E.

Intentification rabochix processov avtogradera pu-tem snijenia sil seprovision resume ronang grundov

Summary. In the course of work, the intrinsic workmanship of the motor racing driver is tested on the basis of the work of the working body, as well as the implementation of the description of the operation, which involves the application of the gas burner lubricant.

Keywords: Autograde, ground, aqueduct, gas-fired lubricant.

УДК 539.216; 539.2; 538.91-405

Н. Мырзабекова, А. Калдыбаева, Т.Шаратбеков, Б.А. Байтимбетова, Ж.Е. Ибраева
Satbayev University, г. Алматы
bag06@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СКАНИРУЮЩЕЙ АТОМНО-СИЛОВОЙ И РАСТРОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Аннотация. *В данной работе исследованы структуры и свойств параметров бумажной продукции из льна и сосны. Результаты исследования показывают, что бумаги из сосны были выявлены отдельные перекрывающиеся волокна целлюлозы, хаотично расположенные на всей поверхности, при этом обладает средней степени шероховатости 240 нм. При исследовании бумаги из льна на ее поверхности были выявлены, что бумага из льна обладает наибольшей степени шероховатости 655 нм.*

Ключевые слова: *наноразмерный масштаб, атомно-силовая микроскопия, шероховатость.*

Нанотехнологии в полиграфии приводят к существенным изменениям и в оборудовании, и в технологии печати, и в используемых полиграфических материалах.

Полиграфия является одной из самых быстро развивающихся современных отраслей. Возрастающие требования потребителей способствуют развитию лучшего сервиса, стимулируют к внедрению новейшей техники и оборудования, улучшению качества продукции и скорости печати. Поэтому в последнее время начинают эффективно применяться современные полиграфические технологии печати в сочетании с достижениями нанотехнологий – технологией нанопечати. Эти технологии требуют применения и новых полиграфических материалов, разработанных с использованием нанотехнологий, таких как нанобумага, нано- чернила для принтеров, печатные нанокраски, наноклеи и др.

Для исследования структуры и свойств параметров бумажной продукции были отобраны бумага из льна и сосны. Разрешающая способность метода АСМ зависит от размеров кончика зонда, чувствительности пьезокерамики и параметров аппаратуры. При СЗМ-исследованиях параметров бумаги использовался полуконтактный силовой режим СЗМ NanoEducator LE с радиусом закругления вершины W зонда около 10-30 нм.

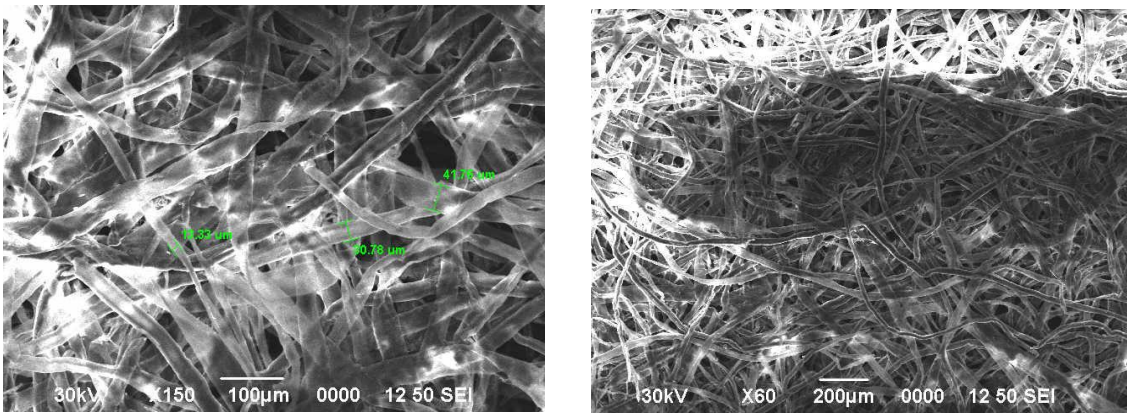


Рисунок 1 – РЭМ-изображение поверхности бумаги из сосны

При исследовании бумаги из сосны были выявлены отдельные перекрывающиеся волокна целлюлозы, хаотично расположенные на всей поверхности, при этом обладает средней степени шероховатости 240 нм. При исследовании бумаги из льна на ее поверхности были выявлены, что бумага из льна обладает наибольшей степени шероховатости 655 нм. На рисунке 1 показаны результаты РЭМ-изображение поверхности бумаги из сосны полученные при разных увеличении микроскопа первого снимка – 150 мкм^2 и 6 мкм^2. При увеличении данного образца результаты показали, что обращец обладает большой шероховатости, самая максимальная длина волокон составила – 42 нм, а минимальная длина – 13,33 нм.

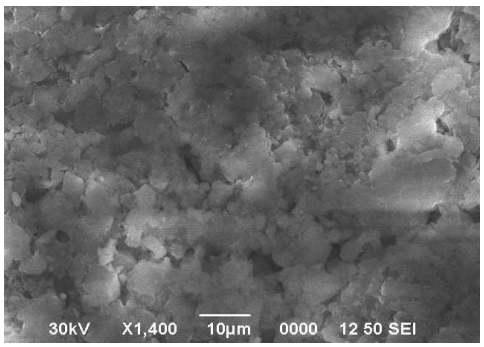
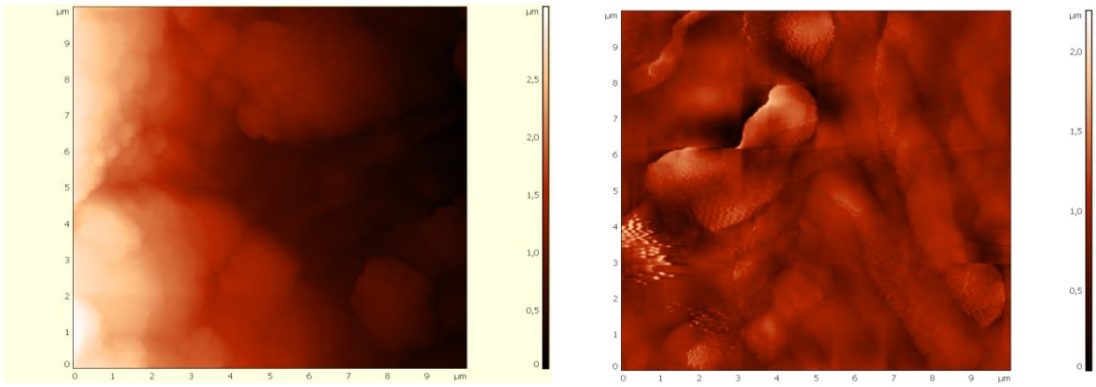


Рисунок 2 –РЭМ-изображение поверхности бумаги из льна

На рисунке 2 показаны результаты РЭМ-изображение поверхности бумаги из льна, полученный при увеличении микрокопа на – 140 мкм^2. В результате исследования было выявлено, что бумага из льна обладает неровной поверхности.



а б

а – бумаги из льна; б – бумаги из сосны

Рисунок 3 – АСМ-изображения поверхности

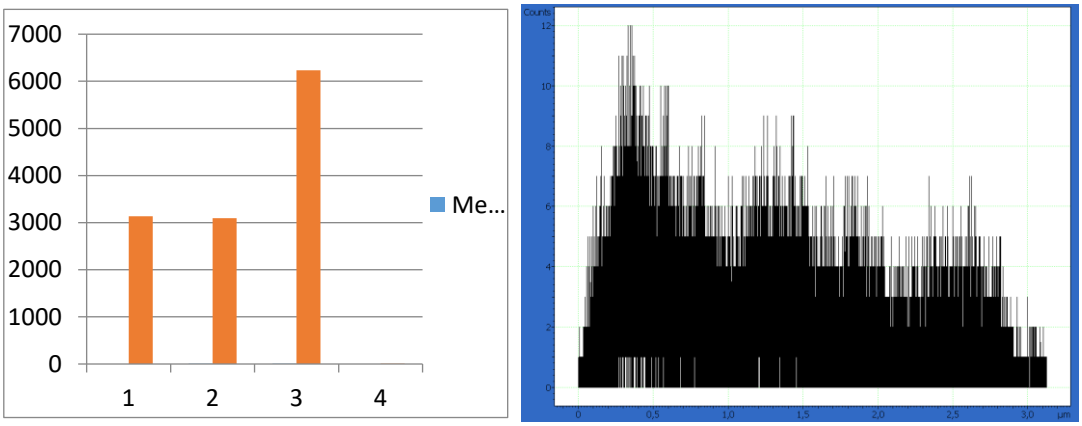


Рисунок 4 – Гистограммы шероховатости для АСМ-изображений поверхности бумаги из льна

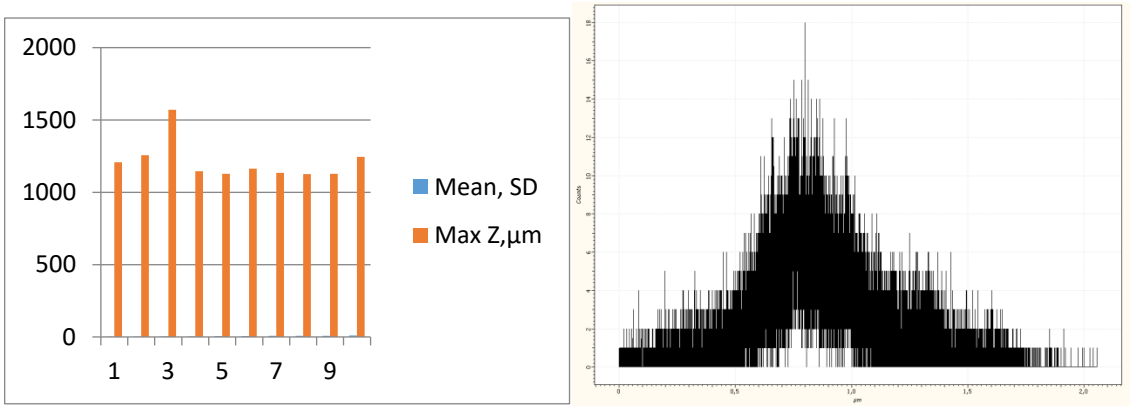


Рисунок 5 – Гистограммы шероховатости для АСМ-изображений поверхности бумаги из сосны

Из анализа представленных гистограмм можно сделать вывод, что характерные особенности рельефа (неровности) бумаги из сосны составляют около 1-1,5 мкм, на бумаге из льна значения выше и составляют около 3-6 мкм.

Таким образом, была исследована структура и особенности наноразмерных объектов на поверхности бумаги разного вида и формные пластины, а также получены данные о перепадах высот и общей шероховатости образцов. Метод АСМ позволяет проводить высокоточную диагностику структуры и контроль параметров образцов в наноразмерном масштабе, что невозможно при использовании стандартных методов диагностики поверхности, таких как оптическая микроскопия или использование профилометров. Показана возможность применения доступного и простого в использовании на производстве прибора, позволяющего проводить высокоточный экспресс-контроль параметров, качества и типа выпускаемой бумаги.

Для контроля гладкости поверхности в данной работе проведено СЗМ-исследование поверхности образцов бумаги. С помощью специализированного программного обеспечения обработки СЗМ-изображений для каждого сорта бумаги проведен расчет средней арифметической шероховатости Ra, основанный на вычислении средних перепадов высот на поверхности заданного размера, которая представлена в таблице 1.

Таблица –1 Значения среднего шероховатости исходных образцов бумаги

Наименование исследуемых бумаг	**Средняя шероховатость, нм**
Бумага из льна	655
Бумага из сосны	240

Литературы:

1 Материалы нанотехнологий в полиграфии. Ч. 3. Нанолитография. Нанотехнологии и материалы нанотехнологий в полиграфии : учеб. пособие / А.Ф. Бенда. Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова. – М. : МГУП имени Ивана Федорова, – 2014. – С. 220.

2 Алферов Ж.И., Асеев А.Л., Гапонов С.В., Копьев П.С, Панов В.И., Полторацкий Э.А., Сибельдин Н.Н., Сурис Р.А. Наноматериалы и нанотехнологии // Микросистемная техника. – 2003. – № 8. – С. 3-13.

3 G.Binnig, H.Rohrer – Scanning tunneling microscopy. // Helv. Phys. Acta. – 2001. – № 6. – P. 726-735.

4 Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии, РАН, Институт физики микроструктур. Н. Новгород, 2004.

5 Wendel, M. Nanolithography with an atomic force microscope for integrated fabrication of quantum electronic devices / M. Wendel, S. Kuhn S., H. Lorenz et.al. // Appl. Phys. Lett., – 2004. – P. 65

Мырзабекова Н., Калдыбаева А., Шаратбеков Т., Байтимбетова Б.А., Ибраева Ж.Е.
Атомдық-күштік және растрлы микроскоптардың көмегімен полиграфиялық материалдардың кедір-бұдырлығын зерттеу

Аңдатпа. Жұмыста зығыр және қарағайдан жасалған қағаздардың қасиеті мен құрылымы зерттелді. Зерттеу нәтижелері біртекті қапталған хаосты түрде бет бойында орналасқан целлилозалық талшықтардан құралған кедір-бұдырлығы 240 нм болғандығы анықталды. Қарағайдан жасалған қағаздың кедір-бұдырлығы 655 нм құрады.

Түйінді сөздер: наноөлшемді масштаб, атомдық-күштік микроскоп, кедір-бұдырлық

Myrzabekova N., Kaldybaeva A. Baytimbbetova BA, Ibraeva Zh.E.
Researches in rating of polygraphic materials
with the help of scanning atomic-power and raster microscopy

Abstract. In this paper investigated the structure and properties of the parameters of paper products from flax and pine. The results of the study show that pine paper revealed individual overlapping cellulose fibers randomly

distributed over the entire surface, and it has an average degree of roughness of 240 nm. In the study of flax paper on its surface, it was found that flax paper has the greatest degree of roughness of 655 nm.
Keywords: nanoscale scale, atomic force microscopy, printing materials, roughness

УДК: 622.771.2

Е.З. Нугман, У.Д. Ангарбеков, Б.А.Бекбосынова, А. К. Мустафа
Научный руководитель: С.А. Машеков, доктор технических наук, профессор
Satbayev University, г. Алматы
mashekov.1957@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВАЛКОВОГО УЗЛА ТРЕХВАЛКОВОГО РАДИАЛЬНО-СДВИГОВОГО СТАНА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. *Предложен радиально-сдвиговый стан новой конструкции. Представлен анализ конструкции существующих трехвалковых винтовых или радиально-сдвиговых станов, применяемых для изготовления бесшовных труб и прутков из металлов и сплавов. Определено влияние разворота валков на угол подачи на напряженно-деформированное состояние тяжелонагруженных элементов стана новой конструкции. Показано, что новый стан имеет достаточно высокую жесткость конструкции клетей и удовлетворяют условию прочности. Отмечено, что прокатка прутков на предлагаемом стане новой конструкции позволит получить прутки с мелкозернистой структурой высокого качества. В результате моделирования упругой деформации тяжелонагруженных элементов нового радиально-сдвигового стана разработаны мероприятия по их модернизации.*

Ключевые слова: *радиально-сдвиговый стан, валки, станина, подушка, подшипники, упругая деформация, прутки, жесткость, прочность*.

Известно, что для изготовления полых профилированных заготовок, бесшовных труб и прутков из углеродистых и легированных марок сталей, а также цветных металлов и сплавов широков применяют трехвалковые винтовые или радиально-сдвиговые станы (РСС) [1-3]. Однако, сложное пространственное расположение рабочих валков, т.е. разворот валкового узла в двух плоскостях на углы раскатки γ и подачи β усложняет конструкцию таких станов [4]. Следует отметить, что в настоящее время проектирование валкового узла вышеотмечанных станов производять без учета разворота валков на угол подачи.

Цель работы – разработка методики проектирования валков и подушек валкового узла нового РСС с учетом разворота валков на углы подачи и раскатки, позволяющей увеличить свободное пространство наиболее нагруженной подушки для размещения подшипников соотвествующей грузоподъемности.

Радиально-сдвиговый стан новой конструкции представляет собой комплекс прокатного и нагревательного оборудования, предназначенного для горячей винтовой прокатки прутков малых диаметров. Трехвалковая рабочая клеть РСС состоит из станины, в расточках которой через 120° смонтированы узлы рабочих валков (рисунок 1). Рабочие валки смонтированы на подушках, крутящий момент, которым передается через шпиндели от электродвигателей. Клети нового стана сконструированы с возможностью расположение валков в клети с различными углами к оси прокатки и тангенциальным смещением относительно ее на 18 мм.

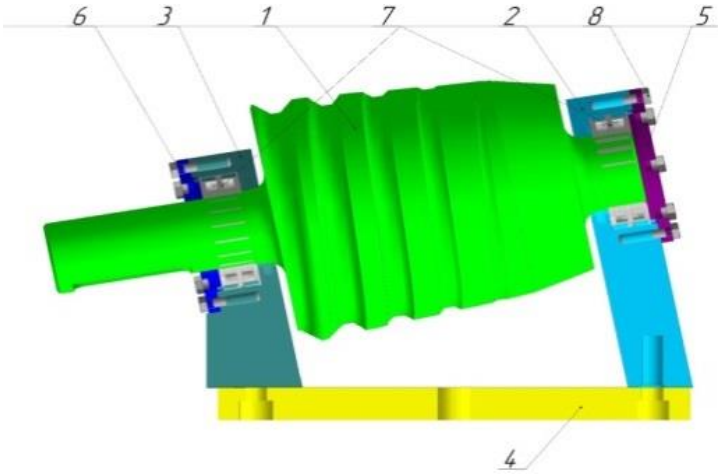
При прокатке на новом стане заготовку подают в индукционную нагревательную печь, имеющий толкатель с электромеханическим приводом. Команда на перемещение заготовки подается от фотодатчика, фиксирующего наличие прутка в приемном желобе. Толкатель оснащен регулируемыми бесконтактными датчиками крайнего переднего и крайнего заднего положения.

Перемещение заготовки в рабочем пространстве печи производиться с помощью механического оборудования, включающего пневмопривод поворота реек и пневмопривод

перемещения реек.

Заготовку, нагретую до заданной температуры, выдают из печи толкателем в обогреваемую проводку, а далее толкателем, имеющий электромеханический привод, подают в непрерывно вращающиеся валки. Толкатель снабжен регулируемыми бесконтактными датчиками крайнего переднего и крайнего заднего положения.

При подаче заготовка захватывается валками и, перемещаясь по винтовой траектории, металл заполняет очаг деформации, образованный валками, и формоизменяется в пруток заданного диаметра, а далее прессуется через очко матрицы до требуемого размера.



1 - Винтовая валок, 2 – Подушка , 3 – Подушка, 4 – Основа, 5– Крышка глухая, 6 – крышка сквозная, 7 – Подшипник, 8 – болт М8

Рисунок 1 – Валковый узел радиально-сдвигового стана

После прокатки и прессования пруток выдают за пределы рабочей клети непрерывно вращающимися роликами, а далее рычагами выбрасывателя передают на наклонную решетку с боковыми упорами, где он охлаждается, а затем его увязывают в пачки и отгружают краном на склад.

Рабочая клеть нового РСС имеет сложную конструкцию, содержащий вращающиеся валки, подшипники, станину, установочные механизмы валков, устройства крепления и другие детали. Проектирование такого стана является очень сложным и трудоемким процессом, требующим проведения большого объема расчетных и графических работ.

В настоящее время, для выполнения расчетных и графических частей проекта используются такие специализированные программы, как ANSYS, LS-DYNA, NASTRAN, SolidWorks, AutodeskInventor и т.д. Следует отметить, что при выполнении расчетных и графических частей проекта, используя некоторые специализированные программы, появляется ряд проблем, что приводит к увеличению сроков проектирования. В настоящее работе для конструирования рабочих клетей нового стана применялся интегрированная система компьютерного моделирования MSC Nastran, предназначенный для решения упругих задач механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов.

При конструирования рабочей клети в среде MSC Nastran нами было осуществлен следующий пошаговый алгоритм: в программе КОМПАС по рабочим чертежам создали трехмерную геометрическую модель каждой детали и произвели сборку узлов рабочей клети; произвели импорт модели в препроцессор PATRAN NASTRAN; выбрали материалы деталей, их механические и физические свойства (модуль упругости, массовую плотность, коэффициент Пуассона, предел прочности и т.п.); сформировали кинематические и статические граничные условия; смоделировали расчетную механическую схему, включающую распределение нагрузки по поверхности деформируемого прутка, подвод крутящего момента к валкам (крутящий момент моделировался с использованием MPC

элементов типа RBE2); используя опции Mesh Seed нанесли конечно-элементную сетку; определили напряженно-деформированного состояния (НДС) с учетом разворота валков на угол подачи; оценили уровень полученных упругих деформаций и напряжений в объеме каждой детали относительно требуемых критериев жесткости и прочности и ввели соответствующие изменения в конструкцию стана (твердотельную модель машины).

Следует отметить, что конечно-элементная модель (КЭМ) клети стана состоял из 490703 тетраэдральных узловых элементов с 793434 узлами. Валки были закреплены на опорных шейках подшипниковых узлов по трем степеням свободы T_x, T_y, T_z. Материалом валков был принят Сталь 9Х1 со следующими механическими свойствами: Модуль упругости - 2,1+11 Па; Коэффициент Пуассона - 0,283; Модуль Сдвига – 8,1839+10 Па.

Прочность и жесткость валковых узлов нового РСС исследовали при горячем прессовании прутков из сплава Д16 размером Ø8 мм. Температура прессования 300 ºС. В качестве исходной заготовки использовали подкат диаметром 40 мм.

Для проведения расчета к рабочим валкам приложили нагрузку в виде момента (рисунок 2,*а*) и силы, с которой заготовка действует на валки (рисунок 2,*б*).

После всех операций по заданию начальных условий имитационного моделирования, выполнялся расчет НДС конструкции стана. В результате расчета получены эпюры распределения поля эквивалентных напряжений в суппорте (рисунок 3,*а*), валке (рисунок 3,*б*) и в других тяжелонагруженных деталях стана под действующими нагрузками.

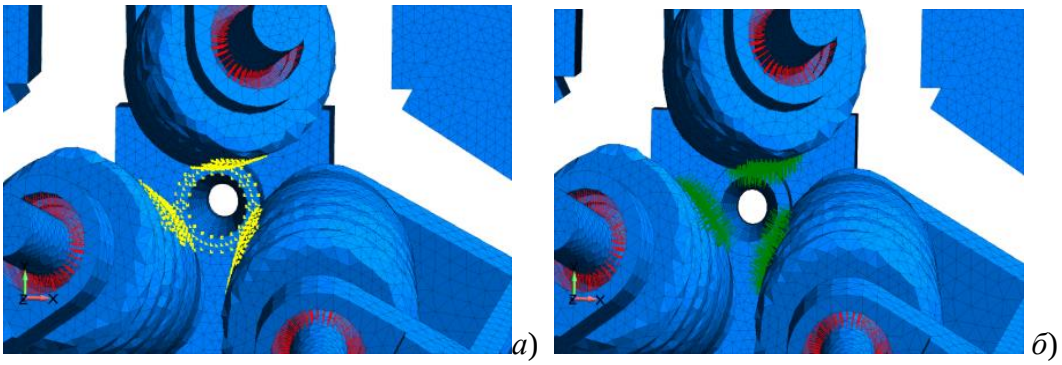

а) *б*)

Рисунок 2 – Приложение момента (*а*) и силы (*б*) к рабочим валкам

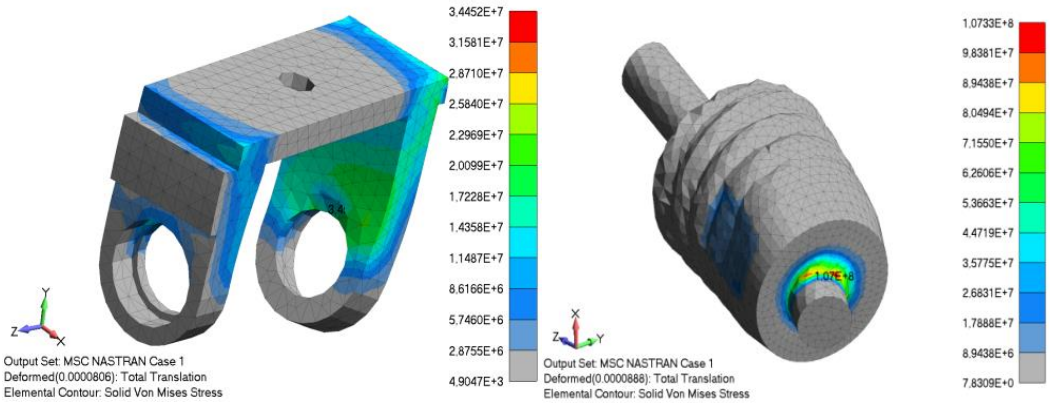


Рисунок 3 – Распределение поля эквивалентных напряжений в суппорте (*а*) и валке (*б*) под действующими нагрузками, запас прочности равен 10,52 и 9,67, соответственно

В результате проведенного компьютерного моделирования были получены данные, используя которые можно произвести коррекцию конструкции стана на этапе проектирования. Из рисунка 3,*б* видно, что максимальные напряжения возникают в шейках валка и составляют 98,4 МПа. Рассчитанные максимальные значения эквивалентных напряжений не превышают максимально допустимое значение предела прочности стали

9Х1(880 МПа). Напряжения в станине клети составил 45,412 МПа, что также существенно меньше предела прочности для материала станины (570 МПа для стали Ст40х).

Наибольшее перемещение под действием нагрузки равняется 0,00434 мм и возникают на шейках валков. Это величина находится в пределах допуска на диаметральные размеры прутков диаметром до 20 мм. Для станины наибольшее перемещение составляет под нагрузкой 0,00315 мм и возникает в верхней ее части. Таким образом, коэффициент жесткости конструкции валков составит:

$$C = \frac{P_{max}}{\Delta_{max}} = \frac{0,32}{0,00434} = 73,73 \ \frac{МН}{мм}.$$

Результаты проведенного компьютерного моделирования свидетельствуют о том, что клеть РСС имеет достаточный запас прочности. При горячей прокатке все тяжелонагруженные детали с 8-10 кратным коэффициентом запаса прочности выдержат прилагаемую нагрузку. Расчетная жесткость конструкции стана обеспечивает получение прутков с диаметральными размерами высокой точности.

В работе установлено, что при прокатке в новом РСС в очаге деформации создается геликоидальное истечение металла с торможением внешнего слоя заготовки и разгоном внутреннего. При этом, во внешнем слое каждый элемент подвергается деформации сжатия по радиусу заготовки и направлению истечения (вдоль винтовой траектории). Разнонаправленные потоки вызывают интенсивные сдвиговые перемещения в объеме проката, что приводить к значительному измельчению структурного строения. Металл приобретает характерное мелкодисперсное строение, практически не доступное для других стационарных способов обработки металлов давлением. По своему морфологическому строению, структуре и свойствам металл после прокатки на РСС становится материалом нового качества. Происходит комплексное повышение и стабилизация физико-механических и служебных свойств металла на уровне, превосходящем традиционные свойства материала.

Литературы:

1. Галкин С.П., Фадеев В.А., Гусак А.Ю. Сопоставление анализа геометрии мини-станов радиально-сдвиговой (винтовой) прокатки. Производство проката, 2015, № 12, с. 19–25.

2. Галкин С.П., Романцев Б.А., Харитонов Е.А. Реализация инновационного потенциала универсального способа радиально-сдвиговой прокатки. Черные металлы, 2015, № 1, с. 23–28.

3. Сигалов Ю.М., Бахтинов Ю.Б., Комаров В.М. Козлов А.Н. Совершенствование прокатки прутков из титанового сплава ВТ16 с устранением перегрузки стана посредством оптимизации калибровки валков. Технология легких сплавов, 2011, № 4, с. 86–89.

4. Никулин А.Н. Винтовая прокатка. Напряжения и деформации. - М: Металлургиздат, 2015. 380 с.

Е.З. Нугман, У.Д. Ангарбеков, Б.А.Бекбосынова, А. Қ. Мустафа

Құрылымы жаңа радиальды-ығыстыру орнағының пішінбілікті торабын жобалау

Андатпа. Баяндамада құрылымы жаңа радиальды-ығыстыру орнағы ұсынылған. Жаңа радиальды-ығыстыру орнағының серпімді деформациясы шеткі элемент әдістемесін қолданып имитациялық моделдеумен зертелген, алынған нәтиже талданып баяндамада көрсетілген. Пішінбіліктің бұрылуы ауыр жүк түсетін элементтердің кернеу-деформациялы күйіне қалай әсер ететіндігі анықталған. Жаңа орнақ жеткілікті дәрежедегі қаттылық және беріктік шартын қанағаттандыратындығы жұмыста көрсетілген. Ұсынылып отырған радиальды-ығыстыру орнағыныда шыбықты жаймалаған кезде, ұсақ түйіршікті құрылымы, яғни сапасы жоғары бұйым алынатындығы мақалада дәлелденген. Жаңа орнақтың ауыр жүктелген элементерін модельдеу нәтижесінде, оларды жаңғырту мәселесі шешілген.

Түйін сөздер: радиальды-ығыстыру орнағы, пішінбілік, тұғыр, мойынтірек, серпімді деформация, шыбық, ұсақ түйіршікті құрылым, қаттылық, беріктік.

E. Nugman, U.Angarbekov, B. Bekbosynova, A. Mustafa

Designing the roller unit of a three-wave radially-shift mill of a new construction

Annotation. A radial-shear mill of the new design is proposed. The analysis of the design of existing three-roll screw or radial-shear mills used for the manufacture of seamless pipes and rods from metals and alloys is presented. The influence of roll reversal on the stress-strain state of heavily loaded mill elements of a new design is determined. It is shown that the new mill has a fairly high rigidity of the stand design and satisfies the strength condition. It is noted that the rolling of bars on the proposed new design mill will provide bars with a fine-grained high-quality structure. As a result of modeling the elastic deformation of heavily loaded elements of a new radial-shear mill, measures have been developed for their modernization.

Keywords: radial shear mill, rolls, bed, pillow, bearings, elastic deformation, rods, stiffness, strength.

УДК: 622.771.2

Е.З. Нугман, Е.А. Ерубаев, А. Айса, А.Байбатша

Ғылыми жетекшісі: С.А. Машеков, техника ғылымдарының, профессор

Satbayev University, Алматы қаласы

mashekov.1957@mail.ru

МЕТАЛДАН ЖАСАЛҒАН ҰЗЫНӨЛШЕМДІ БҰЙЫМ ҚҰРЫЛЫМЫН ҰСАҚТАУ ӘДІСТЕРІН САРАПТАУ

Андатпа. *Түсті және қара металдар жасалған дайындамаларды қарқынды пластикалық деформациямен өңдеудің заманауи әдістеріне қысқаша шолу жасалған. Дайындама микроқұрылымының эволюциясын зерттеу нәтижелері, қарқынды пластикалық деформацияны қолдана отырып, ультраұсақтүйіршікті және наноөлшемді құрылымы бар жартылай өнімді алу мүмкін екендігі дәлелденген. Әртүрлі қарқынды пластикалық деформация әдістерімен өңдегеннен кейін, металдар мен қорытпаларда жеткілікті деңгейде илемділік қасиетін сақталып, беріктік қасиеті арттадынғы баяндамада көрсетілген.*

Түйін сөздер: *дайындамалар, қарқынды пластикалық деформация, ультраұсақтүйіршікті және наноөлшемді құрылым, түсті және қара металл.*

Конструкциялық материалдар қасиеттерін жақсартқанда қолданылатын бағыттардың бірі болып, қаңылтырлы және шыбықты материалдарда тұрақты ұсақ түйіршікті құрылым алу саналады. Құйылған күйде өнеркәсіптік қорытпалар, өлшемі 100 мкм үлкен болатын түйіршіктерден тұрады. Кейінірек рекристаллизациялық жасытуды қолданатын суықтай деформациялау, фазалық түрленулерге негізделген термиялық өңдеу және термомеханикалық өңдеу сияқты өңдеудің дәстүрлі әдістері, микроқұрылым түйіршіктерінің өлшемін 1 – 10 мкм дейін ұсақтай алады [1]. Жоғарыда айтылған, дәстүрлі әдістермен алынған түйіршіктердің өлшемі бойынша қойылған шектеулерді, шамасы үлкен пластикалық деформацияны беру арқылы жеңуге болатындығы, жақын арада жүргізілген зерттеулер көрсеткен. Үлкен пластикалық деформацияны қолданып микроқұрылымды $d \approx 10 – 100$ нм дейін ұсақтауға болатындығы дәлелденді. Деформацияның үлкен дәрежесіне қол жеткізу, металл түйіршіктерін наноөлшемге дейін ұсақтауға мүмкіндік береді.

Пластикалық деформация көмегімен субмикро- және нанокристал материалдарды (түйіршіктерінің өлшемі 1 мкм аз және 100 нм аз) алу үрдісін қарқынды пластикалық деформация (ҚПД) деп атайды. ҚПД әдісі, рекристаллизация температурасынан төменгі температурада жоғары қысымды түсіріп, үлкен деформация дәрежесімен жаншуді жүргізіп, материалды өңдейтін әдіс [2,3]. Нанокристалды құрылымды алған кезде жететін дәл деформацияның дәрежесі 4 және одан жоғары мәнге ие болуы қажет.

ҚПД қолданған кезде, металл материалдарындағы түйіршікті құрылымның ұсақталуымен және түйіршік өлшемдерінің кішіреюімен қатар, олардың шекараларының көлемдік үлесі арттады [4]. Түйіршіктің өлшемі 100 нм дейін кішірейген кезде, осы

құрылымдық өзгерістер, металдың аққыштық шегі, уақытша кедергісі, қаттылығы сияқты қасиеттерді айтарлықтай арттырады. Бұндай материалдарда асасозымталдық нәтижесі байқалып, магниттік өткізгіштік пен электрлік кедергісі өзгереді. Бірақта наноқұрылым болып есептелетін 100 нм шегі шартты болып табылады және әртүрлі материалдар мен қасиеттер үшін әртүрлі болады. Өнеркәсіпте қолданылатын материалдарда ұсақ түйіршікті құрылымды алу және ұзақ уақыт тұрақты ғып ұстап қалу өзекті мәселе болып табылады.

ҚПД процестерін негізгі екі топты бөліп көрсетуге болады [4]:

- бірінші топқа - дайындамадағы пластикалық деформация көлденең қимасының өзгеруінсіз өтетін процестер (жабық ұяқалыпта жоғары қысыммен бұрау, теңарналы және көпбұрышты баспақтау, қысыммен құрама қондырғы жәшікте бұрау және т.б.);

- екінші топқа - дайындамадағы пластикалық деформация көлденең қимасының өзгеруімен өтетін процестер (көлденең-бұрамалы илемдеу, пакетті экструзия, бұрамалы экструзия, тарылатын экструзия, көп қабатты илемдеу).

Қарастырылған процестерді үздіксіздіктің дәрежесі бойынша жіктеуге болады. Өлшемі ұзын бұйымдарды алуға болатын процестерге мына процестер жатады: бойлық илемдеу, көлденең-бұрамалы илемдеу, баспақтау, ауыспалы таңбалы бұрау [4]. Айтылған процестерді қолданып бұйымды үздіксіз өңдеп алуға болады. Конформ процесін қолданып үздіксіз экструдирлеуді жүзеге асыратын машиналарды жасау бойынша тәжірибелер жүргізілуде.

ҚПД-ның неғұрлым көп тараған әдістерінің кемшіліктеріне [4], үлкен өлшемді дайындамаларды өңдеуге қолданудың қиындығын және өнімділіктің төмен болуын, бұйым жасаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз ету үшін, стандартты емес қымбат жабдықтарды пайдалану қажеттілігін, өндірістің ұзақ және қымбат үрдістерден тұруын, алынған наноөлшемді құрылымды ұзақ ұстап тұрудың қиындығын жатқызуға болады.

Ауыспалы таңбалы бұрау әдісін, мысалы ыстықтай деформациялау температурасында таңбасы ауыспалы июді қолданып жоғарғы қасиетті бар материалдарды алу қызықты бағыт болып табылады [5]. Зерттеу нәтижесінде беріктік сипаттамаларының мынандай бірегей мәндері алынды: пластикалық сипаттамалары болар-болмас азайып, беріктік шегі бастапқы күймен салыстырғанда екі есе, аққыштық шегі үш есе артты. Осындай тәсілмен өңдеуді жүргізген кезде, аз көміртекті болаттарда видманштетті феррит типті инелі құрылым пайда болады. Импульсті соққыны түсіруден және қысқа уақытқа демалдырудан кейін пайда болатын беріктенген жолақтың құрылымы, қорытпаның химиялық құрамымен, деформация температурасымен, деформация жылдамдығы және дәрежесімен анықталады.

Ірі өлшемді субмикро және наноқұрылымдық дайындамаларды өндіру үшін қысыммен өңдеу әдістерінің ішінде илемдеу әдісі ең тиімді және өнімді әдісі болып табылады [3]. Илемдеу тәсілі, қымбат тұратын арнайы жабдықтарды қолданбай, дағдылы илемдеу пішінбілдектерін қолданып өлшемі үлкен дайындамаларды алуға мүмкіндік береді. [3] жұмыста айтылғандай, заманауя илемдеу және термиялық өңдеу агрегаттары наноматериалдар тобына жататын бұйымдарды алуға мүмкіндік береді. Наноөлшемді және ультраұсақтүйіршікті (УҰТ) құрылымы бар үлкен өлшемді дайындамаларды, өндірістік көлемде стандартты жабдықтарда өндіру мүмкіндігі, наноқұрылымдалған материалдарды жасау үшін қолданылытын қысыммен өңдеудің басқа тәсілдерімен салыстырғанда илемдеу тәсілінің басты артықшылығы болып табылады.

Әдебиетте үшбілікті орнақта көлденең-бұрамалы илемдеумен және сортты илемдеу көмегімен ұсақ түйіршікті материалдарды алу туралы мәліметтер жарияланған [3]. Бұл әдістер орташа өлшемі 150 нм болатын біртекті субмикрокристалды құрылымды алуға мүмкіндік береді. Мұндай құрылым үлкен бұрышты шекарасы бар түйіршіктерден тұрады және жоғары механикалық қасиеттерге жетуге мүмкіндік береді.

Субмикро және наноқұрылымдық құрылымы бар қаңылтыр алу үшін пакетті илемдеу тәсілін қолданады. Пакетті илемдеу тәсілі өз кезегінде мынандай әдістерге бөлінеді [5]: қабаттарды ұсақтауды жүзеге асыру үшін араласпайтын қабатты бар қабатты композициялық материалды жасау әдістері; ультраұсақтүйіршікті құрылымы бар монолитті материалдарды алудың тәсілдері. Пакетті илемдеуді іске асырғанда қолданылатын құрылымды ұсақтаудың

барлық әдістерін, мынандай технологиялық маршрутпен жүзеге асырады: қаңылтырдан өлшемді дайындамалар кесу; дайындамалардың бетін дайындау; кесілген қаңылтырларды пакетке жинау; пластикалық деформация. Біркелкі ультраұсақтүйіршікті құрылымды алу мақсатымен үлкен деформацияларды жинақтау үшін пакетті илемдеудің циклын қайталайды. Қайталау саны бастапқы пакеттегі дайындамалар санына байланысты болады.

Біртекті УҰТ құрылымы бар монолитті материалдарды алу тәсілдерінің бірі болып көпсатылы пакетті жаймалау (КПЖ) тәсілі немесе жинақтаушы илемдеумен біріктіру (ARB) тәсілі саналады [5]. Араласпайтын қабат деп өзара араласуға мүмкіндік бермейтін, құрылымы әртүрлі кристалдан тұратын қабаттарды айтады. Мынандай варианттар болуы мүмкін: пакетке жиналатын бастапқы қабаттар, бастапқы кезден әртүрлі кристалдық құрылымға иемденуі (әртүрлі металдар қабатынан тұру; пакетті илемдеуді жүзеге асыратын өңдеу температуралары аралығында, әртүрлі кристалдық фазалардан тұру т.б.). Соңғысы бір металдың қорытпасына тән, мысалы, болат негізінде композит жасаған кезде.

УҰТ құрылымы бар металдарды конструкциялық және қызметтік материал ретінде қолдануды кеңейту үшін, олардан бірегей механикалық және физикалық қасиеттері бар бұйымдарды жасау үшін, жақсартылған сипаттамасы бар жартылай фабрикаттарды алуға мүмкіндік беретін әдістерді жасау керек [6]. Осы сипаттамаларға, үлкен қима, кез келген қимада тең осьті УҰТ құрылым, өлшемі бойынша біртекті түйіршіктері және үлесі жоғары үлкенбұрышты шекарасы бар түйіршіктерден тұратын құрылымды жатқызуға болады. Осындай жағдайда, текстурасы айқын және түйіршіктерінің кристаллографиялық бағытталуы жақын аймақтар болмауы керек. Сонымен қатар, жаңа әдісті зауытта іске асыру мүмкіндігін ескеруі керек. Дәлірек айтсақ, қарапайым және қымбат емес технологиялық айлабұйыммен жабдықталған баспақтық жабдыққа оңай бейімделуі керек және нарықтық қоры болуы қажет. Бұл УҰТ құрылымы бар өнімнің салмақ бірлігіне берілетін деформация энергиясының азайтуға мүмкіндік береді. Мұндай тәсілді, металдар мен қорытпаларды деформациямен өңдейтің циклды әдістердің арасынан іздеген жөн. Осындай әдістерге, қысыммен өңдеген кезде деформацияның дәрежесінен тәуелсіз, дайындаманың үш өлшемді пішінін сақтауға немесе қалпына келтіруге мүмкіндік беретін теңарналы бұрыштық баспақтау (ТАББ) , бұрамалы экструзия және т.б. әдістер жатады [1-5].

ТАББ әдісі, үлгіліктердің геометриялық пішінін айтарлықтай өзгертпей, қарапайым сырғуды қолданып, жаншудың үлкен дәрежесімен металдарды өңдейтін әдіс ретінде жасалған. ТАББ әдісін қолданғанда бірдей диаметрі бар екі арна арқылы үлгілерді сығып өңдейді. Арналар жазықтығы түйісетін аймақта үлгілік деформацияланады [5]. Арналар арасындағы бұрыш 90° болғанда, осы сырғуға сәйкес келетін деформация дәрежесі мынаған тең болады: $\varepsilon = 1{,}15$. Арналар арқылы үлгіліктерді қайта өткізіп, қажетті деформацияны жинақтап, құрылымдық өзгерістерге қол жеткізеді. Осылай деформациялағанда үлгіліктің кейбір шет жақтарының пішіні бұзылғанымен, оның негізгі бөлімдерінің пішіні сақталады.

ТАББ үшін, ені 200 мм кіші болатын параллелепипед пішінді үлгіліктер қолданылады. Конформ-процесімен ТАББ әдісін қиыстырып қолдану, ұзын өлшемді УҰТ құрылымы бар бұйымдарды алатын тиімді өндіріс тәсілі болу мүмкін [4,5]. Бірақта, ТАББ әдісінің кемшілігіне, жартылай фабрикаттардың көлденең өлшемінің шектеулі болуын жатқызуға болады. Үлгіліктердің көлденең қимасы көбейген сайын, айлабұйымның беріктігіне, майлайтын сұйықтың сапасына, баспақтау жабдығының қуатына қойылатын талап артады.

ТАББ әдісін қолданғанда, екі бірізді өтпелер арасында үлгіліктердің бұрып, деформация жолын өзгертуге болады. Үлгілік айлабұйым арқылы бірінші рет өткен кезде, осы сайман арналарының қиылысу жазықтығына параллелді орналасатын микрожолақтар жүйесі пайда болады [5].Үлгілікті өзінің осінің айналасында 90° бұрып, келесі өтімдерді іске асырғанда (жалпы қабылданған жіктеуге сәйкес *BA* және *BC* маршруты) басқа жазықтықтарда жататын микрожолақты шекаралардың қалыптасуына әкеледі. Осы жазықтықтар бастапқы жазықтықтармен қилысып, тұйықталған, теңосьтігі жақын бөлшектердің пайда болуына әкеледі. Осы себептен *BA* және *BC* маршруттарын қолдану теңосьті УҰТ құрылымды тез қалыптастыруға мүмкіндік жасайды. Бірақта, әрбір субқұрылым нақты бір монотонды

жүктелген кезде материалдың жаңғырығы ретінде пайда болады. Деформациялау жолының өзгерісі ескі субқұрылымының бұзылуына және жаңа жағдайға тән жаңа субқұрылымның пайда болуына алып келеді. Бұрылысы бар маршруттарды қолданған кезде бұрын туындаған шекаралардың жартылай бұзылуы жүреді және де монотонды деформацияға қарағанда бағыттанудың жинақталуы баяу өтеді.

Сондықтан, ТАББ-дың *ВА* және *ВС* маршруттары азбұрышты шекарасы бар УҰТ құрылымын жақсы қалыптастырады [5]. Бұл заңдылық, *А* және *С* маршруттарымен байланысты екі шеткі жағдайларды салыстырған кезде анық байқалады. Бірінші жағдайда, үлгілікті бұрамайды, ал екінші жағдайда үлгілікті 180° бұрышқа бұрады. Бірінші жағдайда құрылым үздіксіз дамиды және аралары үлкен бұрышпен бағытталған ұзын түйіршіктер пайда болады, ал екінші жағдайда – түйіраралық бағытталу бұрышы кішкентай болатын, теңөсьті құрылым қалыптасады.

Екінші жағынан қарасақ, *А* маршрутымен деформациялаған кезде микрожолақтардың тек бір жүйесінің эволюциясы жүреді және көптеген өтпелерден кейін құрылған УҰТ құрылым үлгіліктің осіне жақын бағытта ұзарған түйіршіктердан тұрады [5]. Монотонды деформациялағанда және сонымен қатар ТАББ тәсілінің *А* маршрутын қолданған кезде, түйіршіктердің ұсақталуының тиімділігін жоғарлатуды, түйіршіктер шекарасының қозғалғыштығын арттырып қол жеткізуге болады. Осы бойлық шекаралардың жергілікті көшуіне және көлденең шекараның құрылуына ықпал ете отырып, теңосьті құрылымның қалыптасуына әсер етеді. Рекристалдану мен қайту процестері, деформациямен алынған субқұрылымды, теңосьті түйіршікті құрылымға өзгертуге аса маңызды.

ТАББ процесімен балқу температурасы төмен металдарды (алюминий, мыс) бөлме температурасында, ал балқу температурасы жоғары металдарды жоғары температурада деформациялағанда динамикалық рекристалдану жүретіндігін сәйкесті зерттеулер көрсеткен [1-5]. Бұл, ТАББ процесін қолданған кезде, деформациялау температурасына байланысты УҰТ құрылымның пайда болуы мынандай негізгі екі механизмнің біреуімен жүретіндігін білдіреді: микрожолақтардың қиылысу есебінен деформациялық шекаралардың пайда болуы жолымен (төменгі температурада); рекристалдану жолымен (жоғары температурада). Осы механизмдер ТАББ-ды қандай процеске жатқызуға болатындығын анықтайды, яғни төменгі температурада бұл шартты ҚПД, ал салыстырмалы жоғарғы температурада – жартылай динамикалық рекристалдануды қолдаланатын, неғұрлым «жұмсақ» деформациялық өңдеу.

Әдебиеттер:

1. Эрик Ландре. Общие направления развития нанотехнологии до 2020 г. Пер. с англ. О.Ю. Санфировой // Российские нанотехнологии. Том 2, № 34, 2007. – С. 815.

2. Лещев И.В., Богатов А.А. Получение нанокристаллических материалов при больших деформациях волочением и ИПД при высоких давлениях со сдвигом / УГТУ УПИ, 2010.- С.21-25.

3. Быков Ю.А., Карпухин С.Д. Способы получения конструкционных наноматериалов. Часть 1 // Наноинженерия. 2012. № 6. С. 11-19.

4. Рудской А.И., Коджаспиров Г.Е. Перспективные технологии изготовления листа с субмикрокристаллической и наноструктурой // Вопросы материаловедения. 2009. № 3(59). С. 188-192.

5. Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные материалы: получение, структура и свойства. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 398 с.

Е.З. Нугман, Е.А. Ерубаев, А. Айса, А.Байбатша

Анализ способов измелчение структуры длиномерных изделий из металлов

Аннотация. Рассмотрены современные методы интенсивной пластической деформацией формирования субмикрокристаллических и наноструктурных состояний в металлах и сплавах. Показано возможность получения полуфабрикатов с ультрамелкозернистой и наноразмерной структурой, используя интенсивную пластическую деформацию. Доказано, интенсивная пластическая деформации позволяет повысит прочностные свойства металлов и сплавов, при этом сохраняется хорошая пластичность.

Ключевые слова: интенсивная пластическая деформация, субмикрокристаллическое и наноструктурное состояние, цветные и черные металлы.

E. Nugman, Erubaev E., E. Nugman, A. Aisa, A. Baibatsha

Analysis of methods cutting the structure of long-dimensional metal products

Annotation. Modern methods of intensive plastic deformation of the formation of submicrocrystalline and nanostructural states in metals and alloys are considered. The possibility of obtaining semi-finished products with ultrafine-grained and nanoscale structure using intensive plastic deformation is shown. It is proved that severe plastic deformation allows to increase the strength properties of metals and alloys, while maintaining good ductility.

Keywords: severe plastic deformation, submicrocrystalline and nanostructured state, non-ferrous and ferrous metals.

УДК 539.216; 539.2; 538.91-405

Рябикин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Лебедев И.А., Серикканов А.С.
Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, 050013
Физико-технический институт, Алматы, 050032
bag06@mail.ru

ИЗМЕРЕНИЕ СИГНАЛА ЭПР УГЛЕРОДНОЙ ПЛЕНКИ ПРИ РАЗЛИЧНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ПЛОСКОСТИ ОБРАЗЦА ОТНОСИТЕЛЬНО ОРИЕНТАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Аннотация. *В работе рассматривается результаты изучения методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) углеродных пленок, нанесенных на подложки из кварца, слюды и кремния. Приведены зависимости интенсивностей сигнала ЭПР от температуры углеродных пленок на различных подложках при перпендикулярном и параллельном расположении плоскости образца относительно ориентации магнитного поля.*

Ключевые слова*: углеродные пленки, ЭПР сигналы, различные подложки.*

Тонкие углеродные пленки обладают уникальными физико-химическими свойствами, такими как инертность, износостойкость, прозрачность в видимом диапазоне длин волн, твердость, теплопроводность. Кроме того, изменяя условия их получения, можно в широких пределах управлять шириной запрещенной зоны, концентрацией примесных атомов и проводимостью слоя, что позволяет использовать алмазные покрытия при изготовлении мощных полупроводниковых приборов.

Современный этап развития технологии выращивания тонких пленок углерода характеризуется значительным вниманием к алмазу, как к полупроводниковому материалу для создания структур твердотельной микро, акусто, эмиссионной электроники [1] и расширением использования алмаза как материала с рекордной твердостью для изготовления абразивного и режущего инструмента [1]. Выращивание тонких пленок углерода реализуется на основе процессов двух типов: физическое распыление графита ионным пучком и воздействие на структуру углеродного конденсата мощным электронным пучком; наращивание тонких пленок углерода распылением и облучением одним широким ионным пучком. Ростовые процессы первого типа осуществляются распыляющим ионным и облучающим электронным пучками [2].

Углеродные пленки хорошо известны своей способностью образовывать различные электронные конфигурации, такие как sp, sp^2, sp^3. Наиболее распространенной структурной модификацией является алмаз с sp^3-гибридизацией и графит обладающий sp^2-гибридизацией связей [1]. В связи с этим задача получения углеродных пленок с различными электронными конфигурациями искусственным путем привлекает многих ученных. Главная особенность в

том, что если изменять соотношения концентрации структурных единиц sp^2 и sp^3 , можно получать пленки с новыми электронными свойствами.

Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) является мощным инструментом исследования углеродных наноматериалов [3-5]. В данной работе проведено изучение температурной зависимости сигнала ЭПР тонких углеродных пленок, нанесенных на подложки из кварца, слюды и кремния от температуры предварительного отжига.

Пленки получали на установке AX5200S–ECR фирмы Seku Technotron Corp., оснащенной микроволновым излучателем для возбуждения плазмы. При плазменном разложении смеси CH_4 и H_2 и осаждении углерода на различных подложках (кварц, слюда и кремний) на них образуются углеродные пленки темноватого цвета. В нашем случае время осаждения углерода на подложку с образованием пленки было 2 часа при возбуждении плазмы в смеси $CH_4+H_2+A_r$ при давлении $3{,}8\cdot10^{-2}$ Торр. Подводимая микроволновая мощность в камеру составляла 540 Вт, а отраженная – 84Вт, натекание в камеру CH_4 и H_2 было одинаковым и равным 20 $см^3$/мин.

ЭПР измерения проводились при комнатной температуре в атмосфере воздуха на спектрометре ЭПР японской фирмы JOEL, работающем в 3-х см диапазоне длин волн. Максимальная чувствительность спектрометра составляла $5\cdot10^9$ спин/образец при 100 кГц модуляции магнитного поля.

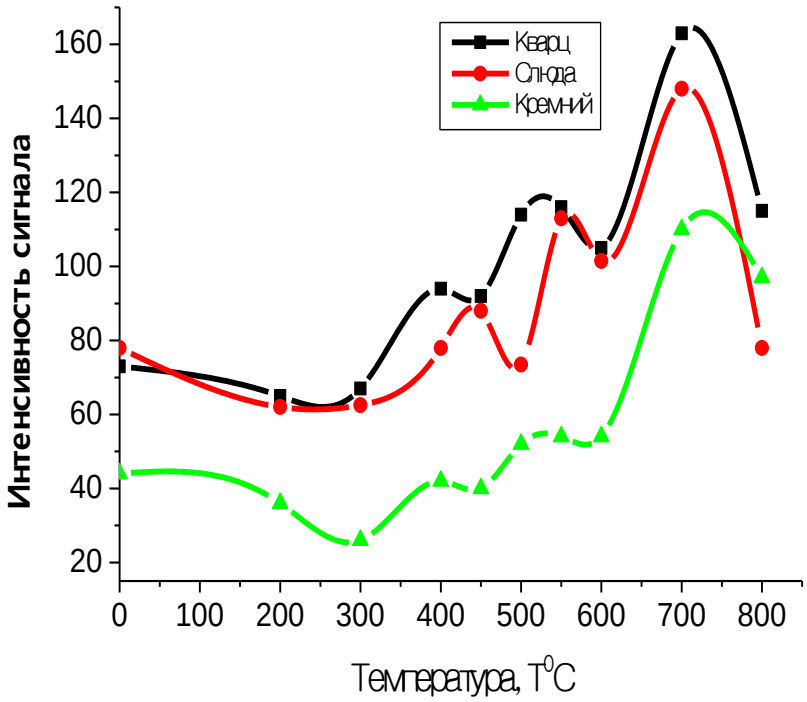
На рисунке (а,б) и таблице представлены температурные зависимости интенсивностей сигнала ЭПР углеродной пленки на подложках кварца, слюды и кремния при перпендикулярном и параллельном расположении плоскости образца относительно ориентации магнитного поля.

Из рисунка видно, что при изменении температуры от комнатной до 250-300^0C амплитуда сигнала ЭПР заметно уменьшается, а дальше с повышением температуры растет для всех образцов.

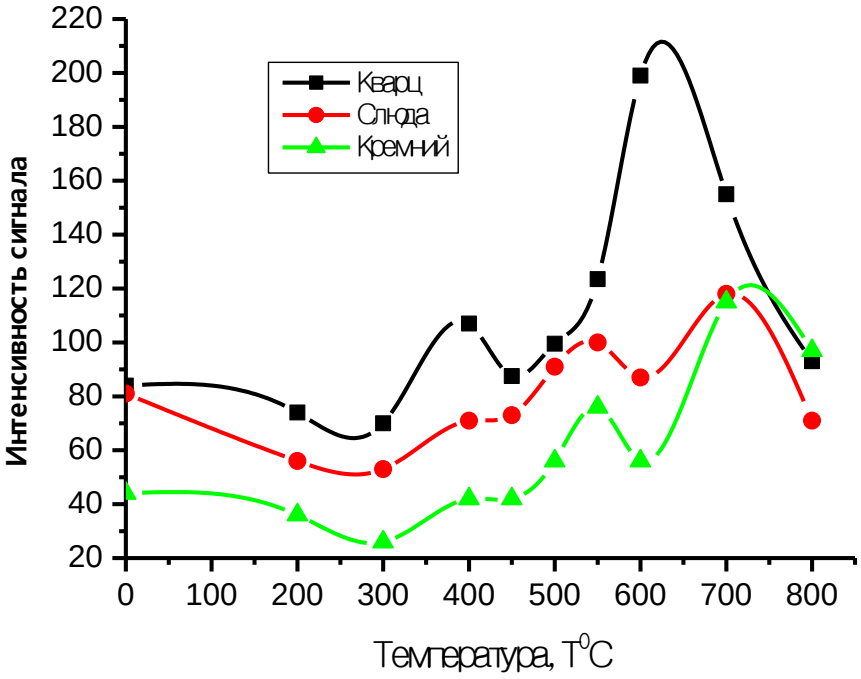
Следует отметить, что с повышением температуры сигнал растет неравномерно, а с образованием промежуточных максимумов при обоих ориентациях плоскости образца относительно ориентации магнитного поля

Из рисунка видно, что сигнал ЭПР имеет одну характерную температурную область. Температурный рост сигналов ЭПР в исследуемых образцах наблюдался в интервале 400-700^0C при измерении обеих расположениях плоскости образца относительно направления магнитного поля. В обеих ориентациях измерении при температуре выше 750^0C линии ЭПР существенно уменьшаются.

Оказалось, что температурное поведение сигнала ЭПР при перпендикулярном и параллельном расположении плоскости образца относительно ориентации магнитного поля практически почти аналогичны. Это означает, что сигналы ЭПР относятся к одному и тому же парамагнитному центру, характеризующемуся g=2,00322-2,00323 при температуре T=750^0C.



а)



б)

Рисунок 1 - Зависимость интенсивностей сигнала ЭПР от температуры углеродных пленок на различных подложках: а) при перпендикулярном расположении плоскости образца относительно ориентации магнитного поля, б) при параллельном расположении плоскости образца относительно ориентации магнитного поля

Обычно углеродные пленки имеют довольно сложный структурный состав. В основном в него входят графеноподобные образования, нанотрубки различных параметров, графиты разнообразной организации и их окислы.

Таблица 1. Параметры интенсивность сигналов ЭПР при измерении перпендикулярном и параллельном расположении плоскости образца относительно ориентации магнитного поля углеродных пленок на различных подложках

	$I_{C\parallel}$- фактор			$I_{C\perp}$- фактор		
T, ^{0}C	Кварц	Слюда	Кремний	Кварц	Слюда	Кремний
0	84	81	44	73	78	44
200	74	56	36	65	62	36
300	70	53	26	67	62,5	26
400	107	71	42	94	78	42
450	87,5	73	42	92	88	40
500	99,5	91	56	114	73,5	52
550	123,5	100	76	116	113	54
600	199	87	56	105	101,5	54
700	155	118	115	163	148	110
800	93	71	97	115	78	97

Заключение

Температурные зависимости интенсивностей сигнала ЭПР углеродной пленки на различных подложках показывают, что с повышением температуры сигнал растет неравномерно с образованием промежуточных максимумов в обеих ориентациях плоскости образца относительно ориентации магнитного поля, а также при температуре выше 750^{0}C линии ЭПР существенно уменьшаются.

Литературы:

1. Семенов А.П., Белянин А.Ф., Семенова И.А.,. Пащенко П.В, Барнаков Ю.А. Тонкие пленки углерода. II. Строение и свойства// Журнал технической физики, 2004, том 74, вып. 5. С.101-104

2. Семенов А.П., Белянин А.Ф., Семенова И.А. и др. // Тр. V Междунар. симпозиума,, Алмазные пленки и пленки родственных материалов“. Харьков, 2002. С. 79–82.

3. Garaj S., Thien-Nga L., Gaal R., Forry L., Takahashi K.,Kokai F., Yudasaka M., Iijima S. Electronic properties of carbon nanohorns studied by ESR. Phys. Rev. B. 62(24) (2000) 17115-17119.

4. Ciri L., Sienkiewicz A., Mioni M., Magrez A., Forro L. Towards electron spin resonance of mechanically exfoliated graphene, Phys. Status Solidi B. 246 (2009) 2558-2563.

5. Baitimbetova B.A., Vermenichev B.M. New Method for producing graphene by magnetron discharge in an atmosphere of aromatic hydrocarbons. Graphene. 4 (2015) 38-44

Рябикин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Лебедев И.А., Серикканов А.С.

Салыстырмалы бағдарда магнит өрсін үлгіге перпендикуляр және параллель жазықтықтарда орналастырылған әртүрлі төсеніште көміртекті пленканың эпр сигналын өлшеу

Аңдатпа. Жұмыста кварц, слюда және кремний төсеніштеріне қондырылған көміртекті пленканы электронды парамагнитті резонанс (ЭПР) әдісімен зерттеген нәтижелер қарастырылған. Салыстырмалы бағдарда магнит өрсін үлгіге перпендикуляр және параллель жазықтықтарда орналастырылған әртүрлі төсеніште көміртекті пленканың ЭПР сигналы интенсивтігінің температураға тәуелділігі көрсетілген.

Түйінді сөздер: көміртекті пленкалар, ЭПР сигналдары, әртүрлі төсеніштер

Ryabikin Yu.A., Baytimbetova B.A., Lebedev I.A., Serikkanov A.S.

Measuring the epr signal of a carbon film at different layout of the sample plane regarding the orientation of the magnetic field

Abstract. This paper presents the results of the study of carbon films deposited on substrates of quartz, mica and silicon by the method of electron paramagnetic resonance (EPR). The present study was designed to determine the

parameters of the intensities of the EPR signal on the temperature of carbon films on various substrates with perpendicular and parallel arrangement of the sample plane relative to the orientation of the magnetic field.

Key words: carbon films, EPR signals, various substrates

УДК 655.4

Б.А. Тлеуғабылов, Р.А. Козбагаров
Научный руководитель- Р.А. Козбагаров, сениор-лектор, к.т.н.
Казахский национальный исследовательский университет им. К. Сатпаева, Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева, Казахстан, г. Алматы
tleugabylov.bek@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОГРУЗЧИКОВ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. *Производственная деятельность современных полиграфических предприятий невозможна без рационально организованной, хорошо продуманной транспортной системы. Производственный процесс как всего предприятия, так и его подразделений связан с непрерывным перемещением значительного количества различных грузов: материалов, полуфабрикатов, готовой продукции, отходов производства. Эти перемещения осуществляются как за пределами предприятия, так и внутри его. На склады полиграфических предприятий внешний транспорт доставляет бумагу, картон, краски, переплетные ткани и другие материалы, а со складов или непосредственно из цехов вывозит готовую продукцию и отходы производства. В пределах самого предприятия с помощью внутризаводского транспорта материалы и другие грузы перемещаются со складов в цеха, различные полуфабрикаты - между цехами, готовая продукция и отходы - из цехов в соответствующие склады. Внутри цехов полуфабрикаты в процессе их изготовления и сборки перемещаются между производственными участками и рабочими местами. Транспортная система предприятия находит свое непосредственное отражение в схеме пространственного размещения производственного процесса. Способы перемещения, компоновочные и планировочные решения самым тесным образом связаны между собой. Поэтому система перемещений является одним из важнейших факторов, который способствует созданию проекта оптимальной схемы пространственного размещения производства.*

Ключевые слова: *транспартировка, электропогрузчик, полиграфия, цех, предприятия, погрузчик.*

Производственная деятельность современных полиграфических предприятий невозможна без рационально организованной, хорошо продуманной транспортной системы. Производственный процесс как всего предприятия, так и его подразделений связан с непрерывным перемещением значительного количества различных грузов: материалов, полуфабрикатов, готовой продукции, отходов производства. Эти перемещения осуществляются как за пределами предприятия, так и внутри его. На склады полиграфических предприятий внешний транспорт доставляет бумагу, картон, краски, переплетные ткани и другие материалы, а со складов или непосредственно из цехов вывозит готовую продукцию и отходы производства. В пределах самого предприятия с помощью внутризаводского транспорта материалы и другие грузы перемещаются со складов в цеха, различные полуфабрикаты - между цехами, готовая продукция и отходы - из цехов в соответствующие склады. Внутри цехов полуфабрикаты в процессе их изготовления и сборки перемещаются между производственными участками и рабочими местами. Транспортная система предприятия находит свое непосредственное отражение в схеме пространственного размещения производственного процесса [3]. Способы

перемещения, компоновочные и планировочные решения самым тесным образом связаны между собой. Поэтому система перемещений является одним из важнейших факторов, который способствует созданию проекта оптимальной схемы пространственного размещения производства.

В процессе эксплуатации печатная машина снабжается бумагой, печатными формами, краской, увлажняющим раствором, сжатым воздухом, средствами вытяжной вентиляции и обдува. Полученные полуфабрикаты или конечные готовые продукты передаются на последующие производственные участки. В дальнейшем материальный поток будет рассматриваться на примере газетной типографии, оснащенной рулонными офсетными печатными машинами [1].

Задачи организации производственного транспорта заключаются в следующем:
• своевременное перемещение различных грузов в соответствии с потребностями производства;
• обеспечение равномерного движения предметов труда с целью равномерной и полной загрузки рабочих мест, предотвращение простоев оборудования и рабочих;
• рациональный выбор и эффективное использование транспортных средств;
• механизация и автоматизация транспортных операций;
• сокращение затрат на транспортировку, повышение производительности труда транспортных рабочих.

На полиграфических предприятиях получили распространение транспортные средства автоматического действия, такие, как автопогрузчики, электротельферы, штабелеукладчики, электрокары, электротельферы [2] для транспортировки материалов и выполнения складских операций. Применяются также автоматические транспортные линии и специальные транспортные устройства, встроенные в агрегаты или соединяющие станки - автоматы, обеспечивающие объединение основных и транспортных операций на автоматических поточных линиях.

За последние десятилетия, электрическая батарейка погрузчики имели сильное влияние в лифт тележку и обработка материала для окружающей среды и для хорошей причины. Преимущества грузоподъемника приведенного в действие электричеством теперь далеко перевешивают недостатки. Ограничения и недостатки которые раз делали электрические грузоподъемники неработоспособным и непрактичным были положены к остальным путем выдвигать технологии и доказанное представление.

Все, ряд промышленных предприятий переходят на электропогрузчики, ведь энергосберегающие, экологически чистые машины могут делать практически все, что выбросы производства ИМС погрузчиков делать. Электропогрузчики являются реальной альтернативой жидком топливе автопогрузчики и более экономичны в эксплуатации, не менее мощный, проще в обслуживании, безопаснее, тише и чище

Электропогрузчики типов 02 и 04 являются в настоящее время наиболее распространенными машинами. Они предназначены для вертикального и горизонтального перемещения грузов. Погрузчики изготовляются с электродвигателями, питающимися от щелочных железоникелевых аккумуляторов, и по конструкции отличаются между собой только высотой рамы подъемника (погрузчик типа 02 может поднять груз на 2750 мм, а погрузчик типа 04 - на 1500 мм). Ниже приводятся технические данные этих погрузчиков. Гидравлическая система обеспечивает подъем и опускание груза, наклон подъемника вперед и назад.

Представление о цене и рассмотрение безопасности могут быть встрещены или превышены путем покупка или арендовать электрический грузоподъемник. Раз была заметная разница в представлении между электрическим грузоподъемником и представлением тележки IC но, в наше время, технология давала электрическим грузоподъемникам ведущую кромку в коммерчески рынке грузоподъемника.

Около 30 лет назад, электропогрузчики не имеют мощность, скорость и долговечность, что лед автотранспортом. Что изменилось и не правда. Если в 1990-х годах на рынке было 60

процентов ледовых подъемников и 40 процентов электрических, то теперь доля рынка изменилась [4]. Сегодня 60% вилочных погрузчиков являются электрическими, и только 40% работают на ископаемом топливе.

Объясняется это просто тем, что технический прогресс сделал электрические погрузчики конкурировать и превосходить по многим показателям. Плюсы электрического грузоподъемника далеко перевешивают минусы, и одно из верхних преимуществ электрической платформы грузоподъемника производственные затраты.

Литература:

[1] http://trac-tor.ru/vilochnye-pogruzchiki/ehlektropogruzchiki-25tn
[2] http://www.pogruzchik.kz/blog/elektropogruzchiki-v-kazahstane
[3] Вавилов С. С. Полиграфия в России. М, 2012. 144 с.
[4] Гайворонов П. П. Судьбы отечественной полиграфии. М, 2011. 134 с.

Б.А. Тлеуғабылов, Р.А. Козбагаров

Электртиегіштерді полиграфиялық өндірісте қолдану

Аңдатпа: Бұл мақалада полиграфиялық өндірісте көлік қарастырылады. Мақалада өндірістік көлікті ұйымдастыру міндеттері қойылады және олардың шешімдері қарастырылады. Электр тиегіштің артықшылығы суреттелген. Полиграфиялық өндірістегі басты көлік бірлігі ретінде электр тиегіші талданады.

Түйін сөздер: Тасымалдау, электр тиегіш, полиграфия, цех, кәсіпорындар, тиегіш.

B.A. Tleugabylov, R.A. Kozbagarov

The use of electric trucks in the printing industry

Summary. This article deals with transport in the printing industry. The article discusses the tasks of the organization of industrial transport and their solutions. The advantages of an electric forklift are described. An electric loader is analyzed as the main transport unit of printing production.

Key words: Transportation, electric loader, printing, workshop, enterprises, loader.

УДК: 622.771.2

Э.А. Тусупкалиева, Е.З. Нугман, А. Айсанова, М. Мэлс
Ғылыми жетекшісі: С.А. Машеков, техника ғылымдарының, профессор
Satbayev University, Алматы қаласы
mashekov.1957@mail.ru

ШЫБЫҚТЫ ӨНІМДЕРДЕ НАНО- ЖӘНЕ УЛЬТРАҰСАҚТҮЙІРШІКТІ ҚҰРЫЛЫМДЫ РАДИАЛЬДЫ-ЫҒЫСТЫРУ МЕН БҰРАНДАЛЫ ОРНАҚТАРДА АЛУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН САРАПТАУ

Аңдатпа. *Түсті металдар жасалған дайындамаларды радиальды-ығыстыру орнағында қарқынды пластикалық деформациямен өңдеудің заманауи әдістеріне қысқаша шолу жасалған. Дайындама микроқұрылымының эволюциясын зерттеу нәтижелері, радиальды-ығыстыру орнағын қолдана отырып, ультраұсақтүйіршікті және наноөлшемді құрылымы бар жартылай өнімді алу мүмкін екендігі дәлелденген. Әртүрлі радиальды-ығыстыру әдістерімен өңдегеннен кейін, металдар мен қорытпалардың сапасы артатындығы баяндамада көрсетілген.*

Түйін сөздер: *дайындамалар, радиальды-ығыстыру орнағы, ультраұсақтүйіршікті және наноөлшемді құрылым, түсті металл.*

Әртүрлі әдістермен ВТ1-0 қорытпасында субмикро- және наноқұрылымды қалыптастыру бойынша жүргізілген көптеген жұмыстарға қарамастан, [1] жұмыста, металдарды қысыммен өңдеудің (МҚӨ) дәстүрлі әдістерін қолдана отырып, субмикрокристалды (СМК) және нанокристалды (НК) құрылымы бар ВТ1-0 қорытпасын өндірудің аз шығынды, жоғары өнімді және аз салмақты өндірісін жүзеге асырылды.

Вольфрам мен молибден негізіндегі қиын деформацияланатын қорытпаны илемдеу үшін қолданылған радиалды-сырғу, бұрамалы және сортты илемдеу тәсілдерін, ВТ1-0 қорытпасын өңдеу үшін үйлесіммен қолданды. Бұл әдістер кең тараған және мұқият зерттелген тәсілдер болып саналады. Бірақта, осы әдістермен металдар мен қорытпаларды өңдеген кезде керекті, деформацияның температурасы мен жылдамдығының жақсы аралықтары табылмады және тиімді жүру бағыты анықталмады. Салыстырмалы аз өлшемді сымдар мен тілімшелерде субмикрокристалды және наноқұрылымды күйді алғанға керекті технологиялық режімдер зерттелмеді. Керекті СМК және НК құрылымды жартылай өнімдердің қимасы бойынша жасағанда, наноқұрылымның біркелкі еместігін жою үшін керекті жоғарыда айтылған тәсілдерді қолданудың реті анықталмады.

Радиалды-ығыстыру мен бұрандалы жаймалау орнақтарында геометриялық өлшемдері өте дәл шыбықтарды жасау, оларды қолданудың тағы бір өзекті мәселесі болып саналады [2]. Бұндай орнақтар кең қолданыстағы дайындамалардан диаметрі әртүрлі өлшемі дәл шыбықтарды өндіруге сәйкестендірілген. Аталған илемдеудің әдістерін қолдану, бір өтім кезінде деформацияның үлкен дәрежесімен (кермелеу коэффициенті 1,2 – 5,0) өңдейтін тостаған немесе саңырауқұлақ тәрізді пішінбіліктері бар үш пішінбілікті орнақты қолдануға негізделген. Оның үстіне, бұрамалы илемдеуді қолданған кезде, үлкен ығысу деформациясы бар, жан-жақты қысуға жақын кернеулі күйдің сұлбасы жүзеге асады. Ең қарқынды ығысу деформациясы, үш пішінбілікті сұлбаға тән көлденең қиманың сақиналы аймағында, яғни металдың сырғу сызығы қиылысатын аймақтарында шоғырланады. Бұндай сұлбаны пайдалану, қиын деформацияланатын материалдары өңдеуге және бір өтім кезінде процесті үлкен тарту коэффициентімен жүргізуге мүмкіндік береді.

Материалдың құрылымына бұрамалы илемдеудің теріс әсер ететін факторларының бірі болып, шыбық материалының көлденең қимасының 20 % дейінгі көлемін алатын орталық аймақтың «қопсуы» саналады [3]. Осы аймақтың құрылымын зерттеу және материалдың ағу заңын есептеу, талшықты құрылымды қалыптатыратын, межелік жағдайда жарықтардың пайда болуына әкелетін қарапайым созу деформациясының шыбықтың өзегінде пайда болатындығын анықтауға мүмкіндік берді. Бірақта, жарықтар мен қуыстар, бір өтім кезінде үлкен деформация дәрежесін (межелік шамадан жоғары) қолданғанда ғана пайда болады. Әр материал және оның аралық құрылымы үшін оңтайлы деформация режимдерін (өңдеу температурасы мен деформация жылдамдығының жақсы аралығын) жеке таңдайды. Бұл режімдер жартылай өнімдердің ішкі және сыртқы ақауларының дамуына жол бермей, олардың пішіндерін қалыптастыруға сәтті әсер ете отырып, деформацияның қарқынды ығусу сыңарларын дамытады. Яғни құрылымды жақсы майдалайтын бұрамалы илемдеудің артықшылықтарын пайдануға мүмкіндік береді. Бұны сортты илемнің металлургиялық өндірісінде, сонымен қатар титан қорытпаларын өңдегенде табысты қолданады. Жоғарыда көрсетілген жұмыстардың авторлары, радиалды-ығысу, бұрамалы және сортты илемдеулерді үйлестіре қолдана отырып, механикалық қасиеті жоғары, біртекті, глобулярлі субмикрокристалды құрылымы бар, түйіршіктерінің орташа өлшемі ~150 нм болатын, диаметрі кішкентай шыбықтарды техникалық таза титаннан (ВТ1-0 қорытпасынан) (6–8 мм) алды. Осындай құрылымды титандағы элементтердің өлшемі, әдетте, 0,05 тен 0,5 мкм (наноөлшемді түйіршіктердің үлесі ~ 35 %) шамасында болады. Талқыланып отырған өңдеу әдісі, деформацияның арнайы режимдерін қолданған кезде, біртекті наноқұрылымды алуға мүмкіндік береді. Алынған құрылымдағы элементтердің өлшемі 30 дан 300 нм дейінгі аралықта өзгереді. Айтылған элементтердің орташа өлшемі 90 нм тең, ал 100 нм кіші өлшемді түйіршіктердің үлесі 64% құрайды.

Радиалды-ығысу, бұрандалы және сортты жаймалауды үйлестіріп дайындаманы өндеген кезде алынған, наноқұрылымды (НҚ) техникалық таза титандардың беріктік шегі, ВТ6 титан қорытпасының беріктік шегіне сәйкес келеді. Ең қызықты нәтижелерді дайын имплanттарды, яғни остеосинтезге арналған бұраманы, бұрап сынаған кезде алынды [4]. Осы жұмыста, жоғарыда қарастырылған ВТ1-0 наноқұрылымды титаннан және ВТ16 (Ti-Al-V-Mo-Zr жүйесінің қорытпасы) қорытпасынан жасалған, диаметрі 4,5 мм болатын остеосинтезге

арналған бұрамаларды бұрауға сынап, бұрау моментінің айналу бұрышынан тәуелділігі табылған. Зерттеу нәтижелері бойынша НҚ бар ВТ1-0 қорытпасынан жасалған бұрамалардың беріктігі, ВТ16 қорытпасынан жасалған бұраманың беріктігінен төмен емес. Сонымен қатар, НҚ титанан жасалған бұрамалар аса жоғары пластикалық қасиетті көрсетеді (бұраған кездегі бұзылудың ең үлкен бұрышы). НҚ титанның пластикалық қоры бұраманың сенімділігінің ең маңызды көрсеткіші болып табылады. Өйткені, протоездеу бойынша нақты медициналық операцияны жасағанда, әдеттегі титан қорытпасынан жасалған бұраманың бұзылуы, құрылғыны жасаған кезде орын алады. [4] жұмыста жүргізілген аз және көпциклді қажуға сынау, субмикрокристалды және нанокристалды құрылымы бар ВТ1-0 қорытпаларының қажуға кедергісінің мәні, ВТ6 легирленген қорытпаның деңгейінде екендігін көрсетті. Соңғы кездері алынған мәліметтер бойынша, таза СМК титанның, сонымен қатар, кертігі бар үлгіліктердің, қажуға кедергісі өте жоғары. Алынған нәтижелер, ВТ1-0 наноқұрылымды титанды, ВТ6 және ВТ16 қорытпаларының орнына, сондай-ақ стоматологияда қолданылатын, шетелдік Grade-4 қорытпасының орнына қолдану мүмкін екендігін көрсетті.

Төменгі температурада ҚПД әсерімен алынған СМК құрылымы бар жартылай өнімдер жоғары ішкі кернеумен сипатталатыны белгілі. Ішкі кернеудің көзі болып деформацияның нәтижесінен пайда болған түйіршіктердің шекарасы, дислокациялар мен дислокациялық субшекаралар саналады [5]. Мұндай кернеулердің пайда болуы, бұйымның майысуына алып келеді және оларды медицинада қолдануға үлкен кедергі жасайды. Металдан жасалған жартылай өнімде ішкі кернеулерді жоюдың қарапайым тәсілі болып, белгілі бір температураға дейін қыздыру жәзне осы температурада ұстау саналады. Жасытудың тиімділігі температура артуымен жоғарлайды, бірақта СМК және НҚ-титан үшін рекристаллизация процестерінің басталу температурасынан төменгі температурада жасытуды жүргізген дұрыс.

[5] жұмыстың авторлары көрсеткендей, деформацияланған күйде ВТ1-0 техникалық таза титаны бірінші текті қалдық кернеудің жоғары мәнімен сипатталады. Металды T ~ 350–370 °С температурасында жасытатын болса, онда жоғарыда айтылған кернеу айтарлықтай азаяды. Мұндай жасыту механикалық сипаттамаларды (микроқаттылық мысалында) азайтып қана қоймай, сонымен қатар, ескірту процестерінің жүруі есебінен металды беріктендіреді. Осы жұмыста, талқыланып отырған әсер (беріктену) Ti-C қабаттары ретті орналасып, микрокарбид түріндегі бөлшектердің бөлінуімен байланысты екені көрсетілген.

Қазіргі уақытта, жоғарыда айтылған әдістер негізінде, нано және субмикрокристалды құрылымы бар, ВТ1-0 титанынан жасалған фасонды профилдер мен дөңлелек шыбықтар алудың аз шығынды және жоғары өнімді технологиялық үрдістері дайындалды [5]. Берілген технологиялық үрдістер, медициналық имплланттарға арналған материалдың тәжірибелік-өнеркәсіптік партиясын алу технологиясында қолданылады.

Қазіргі уақытта Ресейдің бірнеше ғылыми-зерттеу институтарында, субмикрокристалды және наноқұрылымды титан мен оның қорытпаларына кальций-фосфатты қаптамаларды жабатын әдістерді дамыту бойынша жұмыстар жүргізілуде [4]. Осы мақсатпен нанокристалды гидросилапатитті және осы негіздегі электролитті синтездеу әдістері жасалды . Қазіргі кезде Белгород мемлекеттік университетінің наноқұрылымды материалдар мен нанотехнологиясы орталығында, наноқұрылымды титанды микродоғалық тотықтандыру (ерітінді құрамында нанонидроксилапит бар) әдісімен композициялық биоқаптамалар жасалды. Жасалған биоқаптамалар ФМУ П.А.Герцен атындағы Мәскеу ғылыми-зерттеу институтында бірінші тексеруден сәтті өтті. Белгород мемлекеттік университетіндегі бейімделу процесінің физиологиясы зертханасында жүргізілген зерттеулер, биоқаптама тірі организмде қабылдамау, яғни итеру реакциясын тудырмайтындығын көрсетті. Алынған нәтижелерді пайдаланып, микродоғамен қапталған кальций-фосфатты биобелсенді қаптамасы бар СМК және НҚ титан негізіндегі имплланттарды клиникалық зерттеулерге [4] жұмыстың авторлары ұсынған.

Сонымен, қарқынды пластикалық деформация әсерімен СМК немесе НҚ қалыптастыратын белгілі әдістердің басым көпшілігінде өнімділік төмен және материалдың құны жоғары [5]. Осы жұмыста көрсетілгендей, титан мен оның қорытпаларында жоғары беріктік қасиетін қалыптастыратын тиімді тәсілдердің бірі болып бұрамалы мен бойлық илемдеуді үйлестіріп қолданатын әдіс саналады. Бұл әдістің өнімділігі жоғары, ал шығыны аз. Сонымен қатар, өнімділікті жоғары болуы, бұрамалы және бойлық орнақтардың үлкен илемдеу жылдамдығымен қамтамасыз етіледі. Бірақта, үлкен жылдамдықтан пайда болатын деформациялық қызу металл температурасын көтеріп, оның құрылымына әсер етуі мүмкін. Температураың көтерілуінен динамикалық рекристаллизация процестері жүріп, түйіршіктердің өлшемі айтарлықтай үлкейеді, яғни металдың беріктік қасиеттері төмендетеді. Осыған байланысты, титан қорытпаларының құрылымдық күйіне және механикалық қасиеттеріне бойлық-бұрамалы орнақтың илемдеуд жылдамдығының әсерін зерттеу өзекті мәселе болып табылады.

Баяндамадв түсті металдардан жасалған шыбық пен құбыр жасау үшін баспақтауға арналған радиалды-ығыстыру орнағының жаңа құрылымы ұсынылып, осы орнақта өңдеудің технологиясы жасалды.

Радиальды-ығыстыру орнағы кешенді илемдеу және қыздыру жабдықтарынан тұрады. Бұл орнақ шыбық пен құбырды ыстықтай бұрамалы илемдеу үшін арналған. Радиальды-ығыстыру орнағыныі үш пішінбілікті қапасы тұғырлан тұрады. Осы тұғырдың ішіне 120^{o} бұрышпен жұмысшы пішінбіліктің тораптары орнатылған. Жұмысшы пішінбіліктер жастыққа бекітәлген. Айтылған жұмысшы пішінбіліктерге айналу моменті электркозғалтқыштан беріледі. Жаңа орнақтың қапасы, ода илемдеу осіне қатысты әртүрлі бұрышпен пішінбіліктерді орналастыру мүмкіндігі құрылымдалған. Пішінбіліктер илемдеу осіне қатысты тангенциальды бағытта 18 мм ығыса алады. Жобаланатын орнақ дайындамада тесік жасау үшін керекті тесетін түзеткішпен және керекті өлшемі бар құбырды жасау үшін қажетті ұяқалыппен қамтамасыз етілген.

Жұмыста зерттеулер, құрастырудың теориялық әдістерін, деформацияланатын қатты дене механикасын, жүйелік сараптауды, ЭЕМ математикалық үлгілеуді қолданып жүргізілді.

Осы жұмыста қапастарды құрастыру үшін, қапастың және орнақтың илемдеу пішінбіліктері тораптарының серпімді деформациясының ескере отырып, механизмдер кинематикасы мен динамикасын зерттеуге мүмкіндік беретін MSC.VISUALNASTRAN 4D және APMWinMachine (HASP), KOMPAS 3D, «INVENTOR» компьютерлік үлгілеу бағдарламары қолданылды.

Жұмыста құрылымдық құжаттардың эскиздік варианты, техникалық және жұмысшы жоба жобаланды, орнақтың аяққы құрылымы мен қапастың барлық тетіктерінің өлшемдері анықталды. Сонымен радиальды-ығыстыру орнағының аяққы құрылымы толық жасалды.

Сонымен бірге жұмыста 3D моделі негізінде радиальды-ығыстыру орнағының жұмысшы қапасын виртуальды зерттелді, құрылымы жаңа үздіксіз радиальды-ығыстыру орнағында шыбықтар мен құбырларды жаймалаудың кинематикалық параметрі табылды, құрылымы жаңа үздіксіз қондырғыда шыбықтарды баспақтаудың энергиякүштік параметрі анықталды.

Осы радиальды-ығыстыру орнағының негізгі техникалық сипаттамалары, диаметрі 2 мм болатын түсті металдардан жасалған құбыр мен шыбықтарды ыстықтай жаймалап жасауға мүмкіндік береді.

Жаңа орнақты және түсті металдардан жасалған шыбықтар мен құбырларды жасаудың технологиясын пайдалану, энергяны үнемдейтін технология бойынша геометриялық өлшемдердері дәл, бетінің сапасы жоғары және субмикрокристалды құрылымы бар бұйымды алуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

1. Колобов Ю.Р. Технологии формирования структуры и свойств титановых сплавов для медицинских имплантатов с биоактивными покрытиями // Российские нанотехнологии. ТОМ 4, 2009, №11–12. – С. 69 – 80.

2. Mitsuo Niinomi. // Mechanical biocompatibilities of titanium alloys for biomedical applications. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. 2008. V. 1. P. 30–42.

3. Ильин А.А., Скворцова С.В., Мамонов А.М., Карпов В.Н. Применение материалов на основе титана и его сплавов для изготовления медицинских имплантатов. Металлы. 2002. № 3. С. 97–104.

4. Колобов Ю.Р., Дручинина О.А., Иванов М.Б. и др. Формирование пористых комбинированных биоактивных покрытий на титановых сплавах ВТ6 и ВТ16 методом микродугового оксидирования. // Наномикросистемная техника. 2009. № 2. С. 48–53.

5. Валиев Р.З. // Создание наноструктурных металлов и сплавов с уникальными свойствами, используя интенсивные пластические деформации. Российские нанотехнологии. 2006. Т. 1. № 1–2. С. 208–216.

Э.А. Тусупкалиева, Е.З. Нугман, А. Айса, М. Мэлс

Анализ технологии получения прутков с нано и ультамелкозернистой структурой на радиально-сдвиговом и винтовом стане

Аннотация. Рассмотрены современные методы радиально-сдвиговой прокатки, позволяющие формировать субмикрокристаллические и наноструктурные состояния в металлах и сплавах. Показано возможность получения полуфабрикатов с ультрамелкозернистой и наноразмерной структурой, используя радиально-сдвиговую стан. Доказано, радиально-сдвиговая прокатка позволяет получать прутки и трубы высокого качества.

Ключевые слова: радиально-сдвиговый стан, субмикрокристаллическое и наноструктурное состояние, цветные металлы.

E.A. Tussupkaliyeva, E. Nugman, A. Aisa, M. Mels

Analysis of technology for producing bars with nano and ultamal-grained structure on a radial shift and screw mill

Annotation. Modern methods of radial-shear rolling are considered, allowing to form submicrocrystalline and nanostructural states in metals and alloys. The possibility of obtaining semi-finished products with ultrafine and nanoscale structure using a radial-shear mill is shown. Proved radial-shear rolling produces high quality rods and tubes.

Keywords: radial-shear mill, submicrocrystalline and nanostructured state, non-ferrous metals.

УДК: 622.771.2

Э.А. Тусупкалиева, Р.Е.Уразбаева, А.А. Тукибай, С.А. Акпарова
Научный руководитель: С.А. Машеков, доктор технических наук, профессор
Satbayev University, г. Алматы
mashekov.1957@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗНОТОЛЩИННОСТИ ПОЛОС ИЗ ЛАТУНИ Л63 ПРИ ПРОКАТКЕ НА ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОМ СТАНЕ

***Аннотация**. В докладе предложен стан новой конструкции. Используя программный продукт конечно-элементного анализа специализированных для проектирования станов прокатного производства MSC.visualNastran 4D рассчитано напряженно-деформированное состояние (НДС) тяжело нагруженных элементов предлагаемого стана. Исследовано влияние режимов прокатки на формирования поперечного профиля горячекатаных полос прокатанных на продольно-клиновом стане. Доказано, что при прокатке в новом стане величина упругой деформации и перемещения элементов валков невелика. Проведенным исследованием так же доказано достаточно высокая жесткость узлов клетей стана и возникающие в тяжело нагруженных элементах эквивалентные напряжения не превышают максимально допустимое для данного материала значение предела прочности.*

***Ключевые слова:** продольно-клиновый стан, валок, клеть, планшетность, продольная и поперечная разнотолщинность, тонкие полосы, заготовка, латунь.*

В настоящее время направление развития прокатных станов для холодной или горячей прокатки листов и лент предусматривает максимально возможное упрощения конструкций прокатного оборудования с максимальным повышением качества готовой листовой продукции [1]. При этом главным требованием конструирования нового прокатного оборудования является обеспечение максимальной гибкости настройки процесса прокатки и возможность модернизации уже имеющихся клетей прокатных станов с целью минимизации затрат.

Если рассматривать отдельно вопросы холодной или горячей прокатки листов и лент, то можно отметить, что на сегодняшний день является востребованным производство медных полос и листов толщиной менее 1 мм, алюминиевых полос толщиной менее 0,5 мм, прокатка драгоценных металлов для получения заготовки ювелирной и электротехнической промышленности и т.д. [1]. Вышеперечисленных случаях изготовления листового проката очень важным вопросом является точность геометрических размеров, планшетность, продольная и поперечная разнотолщинность тонких полос.

Предприятия Казахстана или стран СНГ, выпускающие вышеотмеченные продукцию, в данный момент в основном закупают импортное оборудования. Если изготовлять тонкие полосы из цветных металлов на станах старого образца, то подобные предприятия становиться не рентабельными, так как приходиться продавать металлопродукцию по заниженным ценам или просто теряет своих покупателей на рынке из-за невозможности предложить листы и полосы достаточно высокого качества. Поэтому в этом аспекте очень остро стоит вопрос развития специализированных станов холодной и горячей прокатки [1].

Нами проведенный анализ импортных прокатных оборудований показало, что данные станы имеют специфическую конструкцию. При этом, из-за чрезмерной сложности или невозможности их изготовления сторонними предприятиями, запасные части и комплектующие покупаются за сравнительно большие деньги у того же завода-изготовителя.

Известно [1], из-за хороших технико-экономических показателей, т.е. высокой удельной производительности, хорошего качества и низкой себестоимости готовой продукции, основной технологией промышленного производства холоднокатаных или горячекатаных тонких полос является порулонная прокатка на непрерывном или реверсивном стане с последующим их раскроем по длине и ширине на разном агрегате продольной и поперечной резки.

Следует отметить, что для прокатки благородных и драгоценных металлов в большинстве случаев используют специализированные станы, ограниченные по объему производства готового металлопроката. Поэтому, из-за трудности осуществление на данных станах порулонной прокатки, для прокатки тонких листов применяют полистовую прокатку. Процесс полистовой прокатки мелких партий различных типаразмеров по толщине, длине и ширине имеет более высокую степень адаптивности, позволяет упростить состав и конструкцию оборудования. Упрощение оборудования связано с тем, что исключается использование довольно сложных намоточно-натяжительных устройств и систем кинематической синхронизации их приводов. При этом, данный способ имеет ряд других технологических и конструктивных преимуществ, что позволяет сделать вывод о целесообразности использования способа полистовой прокатки при изготовление тонких листов из цветных металлов.

Из материалов работы [1] известно, что самым простым способом повышения качества листового проката является прокатка их на станах с малым диаметром рабочих валков. Такая прокатка ведет к уменьшению силы прокатки, что благоприятно сказывается на конечном продукте. Однако, в некоторых случаях уменьшение диаметра рабочих валков невозможно или имеет ограничение вследствие конструктивных особенностей станины прокатного стана. Из учебной литературы известно, что при снижение диаметра валков повышается прогиб валков и снижается прочность валкового узла. При небольших диаметрах рабочих валков уменьшение прогиба валков можно достичь, используя опорные валки большого диаметра. Многие конструкторы использовали такой способ при

проектировании клетей кварто и многовалковых клетей станов холодной прокатки. Однако, уменьшения размеров рабочих валков может привести к случаям когда эти валки невозможно будет использовать в качестве приводных и привод необходимо будет организовывать с помощью опорных валков.

Анализ материалов работы [1] показывает, что одной из причин снижение качество готовой продукции является отсутствие подпора рабочих валков вдоль оси прокатки, как, например, в многовалковых клетях, что является причиной изгиба валков в горизонтальной плоскости и появление дефектов как разнотольщинность. Другой причиной снижение качества полос является наличие выталкивающей силы вследствие того, что от передаваемого момента на рабочий валок действует окружная сила, направленная вдоль линии прокатки. Также интерес вызывает процесс передачи крутящего момента посредством трения между валками, а точнее то, на сколько велики потери и какой максимальный момент возможно передать, что также накладывает некоторое ограничения на возможность организации прокатки с приводом на опорные валки.

С целью исключения вышеперечисленных проблем и получение качественных листов, а также уменьшения энергосиловых параметров нами предлагается многофункциональный продольно-клиновый стан (ПКС) новой конструкции для прокатки тонких полос из цветных металлов и сплавов [2].

Многофункциональный ПКС содержит рабочие клети, электродвигатель, муфту, опорные неприводные валки, рабочие приводные валки, станину, опорную плиту. Имеющие от двигателя переменного тока привод клети содержат рабочие и опорные валки постоянного диаметра, а в последовательно расположенных клетях диаметр рабочих валков уменьшается, а диаметр опорных валков увеличиваются в направлении прокатки. При этом вращение валков осуществляют через индивидуальную муфту, редуктор, шестеренную клеть и шпиндели.

Каждая рабочая клеть пятиклетьевого ПКС представляет собой многокомпонентную машину, включающую вращающиеся прокатные валки, подшипники, станину, установочные механизмы валков, устройства крепления и другие узлы и детали. Конструирование такой машины является весьма сложным и трудоемким процессом, требующим проведения большого объема расчетных и графических работ.

Учитывая вышесказанное, методику расчета реализовали с использованием программы конечно-элементного анализа MSC.visualNastran 4D. Система компьютерного моделирования MSC.visualNastran 4D позволяет исследовать кинематику, динамику механизмов с возможностью расчета напряженно-деформированного и теплового состояния, как отдельных звеньев, так и механизма в целом.

Сборочная трехмерная геометрическая модель стана, была построена в CAD программе Inventor, и посредствам встроенного транслятора импортирована в среду MSC.visualNastran 4D с принятыми кинематическими связями. Данный подход позволяет улучшить связь этапов автоматизированного проектирования сложных механизмов. Для возможности автоматической коррекции геометрии модели стана, был использован метод параметризации геометрических размеров конструкции. Данный метод позволяет по результатам расчета на прочность, вносить соответствующие изменения в конструкцию клети стана.

Результаты расчета показали, что прокатка латуни Л63 при температуре 800 ^{o}C не приводить к возникновению напряжений и деформации, максимальные значения которых превышают максимально допустимое для материала станины и валков величины предела прочности.

Для расчета прогибов и упругие сплющивания валков рассчитали усилия прокатки на новом стане. Результаты расчета усилий прокатки полос из латуни Л63 размером 1,0×350 мм при температуре деформации 800 ^{o}C показали, что возникающие в клетях нового стана усилия прокатки от 2 до 9 раз уменьшаются в направлении прокатки. Это позволяет

существенно уменьшить металлоемкость оборудования при проектировании и запуске в работу нового прокатного стана.

Расчет прогиба и упругого сплющивания валков пяти клетей ПКС показало, что благодаря уменьшению длины дуги захвата, т.е. длины очага деформации, процесс прокатки в клетях нового стана имеет существенное преимущество перед обычным процессом прокатки. Преимуществом процесса прокатки на ПКС состоит в следующем.

При изготовлении тонких полос на ПКС снижается давление валков на листовой прокат, что приводить к уменьшению прогиба валков. Свою очередь это приводить к снижению разнотолщинности и улучшению планшетности прокатываемых полос.

В направлении оси *y*, т.е. в вертикальном направлении, возникают максимальные по величине усилия, что является причиной возникновения наибольших по величине прогибов и упругих сплющивании в этом же направлении действия сил. Минимальные усилия, появляющиеся в направлении оси движение полосы, т.е. оси *x*, приводит к появлению небольших по величине упругих перемещений материала валков в этом же направлении.

Повышение скорости прокатки на ПКС новой конструкции приводит к сравнительно небольшому увеличению динамических нагрузок в основных узлах клетей и линии привода. При этом. эти динамические нагрузки и от них возникающие механические колебания узлов клетей и линий приводов становиться причиной небольших по величине вибраций. Исследованиями были установлены, что небольшие по величине вибраций проявляются в последних клетях нового стана.

На основе полученных данных было определено, что от величины коэффициента трения почти не зависеть величина давления при прокатке в новом стане. Такие результаты дают возможность упростить конструкцию валковой системы нового ПКС, облегчить систему охлаждения и смазки.

По нашему мнению, применение нового ПКС для прокатки тонких полос из цветных металлов и сплавов позволяет использовать упрощенную систему автоматического регулирования толщины полосы (САРТП), а в ряде случаев – отказаться от их применения.

Таким образом, на основе теоретических расчетов можно сделать заключение, что чем тоньше прокатываемая полоса, тем процесс прокатки на новом стане эффективнее по сравнению с обычной прокаткой с точки зрения повышения точности геометрических параметров – продольной разнотолщинности и планшетности.

Результаты теоретических расчетов позволили определить оптимальные режимы обжатия по клетям ПКС при горячей прокатке тонких полос размером 1,2×350 мм. Данные режимы обжатия (1 клеть: $\varepsilon = 30$ %; 2 клеть: $\varepsilon = 30$ %; 3 клеть: $\varepsilon = 20$ %; 4 клеть: $\varepsilon = 15$ %; 5 клеть: $\varepsilon = 10$ %) опробовали на полупромышленном ПКС. Для прокатки использовали заготовки из латуни Л63 размером 4,0×350 мм. При опробовании с помощью нажимного механизма произвели регулировку раствора валков. Для получения полос с заданной толщиной, профилем и планшетной формой, регулировку раствора валков произвели с уменьшением до минимальной величины относительной обжатий в предпоследнем и последнем клетях нового стана.

В лабораторных условиях дефекты планшетности полос и разнотолщинность измеряли при свободном расположении листов на контрольном столе с помощью ультразвукового толщиномера «ВЗЛЕТ УТ». По результатам исследования были рассчитаны частота отклонения толщин полос от заданного значения.

Анализ поперечной разнотолщинности полос показал, что минимальные их значения для полос толщиной 1,2 мм лежит в пределах от 0,014 до 0,011 мм. Среднее значение поперечной разнотолщинности полос составляет 0,012 мм.

Поперечная разнотолщинность полос, прокатываемых на исследуемом стане, удовлетворяет требованиям стандартов СНГ на 100 % длины полосы, за исключением концевых участков (95 %).

Таким образом, применение нового полупромышленного ПКС дает возможность уменьшит поперечную разнотолщинность полос, повысит эффективность работы САРТТП или без этой системы прокатывать полосы высокого качества.

Литературы:

1. Перспективные конструкции прецизионных станов /А.Н. Кулик, К.Ю. Юрков, А.А. Файчак, В.В. Шевченко // http://www.nbuv.gov.ua/portal/ natural/Zmmvp/2008_10/3.pdf.

2. Патент РК № 31750. Многофункциональный продольно-клиновый стан для покатки листов из сталей и сплавов /С.А. Машеков, Б.Н. Абсадыков, Е.З. Нугман и др. // Опубл. 30.12. 2016 г в БИ № 18.

Э.А. Тусупкалиева, Р.Е. Уразбаева, А.А. Түкібай, С.А. Акпарова

Бойлық-сыналы орнақта жаймалағанда, л63 жезден жасалған жолақтардың алақалыңдығын зерттеу

Аннотация. Баяндамада жаңа конструкциялы орнақ ұсынылды. MSC.visualNastran 4D жаймалау өндірісінің орнақтарын жобалауда, мамандандырылған шеткі-элемент анализінің бағдарламалық өнімін пайдалана отырып, ұсынылып отырған орнақтың ауыр жүктелген элементтерінің кернеу-деформациялы күйі (КДК) есептелген. Бойлық-сыналы орнақта жаймаланған, ыстықтай илемделген жолақтардың көлденең профилынің қалыптаусына, жаймалау режимдерінің әсері зерттеді. Жаңа орнақта жаймалау кезінде, білік элементтерінің орын ауыстыруы және серпімді деформацияның шамасы үлкен емес екендігі дәлелденді. Сонымен қатар, жүргізілген зерттеумен, орнақтың қапас түйіндерінің жоғары қаттылығы дәлелденді және ауыр жүктелген элементтерде пайда болатын эквивалентті кернеуі, аталған материалдың максималды беріктік шегінен аспайды.

Түйін сөздер: бойлық-сыналы орнақ, білік, қапас, планшеттілік, бойлық және көлденең алақалыңдық, жұқа жолақтар, дайындама, жез.

E.A. Tussupkaliyeva, R.E. Urazbaeva, A.A. Tukibay, S. A. Akparova

Research of variabliness of a strip of l63 brand with rolling on a long-wedge mill

Annotation. The report proposed the camp of the new design. Using the software product of the finite element analysis specialized for the design of rolling mills MSC.visualNastran 4D, the stress-strain state (VAT) of the heavily loaded elements of the proposed mill is calculated. The influence of rolling modes on the formation of a transverse profile of hot-rolled strips rolled on a longitudinal wedge mill has been investigated. It is proved that when rolling in a new mill, the magnitude of the elastic deformation and movement of the roll elements is small. The research conducted also proved to be a fairly high rigidity of the nodes of the mill stands, and the equivalent stresses in heavily loaded elements do not exceed the maximum strength value for this material.

Keywords: longitudinal wedge mill, roll, stand, flatness, longitudinal and transverse thickness variation, thin strips, billet, brass.

UDC 621.01

A. Kanazhanov., A. Orazbayeva

Ardak Kanazhanov, School of Industrial Engineering, Satbayev University, Almaty 050013, Republic of Kazakhstan

280140ait@mail.ru

Ayaulym Orazbayeva, Faculty of IT-technology, automation and mechanization of agro-industrial complex, Kazakh National Agrarian University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ayaulym.orazbayeva@mail.ru

NUMERICAL ANALYSIS OF STRENGTH PERFORMANCE OF ADHESIVELY BONDED CORRUGATED SANDWICH STRUCTURE FOR BUS FLOOR

Abstract. *The work presented here is part of a research aiming at developing an adhesively bonded sandwich panel floor for a bus. A design of the adhesively bonded corrugated sandwich panel proposed and an experimental programme sets forth to evaluate its feasibility. A structural detail was also studied for static and fatigue loading in order to evaluate failure modes and*

locations. A specimen of the adhesively bonded corrugated sandwich panel was built and tested in 3-point bending test. A numerical model of the prototype was built in order to estimate loads during testing and for benchmarking purposes. The present numerical simulation analysis confirms the reported experimental investigations results. The new bus floor is more strength efficient than original one.

Keywords: *Corrugated sandwich structure; Adhesive joint; Finite element method; Bus floor.*

1 Introduction

Buses as we know them today first appeared about 1900 and bus travel continues to be one of the safest modes of transportation. The first regular bus service was started in Paris in the 1660's. Global bus engineering trends focus upon lightweight, quality and durability in bus design, since the typical service life of a motorcoach often exceeds 20 years and may reach 3 million km, depending on the country [1]. Still, safety, weight reduction and crashworthiness remain essential elements in bus design with opportunity for improvement. Too many passengers are affected by accidents, which drive the industry to push for progress in bus safety features. Cross-country buses have been the subjects of significant attention and regulatory action, particularly in relation to improve bus construction. Composite materials industry grows rapidly nowadays and one the potential solution of it could be adhesively bonded corrugated sandwich structures (ABCSS). ABCSS have long being used in engineering. Starting from the last decades corrugated sandwich structures begun to be extensively used in spaceships, train system and automotive industry. In the context of light weighting in transport, corrugated sandwich plates were discussed in the middle of the last century [2]. Finding the technology to bond core and face sheets may be an alternative to sandwich panels, open to a variety of geometrical solutions, e.g. [3-6]. Currently, lightweight floors of passenger cars are typically made of laser welded panels or plywood materials [7]. Until recently, the use of steel sandwich structures for several applications has been rejected because of the complication of bonding with corrugated cores. The major problem of joining thin sandwich assemblies is that there is always one joining face that is only accessible from inside [6]. There are several methods like the laser-welding [8], spot-welding [9], and adhesive bonding [10,11]. The laser-welding technology needs for an easily accessible, portable and high-powered laser. Other disadvantages include a significant volume of crevices formed between adjacent connected elements that promote crevice corrosion. The highly localized nature of the joints may also produce high-stress concentrations and thus lead to poor fatigue life [11]. Alternatively, others have considered the use of spot-welding as a possible fabrication technique. However, the fatigue performance of spot-welds has been found to be poor and can be subjected to fatigue loading. Adhesively bonded joints are a developing alternative to mechanical joints in engineering applications and provide many benefits over conventional mechanical fasteners. Among these advantages are: (1) lower structural weight and lower fabrication costs, (2) bond different materials, (3) allow mount a thick material to thin material, (4) act as sealants and (5) improve damage tolerance [10]. However, an important damage type in sandwich structures is the separation of face and core panels sometime referred to as debonding [11-13]. Debonds can arise as a consequence of defects from production when an area between the face and core has not been insufficiently primed resulting in a lack of adhesion. In use, impact loading due to conflict with objects can result in formation or rise of a debond crack. With debonds present, the structure might break down under loads considerably lower than those for an intact sandwich structure. In order to increase confidence of engineers in corrugated sandwich structures an understanding of the behavior characteristics of the sandwich elements is required for both transverse, longitudinal load directions and adhesive thickness. This will enable understanding of both the advantages and limitations of using a corrugated sandwich structures (CSS). Advancement in the development of the CSS has been hindered by the lack of understanding of their behavior under load. Using plywood floors materials can cause them to rotting and corrosion of support beams.

In this work, investigated the influence on the strength of metallic corrugated adhesively bonded sandwich structures. Additionally, an experimental and numerical simulation on the three-point-bending test of adhesively bonded corrugated sandwich structures has been completed.

2 Proposed ABCSS floor panel design

The floor panel of bus studied in its original application rests on a steel frame and as such the contribution of the floor panel towards the global car rigidity is minor, although it has an important role of supporting the passenger weight and transmits these loads to the steel frame of a bus. Original design of the bus floor panel consists of long plywood floor which covered by rubber thick materials. The proposed new design for the bus floor panel is made from steel for the face panel and aluminium for corrugated core panel. The face of the ABCSS was made form steel 22MnB5, core panel made from aluminium 7075 and used ductile adhesive DOW Betamate 1840C. This solution was studied through the FEM and compared with experiment.

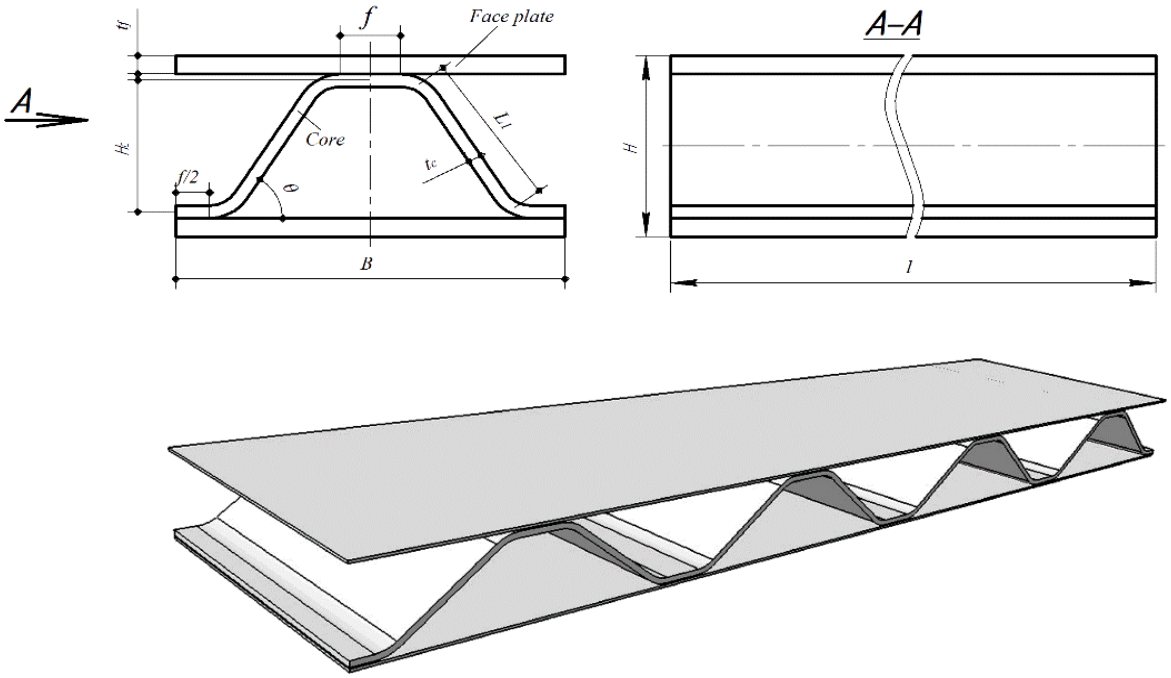


Fig. 1. Scheme of the corrugated unit and sandwich panel

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

Typically, the ABCSS were produced with a periodic unit cell. The parameters of a unit cell are defined as follows. θ is the angle between oblique part of corrugated plate and face panels (see Fig. 1). B is the width of the CSS, H the height of the CSS, f and f_1 are the width of adhesive layers (see Fig. 1), t_a is the thickness of the adhesive layer, t_f is the thickness of the face panel and t_c is the thickness of the corrugated panel.

Table 1. Mechanical properties face and core materials

Material	Density ρ (g/cm^3)	Young's modulus E (MPa)	Poisson ratio υ	Yield Stress (MPa)	Tensile Stress (MPa)
Core steel 301	7.8e-009	208000	0.3	305	500
Aluminium 7075	2.7e-009	70000	0.3	270	503

Table 2. Mechanical properties of the adhesive

Property	DOW betamate 1840C
Initial Stiffness—Mode I/ Mode II (GPa)	2.74/ 0.17
Tripping Traction—Mode I/ Mode II (MPa)	27.5/ 28.7
Fracture Energy—Mode I/ Mode II (kJ/m^2)	2.5/ 11.8

3 Small scale coupon testing

Tensile machine, designed and built for these tests and based on the standard ASTM D7766 [21], was connected to a servo-electric machine "WDW-3100". The electronic unit performs the test control and the data acquisition. Connected PC equipped with a sensor device was used to acquire the load and displacement signals. The experimental installation for three point-bending tests is shown Figs. 2,3. ABCSS specimens with single cell were manufactured for transverse and longitudinal loading direction tests. The ABCSS specimens were tested in three-point-bending (3PB), i.e., the board specimens were simply supported at two round blocks and the impactor was applied at the mid-point between the supports by a cylinder oriented across the specimen. Diameter of the impactor's head and round blocks are Ø30 mm. The velocity of the impactor is 5 mm/min. On fig. 3 was shown the specimens after three-point-bending tests. The specimens were conditioned more than 48 hours before testing. The specimen size is f=8(mm), t_c=1.6(mm), t_f=2.6 (mm), t_a=0.2(mm), l=200(mm), B=50(mm). Final load-displacement graph is given on Fig. 5

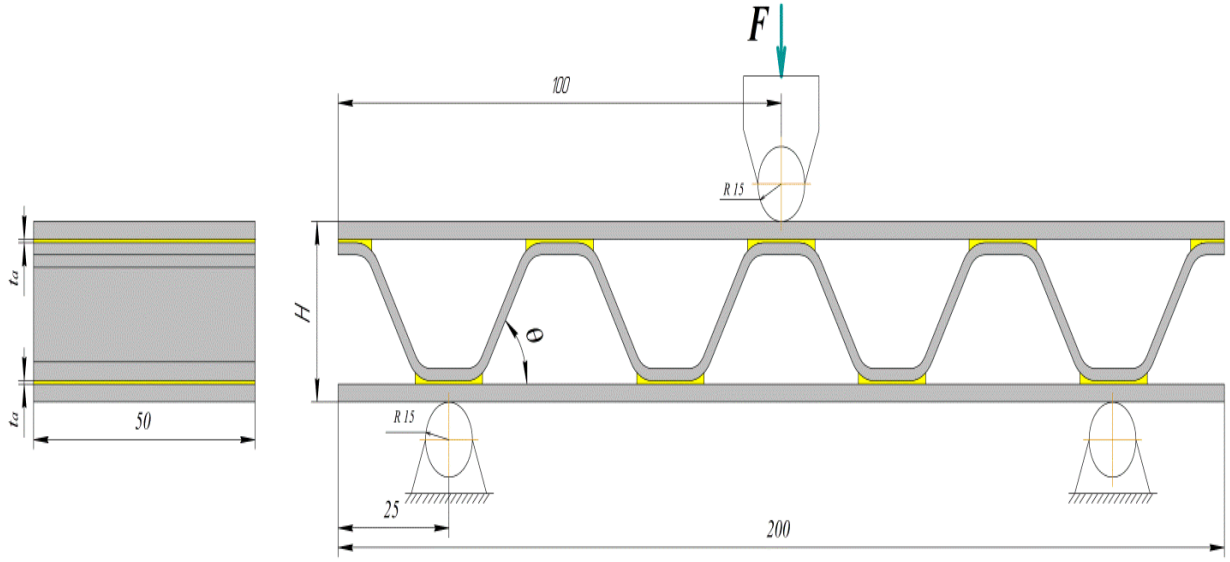


Fig. 2. Scheme of the 3-point-bending test of transverse loading direction of ABCSS specimen

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor)

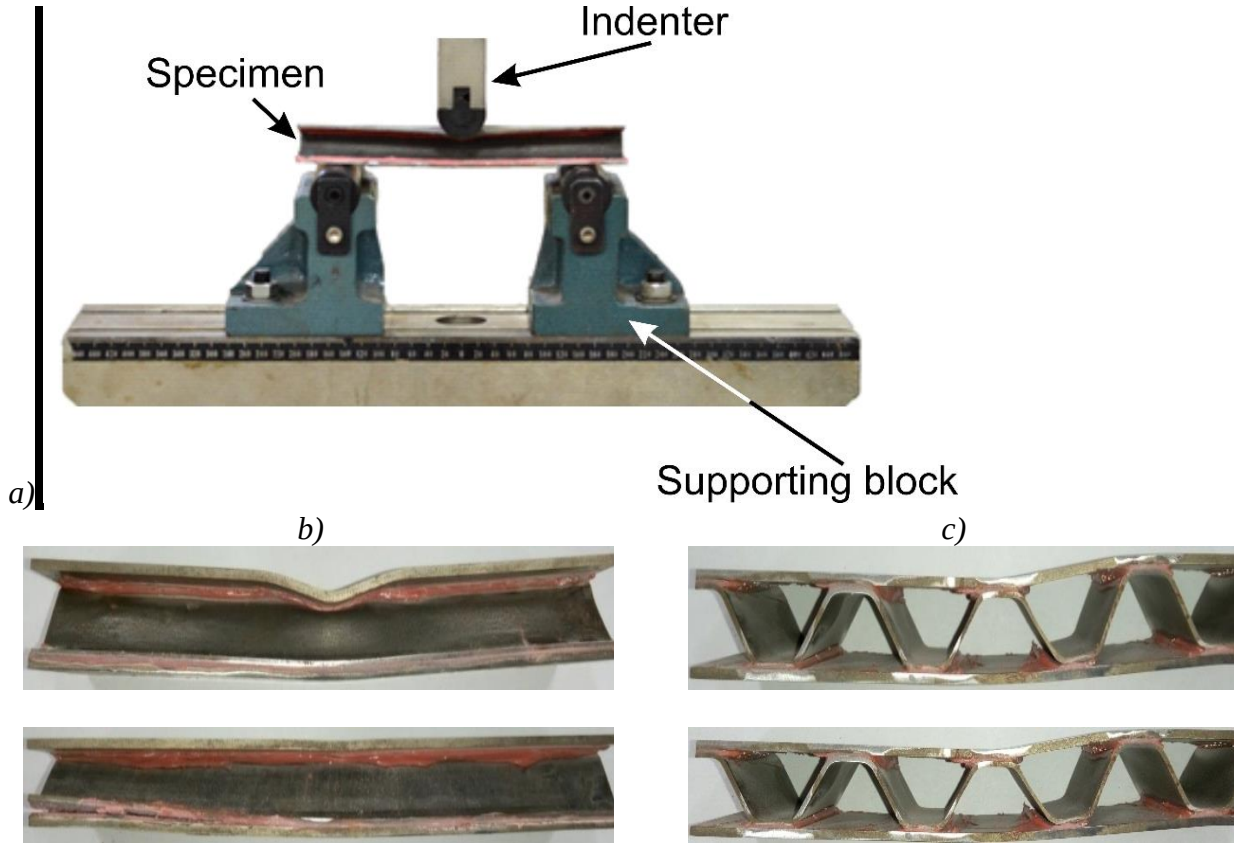


Fig. 3. a) Three-point bending test; b) longitudinal
c) transverse shape configurations

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

4 Numerical modelling

A finite element model was developed in HyperMesh (V13) and LS-Dyna to verify the accuracy of experimental data in previous section using three-dimensional (3d) FE simulations [14]. The ABCSS was put under the 3PB (Fig. 6, 7). These two support blocks and the impactor were designed as analytical rigid bodies. The two support blocks were fixed, and the impactor was put perpendicular to ABCSS. ABCSS were tested on longitudinal and transverse load directions of ABCSS. The collected adhesive mechanical properties and the curing conditions from manufacturers are tabulated in Table 2, which were subsequently used to construct the bilinear (triangular) cohesive laws [15]. A mesh was consisting of approximately 104000 elements for both shape configurations. In the FEA the adhesive fillets (which squeeze out after bonding) between face panel and corrugated panel was given on Fig. 4 As shown in Fig. 4, perfect bonding at both the cohesive element and metal face panels are observed. The interactions between blocks and face sheets, face sheets and core sheets were modelled using surface-to-surface contacts under the “Hard” contact and normal and finite tangential sliding. The multi-linear approximation of the stress-strain curve of the substrates during the entire loading period was utilized as the input parameter in the following simulation steps (Fig. 5).

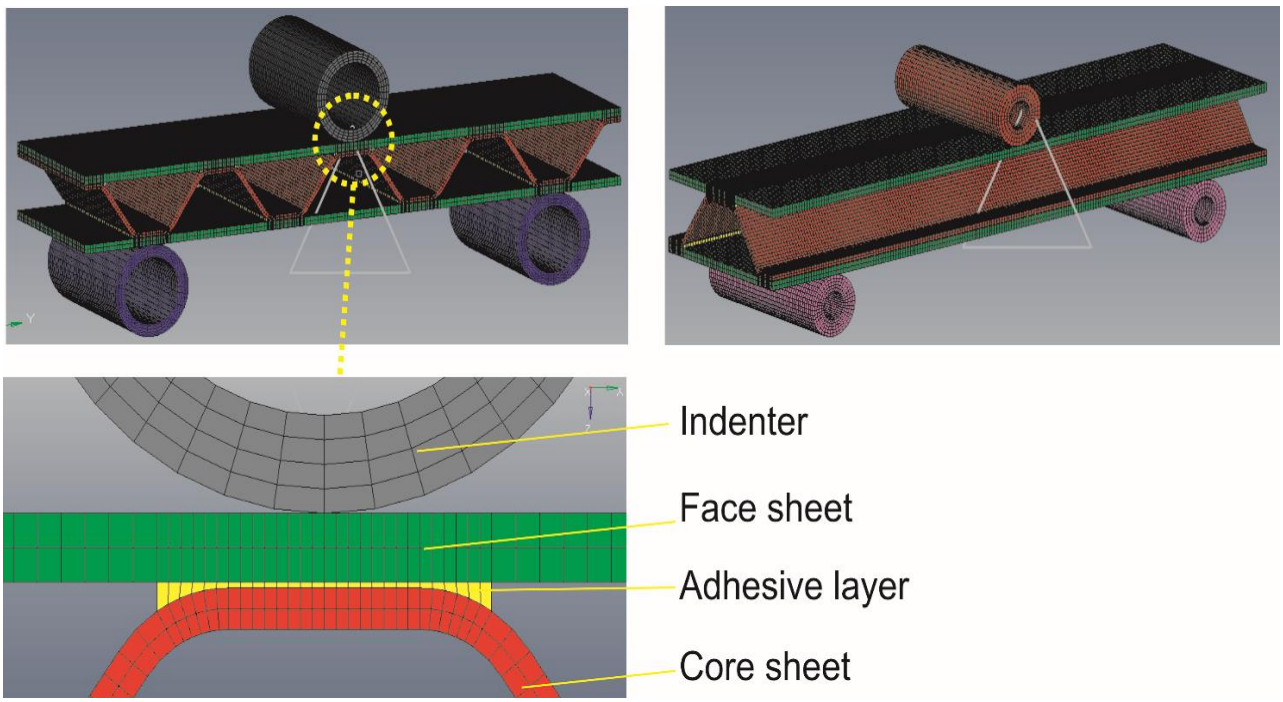


Fig. 4 Mesh refinement of the three-point bending simulation test:
a) Transverse; b) Longitudinal

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

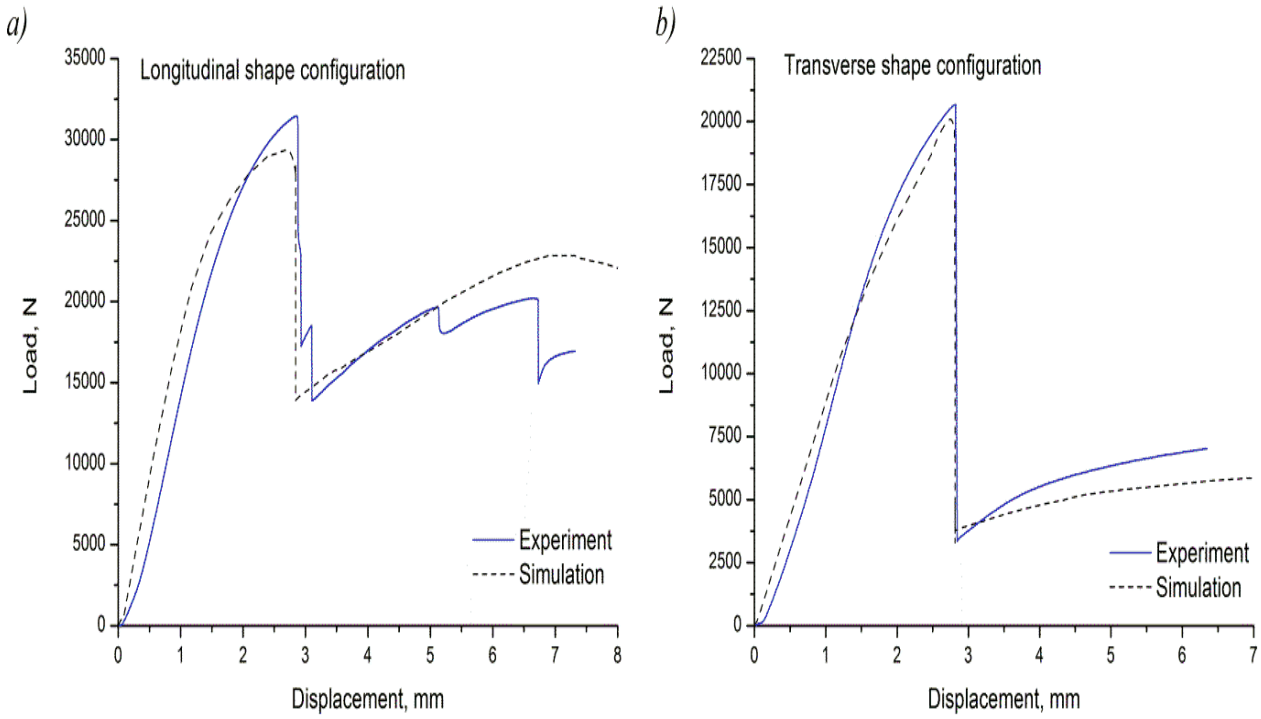


Fig. 5 Experiment and simulation force-displacement curves at both
in longitudinal and transverse directions

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

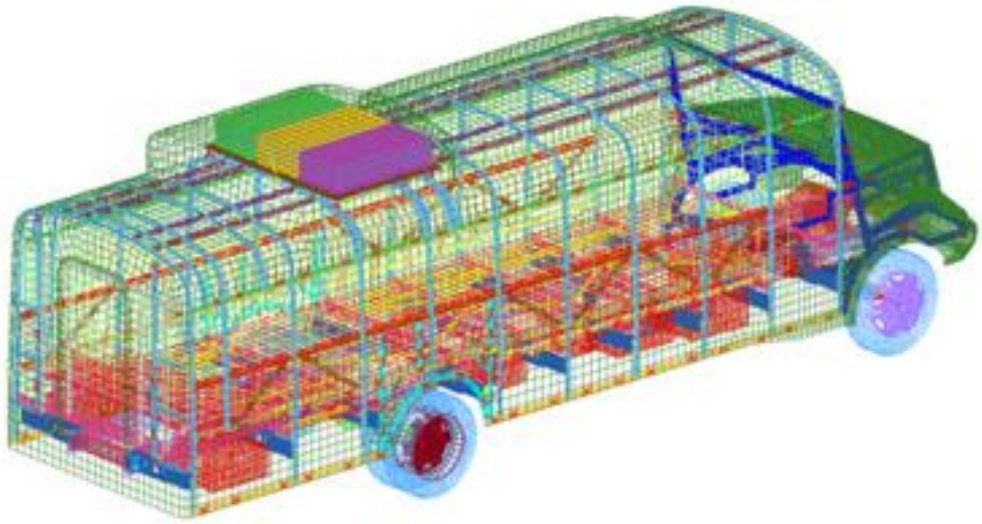


Fig. 6 Finite element model of bus structure

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

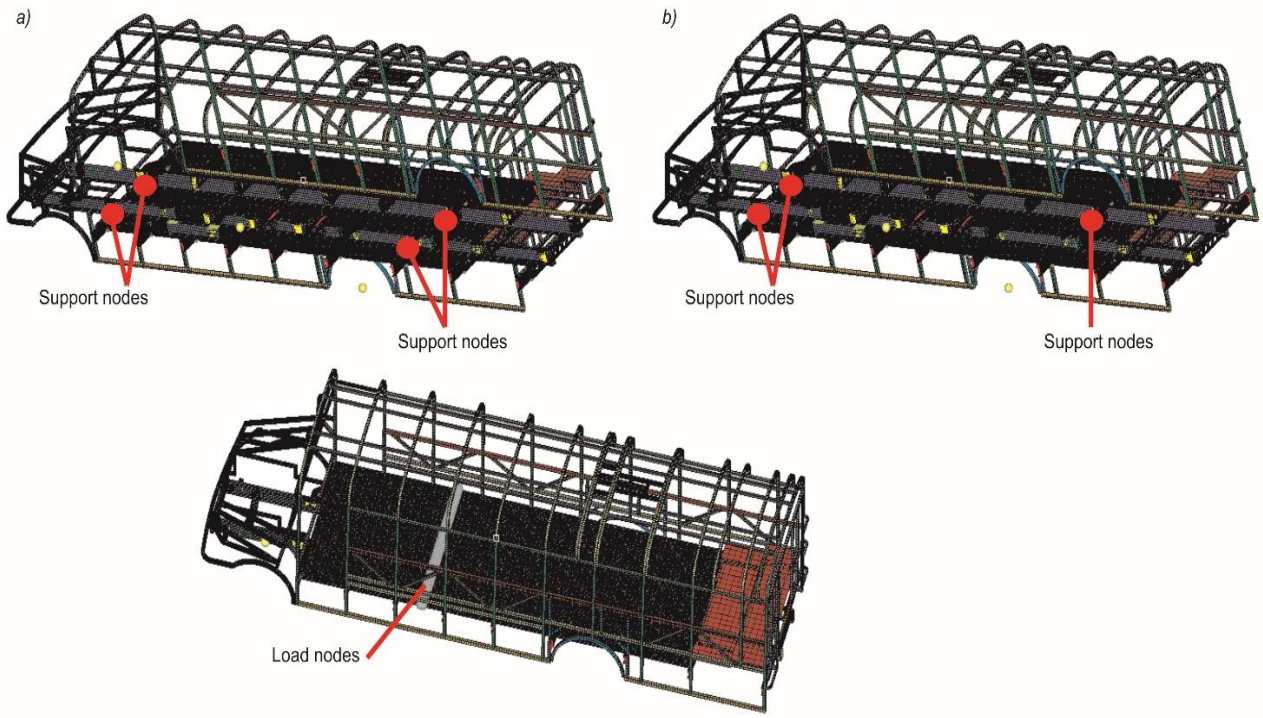


Fig. 7. Boundary conditions of bending and torsion stiffness analysis:
a) Support nodes at bending, b) support nodes at torsion analysis;
c) Rigid load beam

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

5 Results

The following Fig. 8 shows the bending displacement and stress analysis of original plywood bus floor.

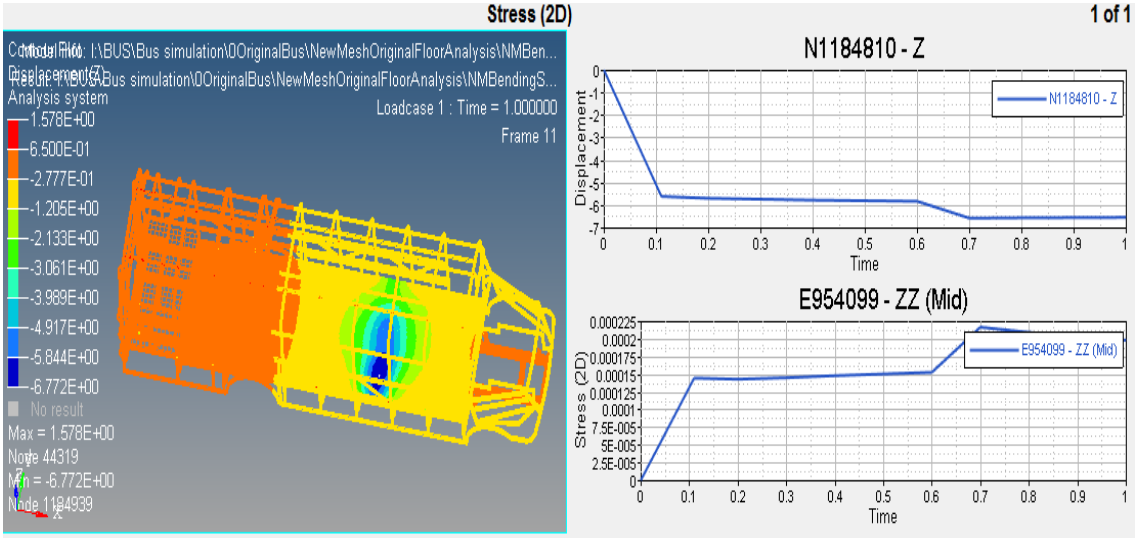


Fig. 8 Plywood original bus floor bending displacement and stress analysis

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

The given Fig. 9 demonstrates torsion stiffness analysis of original plywood bus floor

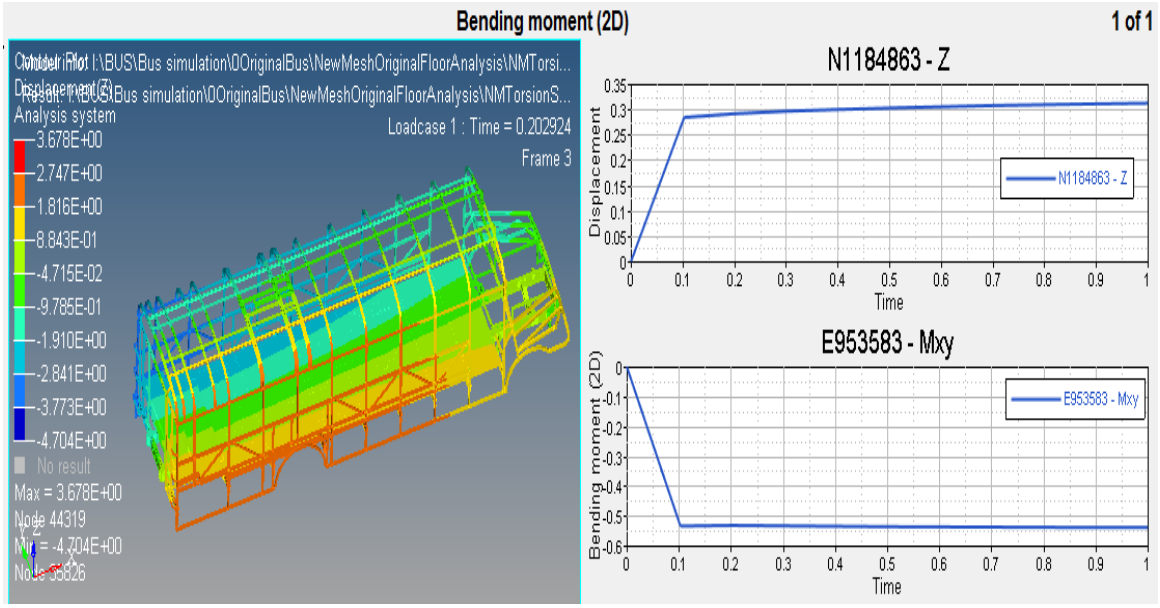


Fig. 9 Plywood original bus floor torsion stiffness analysis

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

Fig. 10 demonstrates the bending displacement and stress analysis of proposed aluminum corrugated sandwich bus floor.

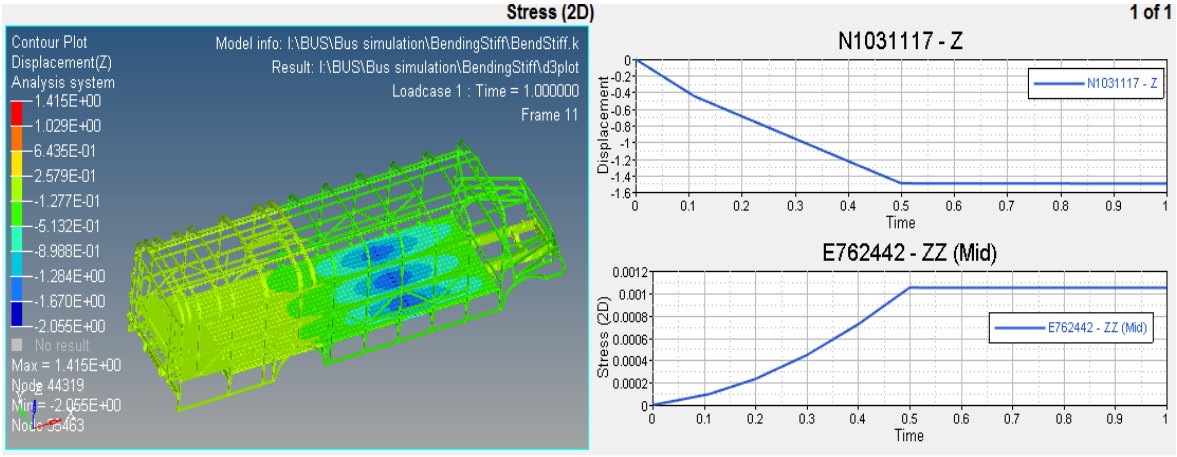


Fig. 10. Corrugated sandwich bus floor bending displacement and stress analysis

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

The torsion stiffness analysis of proposed aluminum corrugated sandwich bus floor is given in the Fig. 11.

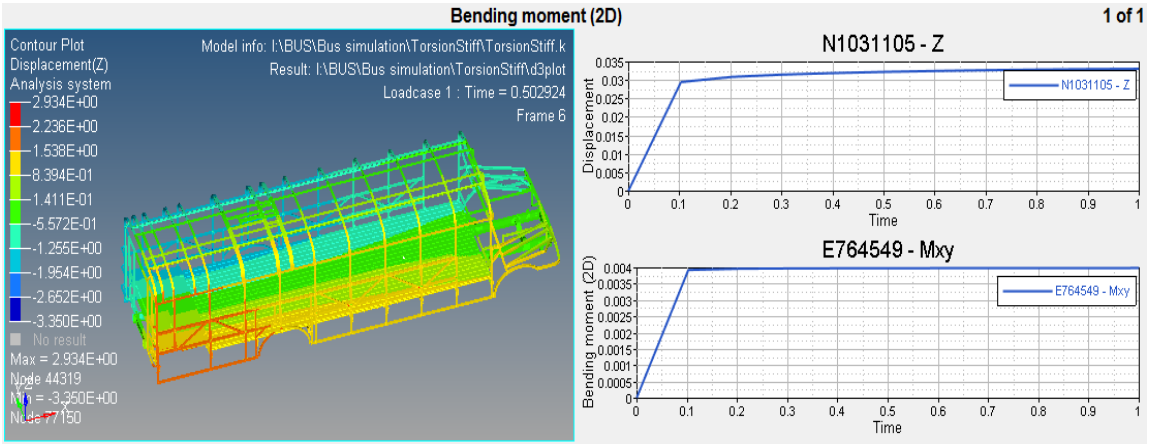


Fig. 11. Corrugated sandwich bus floor torsion stiffness analysis

(Ardak Kanazhanov, Ayaulym Orazbayeva. Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor**)**

Conclusion

Through the numerical simulation of the electric bus by using LS-Dyna and HyperMesh software and results, which shows that a new ABCSP floor has not been invaded, a proposed bus floor researched in this paper is safe enough for employment. A proposed bus floor is applied to a bus's beams, and it proves that this new structure can provide safety and reduce structure weight at the mean time was proved by numerical simulation. This structure can provide two advantages to electric school bus: structural safety and the other hand is to reduced weight.

References

1. https://www.wired.com/2008/03/march-18-1662-the-bus-starts-here-in-paris/

2. E. Kreissig, The design of light-weight railway rolling stock, J. Inst. Locomotive Eng. 40 (1950) 4–92.

3. S. Tokura, I. Hagiwara, A study for the influence of work hardening on bending stiffness of truss core panel, J. Appl. Mech. 77 (2010) 031010.

4. K. Saito, T. Nojima, Development of light-weight rigid core panels, J. Solid Mech. Mater. Eng. 1 (2007) 1097–1104.

5. S. Tokura, I. Hagiwara, Forming process simulation of truss core panel, J. Comput. Sci. Technol. 4 (2010) 25–35

6. Allen HG. Analysis and design of structural sandwich panels. London, Permagon Press, London, 1969.

7. http://www.pardo.net/bus-0035/buses.html

8. Jeffrey D. Poirier, Senthil S. Vel, Vincent Caccese. Multi-objective optimization of laser-welded steel sandwich panels for static loads using a genetic algorithm. Engineering Structures 49 (2013); 508–524.

9. G.Nirupama, V.Diwakar Reddy, G.Krishnaiah. Design and fabrication of spot welded corrugated panel under three point bending by FEM. Procedia Engineering 97 (2014); 1282 – 1292.

10. E.M. Knox, M.J. Cowling, I.E. Winkle. Adhesively bonded steel corrugated core sandwich construction for marine applications. Marine Structures 11 (1998); 185-204.

11. Shujuan Hou, Shuyun Zhao, Lili Ren, Xu Han, Qing Li. Crashworthiness optimization of corrugated sandwich panels. Materials and Design 51 (2013); 1071–1084.

12. Shujuan Hou, Shuyun Zhao, Lili Ren, Xu Han, Qing Li. Crashworthiness optimization of corrugated sandwich panels. Materials and Design 51 (2013); 1071–1084.

13. Wan-Shu Chang, Edward Ventsel, Ted Krauthammer, Joby John. Bending behavior of corrugated-core sandwich plates. Composite Structures 70 (2005); 81–89.

14. http://insider.altairhyperworks.com/safety-and-crashworthiness-rotective-measures-in-the-bus-industry

15. Höwer D. et al. Cohesive zone modeling for mode I facesheet to core delamination of sandwich panels accounting for fiber bridging. Composite Structures 183 (2018) 568–581.

Канажанов Ардак, Оразбаева Аяулым.

Численное моделирование прочностных характеристик склеенной корригированной сэндвич панели для пола автобуса

Резюме. Представленная работа является частью иследований, направленных на разработку клеевых сэндвич-панели пола для автобуса. Предложена конструкция адгезивно склееной корригированной сэндвич-панели и разработана экспериментальная программа для оценки ее осуществимости. Также была изучена деталь конструкции для статического и усталостного нагружения с целью оценки режимов и мест разрушения. Образец модели склеенной корригированной сэндвич-панели была смоделирована и испытана в 3-точечном изгибе. Для оценки нагрузок в ходе испытаний и сравнений была построена численная модель прототипа. Результаты численного моделирования подтверждают результаты экспериментальных исследований. Предлагаемая конструкция пола для автобуса более прочная и легкая в сравнении с применяемыми.

Ключевые слова: Корригированная сэндвич панель; Клеевое соединение; Метод конечных элементов; Пол автобуса.

Канажанов Ардак, Оразбаева Аяулым.

Автобус еденіне арналған желімделген корригирленген сэндвич панельдердің беріктік сипаттамаларын сандық модельдеу

Түйіндеме. Ұсынылып отырған мақалада автобус үшін желім сэндвич панелін әзірлеуге бағытталған зерттеулердің бір бөлігі болып табылады. Адгезивті желімделген корригирленген сэндвич-панельдің конструкциясы ұсынылды және оның жүзеге асырылуын бағалау үшін эксперименталды бағдарлама әзірленді. Сонымен қатар, конструкцияның тетігі бұзылу орындары мен режимдерін бағалау мақсатында статикалық және шаршау жүктеулерге зерттелді. Желімделген корригирленген сэндвич-панелінің үлгісі моделденіп және 3 нүктелі иілуде сыналды. Сынау және салыстыру барысында жүктемелерді бағалау үшін прототиптің сандық моделі құрылды. Сандық модельдеудің нәтижелері эксперименттік зерттеулердің нәтижелерін растайды. Автобус үшін ұсынылатын еден конструкциясы қолданылатын аналогтармен салыстырғанда анағұрлым берік және жеңіл.

Негізгі сөздер: Корригирленген сэндвич панелі; Желімді қосылыс; Шеткі элемент әдісі; Автобус едені.

УДК. 669.391.52: 621.391: 621.376.9

Ж. Б. Абдиходжаев.,
Научный руководитель - Б.С. Арымбеков, профессор
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,г. Алматы, Казахстан
zharas_1704@mail.ru

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ

Аннотация. *В этой статье представлен обзор процесса селективного лазерного спекания (СЛС) различных материалов. Было исследовано влияние различных схем сканирования и входных параметров процесса СЛС (например, скорости сканирования, мощности лазера, расстояния штриховки) на физические и технологические свойства спеченных материалов. Также были представлены классификации процессов СЛС и схемы сканирования. Обзор литературы показал, что на плотность, усадку и точность размеров спеченных материалов в значительной степени влияет стратегия сканирования, а также выбор расстояния штриховки и энергии линии. Результаты исследований, представленные в этой работе, также могут быть применены к соответствующему выбору стратегии процесса SLS, позволяющей улучшить физические и технологические свойства спеченных материалов.*

Ключевые слова: *селективное лазерное спекание, стратегии сканирования, ПЛП, аддитивное производство.*

Селективное лазерное спекание (СЛС) определяется как процесс изготовления слоев (ИС), который позволяет создавать сложные трехмерные детали, комбинируя последовательные слои порошкового материала друг с другом. Связывание получается путем обработки выбранных областей с использованием тепловой энергии, подводимой сфокусированным лазерным лучом. Используя систему отклонения луча (гальванические зеркала), каждый слой сканируется в соответствии с соответствующим сечением, рассчитанным по модели CAD. Осаждение последовательных порошковых слоев с типичной толщиной 20–150 мкм осуществляется с использованием системы порошкового осаждения. Технология СЛС была разработана в конце 80-х годов как метод быстрого прототипирования (RP). В настоящее время СЛС, а также его производная технология Selective Laser Melting (SLM) также используются для Rapid Manufacturing (RM) и Rapid Tooling (RT). Технологии RM и RT связаны с производством долговременных непротиворечивых компонентов (например, зубных имплантатов) и инструментов (например, пластиковых вставок для литья под давлением), изготовленных из широкого спектра материалов.

Как правило, СЛС делится на две категории: прямой процесс отдельных порошков и косвенный процесс нескольких порошков. В прямом процессе компонент с низкой температурой плавления расплавляется и используется в качестве матрицы, в которой содержатся компоненты с более высокой температурой плавления. В этом процессе применяется один порошок с двумя различными размерами зерна (мелкие и крупные) или бинарные системы. Типичные двухфазные системы включают Ni-Cu, Fe-Cu и Cu-Pb / Sn. Недостаток описанных выше способов обработки состоит в том, что полученные компоненты проявляют механические свойства и характеристики своей самой слабой составной фазы, поэтому им не хватает полной механической функциональности, необходимой для выполнения тяжелых задач. Тем не менее, метод прямой SLS широко используется для спекания полимера, металла и даже керамики. В непрямой СЛС используется полимерное покрытие толщиной около 5 мкм для металлических порошков и

керамики. Частицы металлического порошка покрыты полимером, и лазер воздействует на него, расплавляя полимер, связывая частицы металла вместе, образуя зеленую часть. Однако после этого процесса необходима последующая обработка в печи, чтобы удалить частицы полимера и агломерата путем создания связи металл-металл.

Процесс лазерного плавления (ПЛП), который позволяет производить функциональные металлические детали с высокой плотностью. Существенными отличиями ПЛП по сравнению с техникой СЛС являются применение цельного порошкового металла без добавления элементов с низкой температурой плавления и необходимость обеспечения гораздо более высокой плотности энергии, необходимой для плавления порошков.

Во время процесса СЛС и ПЛП система лазерный луч / порошок / подложка включает в себя сложные явления, такие как поглощение, отражение, перенос излучения и тепла, фазовые превращения, поток жидкости, обусловленный градиентами поверхностного натяжения и массопереносом в расплавленной ванне, а также химические реакции.

Таким образом, изменение входных параметров процесса, например, скорости сканирования, мощности лазера, расстояния штриховки или схемы сканирования, может вызвать различные нежелательные эффекты, такие как геометрическая неравномерность спеченной дорожки, эффект шарикования или недостаточная плотность спеченный материал. Поэтому этот документ посвящен обзору литературы, касающемуся зависимости между стратегиями процесса СЛС и физическими и технологическими свойствами спеченных материалов. Обсуждения, представленные в этой работе, могут стать отправной точкой для дальнейших исследований, направленных на выбор оптимальных входных параметров и стратегий процесса СЛС, позволяющих улучшить эксплуатационные свойства продукта.

Классификация процессов изготовления слоя. Согласно работе, технологии Rapid Manufacturing и Rapid Tooling можно классифицировать несколькими способами. Наиболее часто технологии производства слоев классифицируются в соответствии с материалами, которые они обрабатывают. Однако авторы работы разделили технологии СЛС / ПЛП в аспекте механизма связывания.

В соответствии с механизмом привязки технологии СЛС (и производные технологии, такие как СЛС) можно классифицировать по четырем категориям. Однако следует заметить, что эта классификация не является абсолютной и границы не всегда очень четкие.

Границы между температурой плавления материала и половиной этого значения. Во время процесса СЛС наиболее важным явлением является диффузия. Основное преимущество твердотельного спекания заключается в том, что таким способом можно обрабатывать самые разнообразные материалы. Во время химически индуцированного связывания никакие связующие элементы не применяются, и время взаимодействия лазерного материала очень короткое, что исключает диффузионные процессы, происходящие при твердофазном спекании. Примерами продуктов, получаемых химически индуцированным связыванием, являются керамические детали. Большинство методов жидкофазного спекания - технологии частичного плавления - объединяют конструкционный материал, остающийся твердым на протяжении всего процесса, и связующий материал, который разжижается. Данная технология может быть применена для изготовления металл-металлических и металлокерамических композитов. Процесс полного плавления (ПП) был обусловлен необходимостью производить почти полностью плотные объекты с механическими свойствами, сопоставимыми со свойствами сыпучих материалов, и желанием избежать длительных циклов последующей обработки. Во время процесса ПП лазерные лучи могут полностью расплавить полимеры и металлы.

Образцы сканирования в течение технологии СЛС / ПЛП. Существенным фактором, влияющим на технологические эффекты процессов СЛС / ПЛП, является схема сканирования (стратегия) лазерного луча. Литературный обзор показывает, что при использовании технологии СЛС / ПЛП для различных материалов можно применять различные схемы сканирования. Растровые шаблоны обычно применяются в процессах селективного лазерного спекания и селективного лазерного плавления.

Заключение

В этой статье был представлен обзор селективного лазерного спекания. Было исследовано влияние различных схем сканирования и входных параметров процесса СЛС / ПЛП (например, скорости сканирования, мощности лазера, расстояния штриховки) на физические и технологические свойства изготовленных материалов. Было обнаружено, что усиление подводимой энергии лазера (увеличение мощности лазера, уменьшение скорости сканирования, уменьшение толщины слоя и перекрытие линий сканирования) приводит к более высокой плотности уплотнения. С другой стороны, рост энергии линии вызывает рост неизбежной глубины усадки. Следовательно, поддержание подводимой энергии лазера на оптимальном уровне может улучшить уплотнение и геометрическую точность спеченного материала. Среди схем сканирования (стратегий) применение стратегии чередования растров приводит к относительно высокой частичной плотности изготовленного материала, а использование стратегии наименьшего теплового воздействия может улучшить геометрическую точность изготовленного материала.

Литературы:

1. Kruth J.P., Van Der Schueren B., Bonse J.E., Moren B .: Основные порошковые металлургические аспекты в спекании селективного металлического порошка, Annals of CIRP Vol. 45/1, 1996

2. Kruth J.P., Wang X., Laoui T., Froyen L., Лазеры и материалы в селективном лазерном спекании, Proc. Int. Conf. по лазерной поддержке сетчатой формы, 2001 обзор селективных лазерных специальных технологий

3. Крут Дж. П., Мерселис П., Ван Ваеренберг Дж., Фройен Л., Ромбоутс М .: Механизмы связывания при селективном лазерном спекании и селективном лазерном плавлении, Rapid Prototyping Journal, Vol. 11, (1), (2005), 26 - 36

4. Bourell D.L., Marcus H.L., Barlow J.W., Berman J.J .: Селективное лазерное спекание металлов и керамики, Int. J. Powder Metall. 28 (4) (1992) 369

5. Крут Дж. П.: Изготовление материалов методом быстрого прототипирования, CIRP Ann. 40 (2) (1991) 603–614

6. Кампанелли С.Л., Контуцци Н., Анжеластро А., Людовико А., Д .: Возможности и характеристики процесса селективного лазерного плавления, возможности и характеристики процесса селективного лазерного плавления в: InTech, Новые Тенденции в Технологиях: Устройства, Компьютеры, Коммуникации и Промышленные Системы, Под редакцией Meng Joo Er (2010), 233 – 252

Ж. Б. Абдиходжаев

Селективті лазерлік пісіру технологиясына шолу

Аңдатпа. Бұл мақалада түрлі материалдардың селективті лазерлік пісіру (СЛП) процесіне шолу ұсынылған. Әр түрлі сканерлеу схемалары мен СЛП процессінің кіріс параметрлерінің (мысалы, сканерлеу жылдамдығы, лазер қуаты, штрихтеу қашықтығы) күйдірілген материалдардың физикалық және технологиялық қасиеттеріне әсері зерттелді. Сондай-ақ, СЛП процестерінің жіктелуі мен сканерлеу схемасы ұсынылды. Әдебиетке шолу көрсеткендей, күйдірілген материалдардың тығыздығына, шөгуіне және өлшемдерінің дәлдігіне сканерлеу стратегиясы, сондай-ақ штрихтау қашықтығын және желі қуатын таңдау әсер етеді. Осы жұмыста ұсынылған зерттеу нәтижелері, сондай-ақ, қорытылған материалдардың физикалық және технологиялық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік беретін СЛП процесс стратегиясының тиісті таңдауына қолданылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: селективті лазерлік пісіру, сканерлеу жолдары, СЛП, аддетивті өндіріс.

Zh. B. Abdihodzhaev.,

Technology overview of selective laser sinter

Annotation. This paper presents an overview of the selective laser sintering (SLS) process of variou materials. The influence of distinct scanning patterns and SLS process input parameters (e.g.: scanning rate, laser power, hatching distance) on the sintered materials' physical and technological properties was investigated. The classifications of SLS processes and scanning patterns were also presented. The literature survey revealed that sintered materials' density, shrinkage and dimensional accuracy are significantly affected by the scanning strategy, as well as selection of hatching

distance and line energy. The research results presented in this work can be also applied to the appropriate selection of the SLS process strategy, enabling the improvement of sintered materials' physical and technological properties.
Key words: selective laser sintering, scanning strategies, densification, shrinkage.

УДК 621. 550.4.02

А.Ә.Айдархан, Б.С.Арымбеков
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,г. Алматы, Казахстан

"НАПРАВЛЯЮЩИЙ ВАЛ" С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Аннотация. *В статье рассмотрены направляющего вала с применением методов быстрого прототипирования. Сегодня о технологиях быстрого прототипирования имеется много информации, однако выявить преимущества и недостатки каждой из них и выбрать для себя оптимальную в отсутствие практического опыта весьма непросто. Только наличие практики применения той или иной технологии может и должно стать определяющим фактором при выборе эффективного средства для решения конкретных задач.*
Ключевые слова: *направляющий вал, негабаритные компоненты, профилированные рельсы.*

В конструкциях машин и механизмов основными деталями для передачи вращения являются валы. Валы испытывают значительные нагрузки при работе. При проектировании линейной системы движения, у инженеров есть два основных варианта –линейные валы или рельсовые направляющие. Выбор неправильной системы линейного передвижения может быть дорогостоящей ошибкой, что приводит к конструктивным или структурным изменениям, плохой производительности машины или негабаритным компонентам с более высокими затратами.

Рисунок 1 - Линейные валы конструктивным изменениям

Хотя, как круглые линейные валы, так и рельсовые направляющие могут оказаться подходящими вариантами для большинства случаев. Обычно существует несколько критериев, которые определяют, какой вид линейной направляющей является более подходящий[1].

Система линейных направляющих с использованием цилиндрических валов была изобретена в 1940-х годах и успешно применяется практически во всех отраслях промышленности с момента их создания. Но их ограничения в жесткости заставили производителей прецизионного оборудования, такого как станки, использовать рельсовые направляющие или рельсовые направляющие телескопические для достижения требуемой грузоподъемности и точности. Внедрение профильных рельсовых направляющих в 1970-х годах предлагало менее дорогостоящую и менее трудоемкую альтернативу,

обеспечивающую высокую грузоподъемность и высокую жесткость в довольно компактном виде. Но конструкторам стало менее понятным, когда использовать прецизионные валы, поскольку рельсовые направляющие могли использоваться во многих решениях, где до этого использовались только круглые валы. В результате выбор типа направляющей основывался (иногда и до сих пор) на прошлых успешных решениях. К счастью, есть некоторые ключевые критерии, которые помогут определиться между круглыми валами и профилированными рельсами при первоначальном выборе[2].

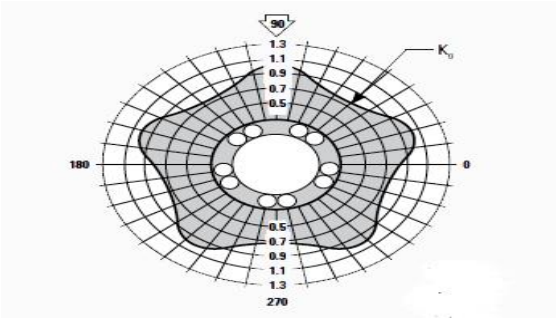


Рисунок 2 - Коэффициент коррекции нагрузки в зависимости от ориентации нагрузки

Преимущество: рельсовая направляющая.

Если провести соответствие между шариками и дорожками качения, то профилированные рельсовые системы имеют большую площадь контакта и, следовательно, более высокую грузоподъемность при одинаковом типоразмере, чем системы с круглым валом. Профилированные рельсы также лучше подходят для резких пиковых нагрузок, чем круглые валы, и, как правило, имеют одинаковые грузоподъемности во всех четырех направлениях. И наоборот, грузоподъемность для круглых валов зависит от направления загрузки, которое является ориентацией нагрузки на шарикоподшипник.

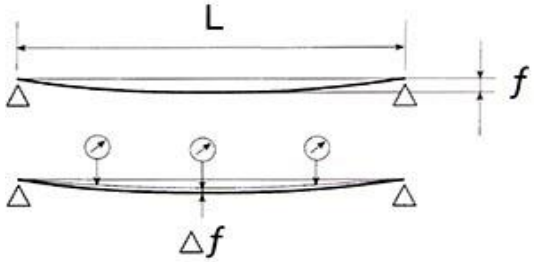


Рисунок 3 - Грузоподъемность круглых валов

Большая площадь контакта между шариками и дорожками качения дает меньше прогиба для профилированной системы рельс, чем для круглого вала. Профилированные рельсовые системы часто поставляются с пред натягом от 2-8%, что обеспечивает дополнительную жесткость направляющей системы.

Благодаря каленым ходовым дорожкам профилированные рельсы обычно достигают точности перемещения гораздо более высокой, чем круглые направляющие валы. Последние же ценятся за способность самовыравнивания, хоть и проигрывают в точности перемещения[3].

Направляющие валы могут достигать максимальной скорости 2 м/с. Это обусловлено ограниченной возможностью сепарацией шариков по мере их перемещения в зону нагрузки и из нее. Рельсовые направляющие с более сложным методом рециркуляции могут достигать скорости 5 м/с.

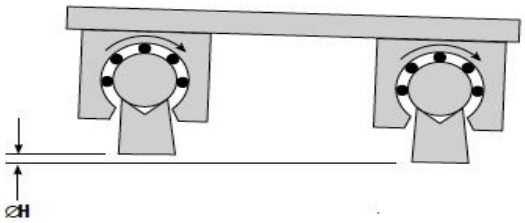


Рисунок 4 - Линейные подшипниковые блоки компенсируют несоосность вала

Если рельсовые направляющие должны полностью поддерживаться и крепиться по всей своей длине, то линейные валы могут поддерживаться только на их концах, длина до 20 раз больше диаметра вала. Круглые валы также не требуют обработки поверхности платформы для монтажа, поскольку подшипниковые блоки могут работать в условиях несоосности, уменьшая затраты и время на проектирование и подготовку монтажных поверхностей.

Прототипы, как инструменты дизайна, находятся на подъёме, и вот почему. Я твёрдо верю, что прототипирование помогает нам в процессе создания качественных пользовательских интерфейсов. Мы работаем в мире богатых, обладающих динамикой интерфейсов пользователя как в сети, так и на наших устройствах. Интерфейсы, которые мы создаём, интерактивны, откликаются на воздействие пользователя и обладают эмоциями[4].

Вывод. В то время как линейные рельсы имеют преимущество в нескольких базовых технических параметрах: нагрузка, жесткость, точность, скорость – круглые валы обеспечивают уникальные преимущества, которые в конечном итоге могут привести к снижению общей стоимости при более простом внедрении в оборудование, большей пригодности для работы в суровых условиях и меньшем обслуживании. Учитывая все вышеописанные преимущества и недостатки каждого вида направляющих вы можете подобрать наиболее оптимальное решение для ваших условий работы оборудования.

Литературы:

[1] Аддитивные технологии: возможности и перспективы 3D-печати // Управление производством. – 2017. – №2. – С. 38–44.

[2] Каблов Е. Новые материалы и технологии – основа технологического лидерства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://viam.ru/news/5032.

[3] Galenko p. K., Danilov D. A. Local nonequilibrium effect on rapid dendritic growth in a binary alloy melt // Phys. Lett. A. – 1997. – V. 235. – P. 271–280.

[4] Направляющий вал (SelectiveLaserSintering-SLS): [Электронный ресурс]. URL: http://3dp.su/Investigation-of-the-process-guide shaft-using-rapid-prototyping-methods (Дата обращения: 15.01.2014).

[5] Askarov Ye.S. Osnovy proektirovaniya.–Almaty, 2015.–№4.S.32-35

А.Ә.Айдархан, Б.С.Арымбеков

Жылдам прототиптеу әдістерін қолдана отырып «бағыттаушы білік» дайындау процесін зерттеу

Аңдатпа. Бұл мақалада жылдам прототиптеу әдістерін қолданатын жетекші білік қарастырылған. Бүгінгі күні жылдам прототипті технологиялар туралы көптеген ақпарат бар, бірақ олардың әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау оңай емес және практикалық тәжірибе болмаған кезде сізге ең жақсысын таңдауға болады. Осы немесе басқа технологияны қолдану практикасының болуы нақты мәселелерді шешудің тиімді құралдарын таңдау кезінде анықтаушы фактор болуы керек.

Түйінді сөздер: гидравликалық білікке, үлкен бөлшектер, профильді рельстер.

УДК: 669.391.52 : 621.391: 621.376.9

А.С. Айса
Научный руководитель – Б.С.Арымбеков, профессор
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,г. Алматы, Казахстан
ayaka_96@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСПЛАВЛЕННОЙ ВАННЫ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЛЕГИРОВАННОГО ПОРОШКА TI-6AL-4V

Аннотация. *Оптимизация параметров для металлических порошков при селективном лазерном плавлении (SLM) обычно проводится путем экспериментальных исследований влияния значимых параметров (таких как мощность лазера, скорость сканирования, расстояние между штрихами, толщина слоя, рисунок сканирования и т. д.) На микроструктуру или механические свойства. Этот тип экспериментальной оптимизации требует очень много времени и средств. Чтобы ускорить процесс оптимизации, было предпринято исследование для разработки метода быстрой оптимизации параметров, основанных на характеристиках ванны расплава. Эти характеристики начались с исследований экспериментов с одиночным шариком УУЗР. Предварительно легированный порошок Ti-6Al-4V использовался для изготовления одного шарика с несколькими комбинациями мощности лазера и скорости сканирования. Были охарактеризованы морфология поверхности и размеры отдельных шариков. Геометрические особенности ванн расплава измеряли после полировки и травления поперечного сечения каждого отдельного валика. Было обнаружено, что характеристики ванны расплава предоставляют значительную информацию, которая полезна для выбора параметров процесса. Эти эксперименты расширяются для характеристики тестовых площадок с несколькими слоями.*

Ключевые слова: *порошок сплава, селективное лазерное плавление (SLM), Ti-6Al-4V, EOS, Concept Laser.*

Селективное лазерное плавление (SLM) является одним из самых популярных процессов аддитивного производства (AM) на основе порошкового слоя [1]. Эта технология была успешно продемонстрирована в начале этого столетия, а затем коммерциализирована несколькими компаниями, такими как EOS GmbH, Concept Laser GmbH, SLM Solutions GmbH, Realizer GmbH, Phenix System, MTT Technologies и т. Д. Последние две были приобретены 3D Systems в 2013 году, и Renishaw в 2011 году соответственно. В настоящее время расширение возможностей коммерческих SLM-машин сфокусировано на улучшении размеров, скорости и совместимости материалов. EOS, Concept Laser и SLM Solutions представили машины SLM, содержащие большие строительные платформы, такие как EOS M400, Concept Laser X-line 1000R (ось X до 630 миллиметров) и SLM 500HL. Увеличивая толщину слоя и скорость нанесения покрытия, можно значительно сократить время сборки детали. Все большее количество металлических порошков может быть использовано для УУЗР, включая нержавеющие стали, инструментальные стали и биосовместимые сплавы.

Возможность быстрого изготовления деталей с использованием нескольких металлических порошков привела к применению УУЗР для непосредственного изготовления деталей для аэрокосмической, инструментальной, биомедицинской и других технологий. Однако оптимизация параметров процесса для новых порошков происходит очень медленно, поскольку обычно она проводится экспериментально для определения конкретного значения влияющих параметров, таких как мощность лазера, скорость сканирования, расстояние между штрихами, толщина слоя, шаблон сканирования и т. д. Образцы, созданные с

использованием выбранные комбинации параметров проверяются с помощью испытаний на плотность, пористость, микроструктуру или механические свойства. Этот тип экспериментальной оптимизации требует очень много времени и средств. Чтобы ускорить процесс оптимизации, это исследование было предпринято для разработки метода быстрой оптимизации параметров, основанных на характеристиках расплава. Предварительно легированный порошок Ti-6Al-4V был использован для создания геометрии ванны расплава с помощью различных комбинаций мощности лазера и скорости сканирования. Профиль и размеры ванн расплава были затем оценены и измерены для выбора подходящего расстояния между люками для изготовления тестовых площадок. Топология поверхности прокладок была проанализирована и обсуждена для выбора оптимальных параметров.

Метод. Метод быстрой оптимизации параметров процесса начался с исследования экспериментов с одиночными гранулами SLM. Предварительно легированный порошок EOS Ti-6Al-4V был использован для изготовления одного шарика с несколькими комбинациями мощности лазера и скорости сканирования. Порошок имеет кажущуюся плотность 2,63 г / см3. Большинство частиц имеют сферическую или почти сферическую морфологию с небольшими присоединенными спутниковыми частицами. Также можно наблюдать небольшое количество затвердевших агломератов расплавленных частиц. Основываясь на измерении с использованием анализатора размера частиц на основе лазера Microtrac S3000, частицы порошка показывают распределение по размерам между 25 мкм (D10) и 53 мкм (D90) со средним объемным диаметром около 38 мкм. Размер частиц почти нормально распределен. В этом исследовании использовалась система прямого металлического лазерного спекания EOS M270 (DMLS). В системе используется волоконный лазер с номинальной максимальной мощностью 200 Вт. Сфокусированный лазерный луч направляется и позиционируется через оптическую систему к нужным участкам слоя порошка для расплавления металлического порошка. Чтобы охарактеризовать размеры и топологию поверхности ванн расплава, был выполнен факторный план эксперимента с несколькими комбинациями мощности лазера и скорости сканирования. Опорная плита была предварительно нагрета до 35ºC. Отдельные сканирования проводились для формирования отдельных шариков на голой базовой пластине (без порошкового чехла) и базовой пластине с одним слоем порошка Ti-6Al-4V (порошковый футляр, 30 мкм) соответственно, но с использованием тех же комбинаций параметров. Таким образом, для каждого случая есть 42 отдельных шарика.

Обычно система EOS M270 DMLS позволяет плавить только порошки Ti-6Al-4V при толщине слоя 30 мкм, поэтому толщина слоя не рассматривалась как переменная в этом исследовании. После оценки топологии поверхности все отдельные шарики были срезаны, отполированы и травлены для измерения геометрических характеристик ванн расплава в соответствии со стандартными процедурами металлографии. Расстояние между люками для последующих исследований многослойных прокладок определяли по ширине ванны расплава каждого отдельного валика. Затем были изготовлены многослойные прокладки (толщиной ~ 1 мм) с использованием выбранных комбинаций параметров с использованием чередующегося растрового сканирования каждого слоя по оси X и оси Y каждого другого слоя.

Для случая с порошком порошок Ti-6Al-4V и пластина основания были расплавлены и сплавляются вместе для образования ванны расплава. Эти ванны расплава также затвердевали в α-фазу, как в случае без порошка. Когда присутствует порошок, высота тиснения немного выше, чем в случае без порошка. Но для ванн расплава значительно глубже, чем толщина порошкового слоя, существует небольшая разница между геометрическими характеристиками кожуха порошка и кожуха без порошка. Это означает, что, помимо плавления порошка, большая часть энергии излучения преобразуется в тепловую энергию с образованием ванны расплава, а затем проводил вниз к опорной плите.

Характеристики ванны расплава, такие как геометрические и размерные характеристики, предоставляют важную информацию для выбора параметров процесса. Отдельные шарики

могут быть легко изготовлены и проанализированы для определения характеристик расплавленной ванны, что значительно сокращает время и стоимость по сравнению с традиционными методами оптимизации, основанными на более обширных экспериментах. Параметры процесса, такие как интервал штриховки, могут быть выбраны вниз на основе постоянных нескольких или предварительно установленных параметров. В этом исследовании мощность лазера и скорость сканирования были выбраны из широкого диапазона, основанного на постоянной толщине слоя. В соответствии с результатами определения характеристик ванны расплава, расстояние между люками может быть определено на основе ванны расплава или ширины одного валика. Эта процедура демонстрирует гибкость при выборе параметров процесса, и можно быстро определить несколько комбинаций параметров, которые приводят к плотным деталям.

Недостаток расплав характеристик бассейна из отдельных шариков на опорную плиту, что ванна расплава может не отражать морфологии ванны расплава при встраивании от опорной плиты в слое порошка, или на верхней часть пористой опорной конструкции. Следовательно, требуется более точная информация от отдельных шариков или прокладок, сформированных на опорных конструкциях. Кроме того, включение моделирования и симуляции в этот метод быстрой оптимизации может обеспечить более эффективные и предсказуемые результаты для процесса УУЗР.

Литературы:

1. И. Гибсон, Д. Розен, Б. Штукер, Технологии аддитивного производства: быстрое создание прототипа для прямого цифрового производства, Спрингер, Нью-Йорк, 2009.

2. Л. Ли (2006). Ремонт направленного затвердевшего супер сплава ГТД-111 методом лазерной обработки сетки. Журнал материаловедения, 41, 7886-7893.

3. A. Squillace, U. Prisco, S. Ciliberto, A. Astarita (2012). Влияние параметров сварки на морфологию и механические свойства сварных стыковых соединений лазерного луча Ti-6Al-4V. Журнал технологии обработки материалов, 212, 427-436.

4. Р. Рай, Дж. У. Элмер, Т. А. Палмер, Т. Деброй (2007). Теплообмен и поток жидкости при замочной скважине в режиме лазерной сварки из тантала, Ti-6Al-4V, нержавеющей стали 304L и ванадия. Журнал физики D: Прикладная физика, 40, 5753-5766.

5. С. Пан, В. Чен, В. Ван (2014). Количественная модель замкнутой скважины пористости при лазерной сварке титанового сплава. Операции с металлургией и материалами A: Физическая металлургия и материаловедение, 45, 2808-2818.

6. А. В. Гусаров, И. Ядроицев, Ф. Бертран, И. Смуров (2009). Модель излучения и теплообмена в зоне лазерно-порошкового взаимодействия при селективном лазерном плавлении. J. Heat Transfer, 131 (7), 072101 (10 страниц).

7. Х. Гонг, К. Рафи, Т. Старр, Б. Штукер (2012). Влияние дефектов на усталостные испытания сборных деталей из Ti6Al-4V, изготовленных методом селективного лазерного плавления. Симпозиум по изготовлению твердых форм, Остин, Техас, 2012, 499-506.

8. Н. К. Толочко, С. Е. Мозжаров, И. А. Ядроицев, Т. Лауи, Л. Фройен, В. И. Титов, М.Б. Игнатьев (2004). Процессы баллинга при селективной лазерной обработке порошков. Rapid Prototyping Journal, 10, 78-87.

9. Дж. П. Крут, Л. Фройен, Дж. Ван Ваеренберг, П. Мерселис, М. Ромбоутс, Б. Лауверс (2004). Селективное лазерное плавление порошка на основе железа. Журнал технологии обработки материалов, 149, 616-622.

А.С. Айса

Аңдатпа. Селективті лазерлі балқудағы (SLM) металды ұнтақтарға арналған параметрлерді оңтайландыру, әдетте, микроқұрылымға немесе механикалық қасиеттерге маңызды параметрлердің (мысалы, лазер күші, сканерлеу жылдамдығы, сызықтар арасындағы аралық, қабат қалыңдығы, сканерлеу үлгісі және т.б.) әсері эксперименттік зерттеу арқылы жүзеге асырылады. Тәжірибелік оңтайландырудың бұл түрі көп уақыт пен ақшаны қажет етеді. Оңтайландыру процесін жеделдету үшін балқытылған ваннаның сипаттамаларына негізделген параметрлерді тез оңтайландыру әдісін әзірлеу бойынша зерттеу жүргізілді. Бұл

сипаттамалар SLM бір доппен эксперименттерді зерттеуден басталды. Алдын-ала араластырылған Ti-6Al-4V ұнтақ лазерлі қуат пен сканерлеу жылдамдығының бірнеше комбинациясы бар бір бортты дайындауға арналған. Жеке шарлардың беткі морфологиясы және өлшемдері сипатталды. Балқытылған ванналардың геометриялық сипаттамалары әрбір жеке роликтің көлденең қимылын жылтыратып, әрлеуден кейін өлшенді. Балқытылған ваннаның сипаттамалары процестердің параметрлерін таңдау үшін маңызды ақпарат беретіні анықталды. Бұл эксперименттер бірнеше топтармен тестілік сайттарды сипаттау үшін кеңейтілген.

Түйінді сөздер: легірленген ұнтақ, селективті лазерлі балқу (SLM), Ti-6Al-4V, EOS, тұжырымдамалық лазер.

A.S. Aisa

Characteristics of the molded bath for selective laser melting of preliminably doped ti-6al-4v powder

Annotation. Parameter optimization for metal powders in Selective Laser Melting (SLM) is usually carried out by experimental investigations of the influence of significant parameters (such as laser power, scan speed, hatch spacing, layer thickness, scan pattern, etc.) on microstructure or mechanical properties. This type of experimental optimization is extremely time and costconsuming. In order to accelerate the optimization process, a study was undertaken to develop a method for rapid optimization of parameters based on melt pool characterizations. These characterizations began with investigations of SLM single bead experiments. Pre-alloyed Ti-6Al4V powder was used for single bead fabrication with multiple laser power and scan speed combinations. Surface morphology and dimensions of single beads were characterized. Geometrical features of melt pools were measured after polishing and etching of the cross section of each single bead. It was found that melt pool characteristics provide significant information that is helpful for process parameters selection. These experiments are being extended to characterize test pads with multiple layers.

Key words: alloy powder, selective laser melting (SLM), Ti-6Al-4V, EOS, Concept Laser.

УДК 621.926.52

А.Ж.Айтбаев
Научный руководитель – Б.С. Арымбеков PhD, лектор
Сатбаев Университет. Институт промышленной инженерии, Казахстан, г.Алматы
Jamoliddin.97.97@mail.ru

3D ПЕЧАТЬ БОМБЫ? ЯДЕРНЫЙ ПРОБЛЕМА НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ

Аннотация. *В данной статье рассматривается возможность производства критической технологии ядерного топливного цикла с использованием 3D-принтеров для обхода проблем нераспространения. В частности, рассматривается возможность того, что в скором времени станет возможным 3D-печать стали для использования в центрифугах для обогащения урана. В документе делается вывод о том, что, хотя сохраняются значительные технологические проблемы, эксперт, имеющий доступ к готовому 3D-принтеру, передовым технологиям контроля качества и знаниям центрифуг, должен быть в состоянии достичь этого. На основе полученных результатов обсуждается необходимость экспортного контроля технологии 3D-печати и даются рекомендации по экспортному контролю принтеров на основе их технических характеристик.*

Ключевые слова: *Аддитивное производство, 3D-печать, ядерный, Проблема* нераспространения

Идет эволюция в производстве, которая может позволить наиболее чувствительные части программы ядерного оружия, которые будут переданы и произведены вокруг света. В процессе аддитивного производства (AM), 3-D печать машины строят объекты практически любой формы из цифровых файлов сборки данные, указывающие принтерам, как построить объект, создав последовательные слои материала.1 Так как объекты строятся с нуля, можно создавать изделия в форме и к стандартам, невозможным ни при каком другом методе, и цифровой характер этого автоматизированный процесс берет большую часть навыков из изготовления. AM позволяет изготавливать более качественные продукты с меньшими усилиями и с меньшими затратами по сравнению с традиционными методами. В результате

неудивительно, что General Electric, Aerojet Rocketdyne и Народно-освободительная армия Китая уже использование АМ для печати сложных металлических деталей для реактивных двигателей, ракетных двигателей систем и истребителей соответственно.2 Однако, как и у многих прорывных технологий, у АМ есть и темная сторона. Широкое распространение АМ облегчит странам приобретение ядерного оружия, и более сложным для международного сообщества обнаружить и остановить их. Если создание бомбы похоже на решение гигантской головоломки, один из самые трудные части - это просто получить все необходимые части. 3 Попытки купить или построить эти элементы, такие как компоненты газовой центрифуги, чреваты препятствия и вызов тревожных сигналов о существовании программы скрытого оружия. Напротив, с 3-D принтером и правильными файлами цифровой сборки, страна может быстро распечатать многие специализированные компоненты для ядерной программы,мало технических навыков и по низкой цене. Кроме того, скрывая такие производственные усилия было бы намного проще, чем при традиционных методах производства, рендеринг устарели многие из инструментов международного сообщества для выявления незаконных ядерных деятельность. Короче говоря, АМ может предоставить странам возможность печатать фрагменты ядерная головоломка перед кем-то уведомления. К счастью, потенциал распространения АМ еще не полностью материализовался, поэтому Соединенные Штаты все еще могут вести международный усилия по предотвращению АМ-каскада распространение ядерного оружия, прежде чем оно станет слишком поздно. Эта многогранная проблема требует стратегия, которая объединяет усилия снизу вверхэкспертных рабочих групп и нисходящего внимания со стороны высших уровней национальных правительств и международных организаций.

Аддитивное производство. Аддитивное производство (АМ) - ключевая фраза для 3D-печати и связанных с ней технологий. Это включает в себя технологии сканирования, которые создают цифровые копии физических объектов, которые можно использовать для 3D-печати. Файлы цифрового дизайна или файлы автоматизированного проектирования (САПР) создаются в стандартном формате, и затем различные программы могут использоваться для изменения проектов. Пакеты программного обеспечения также используются для нарезки файлов на несколько слоев для подготовки к печати. Производственная часть технологии, 3D-печати, на самом деле представляет собой «большую палатку» с различными технологиями, которая включает в себя пластмассы и металл, а также биологические ткани, химикаты и продукты питания. Большая часть этого не имеет отношения к обсуждению вопросов контроля за ядерным экспортом, и единственными интересными технологиями в этом случае являются те, которые используют металлы и пластмассы. Наиболее гибкими технологиями являются технологии металлической печати Selective Laser Sintering (SLS) и Selective Laser Melting (SLM). Прямое металлическое лазерное спекание (DMLS) также упоминается в литературе и аналогично SLS. В этих технологиях металлический порошок печатается слоями, а многоосевой лазерный компьютер с ЧПУ с высокой мощностью плавит частицы внутри каждый слой вместе, а также слияние каждого нового слоя с предыдущим. В SLS только границы порошка расплавляются и сплавляются вместе; тогда как в SLM порошок полностью расплавляется, что позволяет получить более плотный материал. Сами слои формируются двумя разными способами. В первом способе каждый слой представляет собой «слой» порошка, и после того, как каждый слой сканируется лазером, платформа опускается, и ролик размещает новый слой порошка, который действует как поддерживающая структура. Во втором методе структура «строится» с нуля, как здание.

3D-печать мартеновской стали. Печать высокопрочных материалов, которые имеют характеристики, аналогичные тем, которые традиционно производятся для ядерных целей, требует детального понимания процесса производства. Это не так просто, как нажать «печать» после получения файла САПР с необходимой геометрией. Материал для печати, порошок из чугуна, имеет такой же объемный химический состав, что и традиционно изготавливаемая чугунная сталь. Это соответствует US 18% Ni Maraging 300, европейскому

1.2709 и немецкому X3NiCoMoTi 18-9-5; это, как правило, сорта, которые будут подвергаться экспортному контролю при традиционном производстве. Как для традиционно изготавливаемой, так и для печатной стали, на стадии последующей обработки материал должен выдерживаться при высокой температуре в течение двух-трех часов, пока металл претерпевает переход от более хрупкой и менее твердой аустенитной фазы к более прочной мартенситной фазе. Независимо от этапов последующей обработки, существует много причин, по которым механические свойства чугунной стали с 3D-печатью будут отличаться от традиционно изготавливаемых. Появился большой объем технической литературы, посвященной пониманию причин этих различий. Достижения в понимании процесса 3D-печати привели к производству высококачественной чугунной стали со сравнимыми характеристиками с традиционно изготавливаемым материалом10,11. Тем не менее, остаются ключевые вопросы относительно свойств чугунной стали с 3D-печатью. Процесс 3D-печати включает использование мощного лазера для плавления или частичного плавления порошка, что, в свою очередь, включает в себя высокие температурные градиенты, то есть тепло от лазера будет быстро рассеиваться. Это может внести остаточные напряжения в материал.

Актуальность 3D-печати для оружия. В какой степени мы должны беспокоиться о 3D-печати систем доставки? Обширные работы с открытым исходным кодом уже были выполнены по техническим параметрам устройства типа «маленький мальчик», даже представителями общественности. Однако любое крупное взрывное устройство представляет собой явную угрозу безопасности и должно контролироваться как строго насколько это возможно. Специальные ядерные материалы находятся под контролем экспорта и не могут быть напечатаны в 3D. Мы можем успокоиться из-за того, что любое ядерное устройство бесполезно без расщепляющегося материала. Аналогичный аргумент можно привести в отношении ракетных систем: в какой степени реально использовать 3D-печать для обхода контроля экспорта ракет? Raytheon недавно изготовил большинство частей управляемой ракеты с помощью 3D-печати. Это указывает на то, что Режим контроля за ракетными технологиями (РКРТ) может выиграть от анализа, аналогичного тому, который был выполнен в этом документе: рассмотреть компоненты в критических областях технологии баллистических ракет. Которые могут быть изготовлены с использованием 3D-принтеров, чтобы обойти экспортный контроль. С юридической точки зрения, структура все еще создается для того, чтобы справиться с миром, в котором широко распространена 3D-печать. Авторские права могут быть наложены на письменное слово, а идеи могут быть запатентованы, но вы не можете защищать объекты авторского права, если у них нет индивидуальный дизайн. Авторское право США не распространяется на «… любую идею, процедуру, процесс, систему, метод работы, концепцию, принцип или открытие, независимо от формы, в которой она описана, объяснена, проиллюстрирована или воплощена в такой работе». Следовательно, было бы невозможно защитить авторские права на конструкцию, такую как цилиндр. Последствия этого для нераспространения, где в настоящем документе предусматривается незаконный канал закупки центрифуг с помощью печати из стального металла, неясны.

На пути к экспортному контролю 3D-принтеров. Дальнейшее изучение технологии 3D-печати явно необходимо, чтобы полностью понять класс принтеров, которые способны к мародерству. Однако сравнение с руководящими принципами экспортного контроля для многоосных станков для резки по списку двойного использования ГЯП для «Испытательного и производственного оборудования» является полезным. Эти руководящие принципы управляют машинами с двумя или более осями в пределах заданной точности позиционирования, особенно для различных типов машин. Лазерная технология включает в себя огромное разнообразие инструментов с широким спектром применения. Однако все лазеры, используемые в 3D-принтерах, являются волоконными лазерами, что значительно сужает диапазон фокусировки при обсуждении применимых лазерных технологий в 3D-принтерах. Чтобы определить точные спецификации для контроля экспорта 3D-принтеров,

требуется дополнительная информация. Мы можем обсудить ключевые параметры и вероятные диапазоны, которые следует учитывать при контроле. Мы предлагаем следующие ключевые параметры: мощность лазера, количество лазерных осей позиционирования, точность позиционирования лазера, диаметр фокуса лазерного луча, скорость сканирования лазера, толщина слоя, объем сборки машины и возможность печати в инертной атмосфере. Контроль за экспортом уже существует для лазеров, которые могут быть использованы для обогащения урана с помощью методов лазерного разделения изотопов, таких как AVLIS, MLIS и CRISLA. Эти методы лазерного обогащения включают использование нескольких лазеров, работающих на определенной длине волны, длительности импульса и мощности. Положение об экспортном контроле, которое охватывает эти лазеры, возможно, может быть распространено на лазеры, которые можно использовать в 3D-принтерах. Однако это, по сути, будет означать экспорт, контролирующий ключевые компоненты 3D-принтеров, которые будут построены. Нынешнее поколение 3D-принтеров, которые печатают маринованную сталь, является дорогой передовой технологией, которая может оказаться трудной для создания. Мощность лазера для принтеров, о которых говорилось ранее, постоянно составляет 200/400 Вт. Не ясно, будет ли лазер с более низкой мощностью иметь достаточную плотность энергии, чтобы расплавить металл, но отраслевые решения, безусловно, показывают общее предпочтение конструкции. Контроль скорости сканирования также является ключевым параметром, необходимым для производства высокопрочных нержавеющих сталей. Проблему объема сборки гораздо проще понять, так как она будет контролироваться на основе возможности производить полезные детали.

Текущий экспортный контроль. Знание того, как печатать качественные высокопрочные металлы, постоянно совершенствуется и доступно из открытых источников. Литература по изготовлению стальных заготовок с использованием субтрактивного производства также имеет открытый исходный код. Молчаливое знание также играет важную роль в процессе производства мародерствующей стали, как в случае с технологиями, связанными с ядерным оружием. Однако доступ к этой технологии ограничен: машины для формирования потока, необходимые для производства этим методом, контролируются экспортом, как и многоосевые фрезерные станки. Контроль экспорта оборудования для многоосного вычитания создает прецедент для контроля экспорта 3D-принтеров, которые также используют многоосные лазеры для печати высокопрочных материалов. Любые руководящие принципы экспортного контроля должны основываться, по крайней мере, частично на лазерной системе, в том числе на следующих критериях: число осей, мощность лазера и точность, которые определяют сложность, точность и прочность изготовляемого изделия. Эти параметры должны быть указаны как ограничивающие конечное качество материалов, которые могут быть напечатаны. Что касается управления связанной технологией, то может показаться целесообразным экспортировать контрольные файлы САПР, которые удовлетворяют определенным требованиям. Если продукт, который вы пытаетесь защитить, представляет собой ротор центрифуги, то это приводит к попытке экспортировать контрольный САПР с цилиндрической геометрией; очевидный не стартер. Другие более сложные геометрии, где может применяться 3D-печать, были бы более подходящими для экспортного контроля. Для рассмотрения предыдущих попыток контроля 3D-печатных конструкций печатный пистолет является иллюстративным примером. Контроль за файлами САПР для пистолетов с 3D-печатью был огромной проблемой для правоохранительных органов США. Когда был разработан первый пистолет от Defense Distributed, получивший название «Освободитель», файлы САПР были доступны через веб-сайт компании. До того, как Министерство обороны США распорядилось их удалить, проекты были загружены более 100 000 раз. Затем файл САПР можно легко обмениваться конфиденциально по электронной почте или публиковать на многочисленных веб-сайтах для обмена файлами, в том числе в темной сети. Хотя уровень интереса к этой САПР для пистолета представляет популярность огнестрельного оружия и сопротивление государственному регулированию в Соединенных Штатах, он также подчеркивает проблему

контроля любого файла САПР. САПР, связанный с ядерным топливным циклом, вряд ли будет иметь такой высокий уровень популярности. Тем не менее, даже если контроль над чувствительными проектами может быть получен, стоит рассмотреть возможность того, что мы сможем защитить проекты от киберпреступлений, внутренних угроз или спонсируемых государством кибератак. Однако мы можем еще раз указать на тот факт, что, по крайней мере, для ядерного топливного цикла, предметы, которые, скорее всего, будут напечатаны в 3D, имеют простую геометрию, поэтому контроль над САПР нецелесообразен. Однако использование оружия для контроля над экспортом - это другое дело.

Литературы:

1. Центробежно- гирационная мельница на основе кулисного механизма / ред кол Е.С. Аскаров // М.: Вестник машиностроения, № 9. 2007. - 73-76с.

2. Зленко, М. 3D-принтеры. Что выбрать? / М. Зленко // CAD/CAM/CAE Observer. – 2009. № 1 (44). – С. 84–92; № 2 (46). – С. 93–96. 3. T. B. Sercombe, “спекание Свободной формованной стали с добавлением Бора", Материаловедение и инженерия: A 363, 1-2, (декабрь 2003): с. 242-252.

3. Mendis, D.; Secchi, D and Reeves, P. A. “юридическое и эмпирическое исследование последствий 3D-печати для интеллектуальной собственности", отчет о проекте. (London: Intellectual Property Office, 2015).

4. Walker, Paul. “Право лошади к праву подводной лодки: будущее поведения государства в киберпространстве", Киберконфликт: архитектуры в киберпространстве, 7-я Международная конференция, Женева, Швейцария, 2016, с. 93-104.

Б.С. Арымбеков А. Ж. Айтбаев

3D бомба басып шығару? Ядролық таратпау мәселесі

Аннотация. Бұл мақалада экспорттық бақылауды айналып өту үшін 3D-принтерлерді пайдалана отырып ядролық отын циклінің сыни технологиясын өндіру мүмкіндігі қарастырылады. Атап айтқанда, жақын арада уранды байыту үшін центрифугаларда қолдану үшін болатты 3D-басып шығару мүмкіндігі қарастырылады. Құжатта маңызды технологиялық проблемалар сақталса да, дайын 3D-принтерге, сапаны бақылаудың озық технологияларына және центрифуганың білімдеріне рұқсаты бар сарапшы бұған қол жеткізе алуы тиіс деген қорытынды жасалады. Алынған нәтижелер негізінде 3D-баспа технологиясын экспорттық бақылау қажеттілігі талқыланады және олардың техникалық сипаттамалары негізінде принтерлерді экспорттық бақылау бойынша ұсыныстар беріледі.

Түйінді сөздер: Аддитивті өндіріс, 3D-баспа, ядролық, таратпау мәселесі

B.S.Arymbekov A.J.Aytbaev

3-D Printing the Bomb? The Nuclear Nonproliferation Challenge

Abstract. This article discusses the possibility of producing critical nuclear fuel cycle technology using 3D printers to circumvent nonproliferation problems. In particular, the possibility is considered that soon 3D printing of steel for use in centrifuges for enriching uranium will become possible. The paper concludes that, although significant technological problems remain, an expert with access to a ready-made 3D printer, advanced quality control technologies and knowledge of centrifuges must be able to achieve this. On the basis of the obtained results, the need for export control of 3D printing technology is discussed and recommendations are given on the export control of printers based on their technical characteristics.

Keywords: additive manufacturing, 3D printing, nuclear, nonproliferation problem

УДК 621.926.52

А.Б. Аманкелди
Научный руководитель – Б.С. Арымбеков PhD
Сатбаев Университет. Институт промышленной инженерии, Казахстан, г.Алматы
asylkhan290496@bk.ru

3D-ПЕЧАТЬ: ВЫЗОВ ЯДЕРНОМУ ЭКСПОРТНОМУ КОНТРОЛЮ

Аннотация. *В данной статье рассматривается возможность производства критической технологии ядерного топливного цикла с использованием 3D-принтеров для обхода экспортного контроля. В частности, рассматривается возможность того, что в скором времени станет возможным 3D-печать стали для использования в центрифугах для обогащения урана. В документе делается вывод о том, что, хотя сохраняются значительные технологические проблемы, эксперт, имеющий доступ к готовому 3D-принтеру, передовым технологиям контроля качества и знаниям центрифуг, должен быть в состоянии достичь этого. На основе полученных результатов обсуждается необходимость экспортного контроля технологии 3D-печати и даются рекомендации по экспортному контролю принтеров на основе их технических характеристик.*

Ключевые слова: *Аддитивное производство, 3D-печать, ядерный, экспортный контроль*

Аддитивное производство было провозглашено революционной технологией, которая обещает начать вторую промышленную революцию, трансформируя цепочки поставок и позволяя изготавливать изделия большой сложности по той же цене, что и более простые изделия. Каким бы ни было влияние на экономику, влияние на экономику Режимы контроля экспорта могут быть глубокими: передача цифрового файла, такого как вложение электронной почты, может предоставить полную информацию для производства физического предмета, при условии, что у него есть 3D-принтер и материал. Опубликованная работа по исследованиям безопасности до этого момента имеет систематически не сравнивались текущие товары с экспортным контролем с техническими характеристиками современных 3D-принтеров, за исключением единого обзора. Причины, по которым нынешние режимы экспортного контроля не включали технологию 3D-печати, пока неясны. Наиболее вероятным объяснением является то, что технология не считается зрелой, и предполагается, что через несколько лет она станет жизнеспособной альтернативой традиционному или субтрактивному производству. Тем не менее, ряд событий предполагает, что технология может быть жизнеспособной раньше, чем предполагалось. 3D-печать уже используется в атомной промышленности: в Селлафилде технологии 3D-сканирования и печати используются для изготовления металлических крышек для контейнеров для отходов низкого уровня, чтобы перемещать отходы по всему объекту. В Индии, в Центре Раджа Раманна для передовых технологий Департамента атомной энергии с использованием их системы производства лазерных добавок были изготовлены ядерные компоненты для завода по переработке и реактора-прототипа быстрого прототипа в IGCAR. Кроме того, в аэрокосмической промышленности эта технология уже используется; Boeing в 2014 году запатентовал первую 3D-печатную деталь, корпус для датчика температуры на входе в компрессор, который будет использоваться в реактивном двигателе BE90-94B на самолете Boeing 777. Наконец, в мае 2015 года появились детали миниатюрного Реактивный двигатель 3D-печати от GE, который может вращаться со скоростью 33 000 оборотов в минуту - величина, аналогичная той, которая требуется для центрифуг с обогащением урана.8 Как в ядерной, так и в аэрокосмической промышленности требуются высококачественные, высокопрочные детали; параллель дает четкое указание на то, что технология 3D-печати

вскоре может быть применима к производству экспортно-контролируемых изделий, используемых в ядерном топливном цикле.

Аддитивное производство. Аддитивное производство (AM) - ключевая фраза для 3D-печати и связанных с ней технологий. Это включает в себя технологии сканирования, которые создают цифровые копии физических объектов, которые можно использовать для 3D-печати. Файлы цифрового дизайна или файлы автоматизированного проектирования (САПР) создаются в стандартном формате, и затем различные программы могут использоваться для изменения проектов. Пакеты программного обеспечения также используются для нарезки файлов на несколько слоев для подготовки к печати. Производственная часть технологии, 3D-печати, на самом деле представляет собой «большую палатку» с различными технологиями, которая включает в себя пластмассы и металл, а также биологические ткани, химикаты и продукты питания. Большая часть этого не имеет отношения к обсуждению вопросов контроля за ядерным экспортом, и единственными интересными технологиями в этом случае являются те, которые используют металлы и пластмассы. Наиболее гибкими технологиями являются технологии металлической печати Selective Laser Sintering (SLS) и Selective Laser Melting (SLM). Прямое металлическое лазерное спекание (DMLS) также упоминается в литературе и аналогично SLS. В этих технологиях металлический порошок печатается слоями, а многоосевой лазерный компьютер с ЧПУ с высокой мощностью плавит частицы внутри каждый слой вместе, а также слияние каждого нового слоя с предыдущим. В SLS только границы порошка расплавляются и сплавляются вместе; тогда как в SLM порошок полностью расплавляется, что позволяет получить более плотный материал. Сами слои формируются двумя разными способами. В первом способе каждый слой представляет собой «слой» порошка, и после того, как каждый слой сканируется лазером, платформа опускается, и ролик размещает новый слой порошка, который действует как поддерживающая структура. Во втором методе структура «строится» с нуля, как здание.

3D-печать мартеновской стали. Печать высокопрочных материалов, которые имеют характеристики, аналогичные тем, которые традиционно производятся для ядерных целей, требует детального понимания процесса производства. Это не так просто, как нажать «печать» после получения файла САПР с необходимой геометрией. Материал для печати, порошок из чугуна, имеет такой же объемный химический состав, что и традиционно изготавливаемая чугунная сталь. Это соответствует US 18% Ni Maraging 300, европейскому 1.2709 и немецкому X3NiCoMoTi 18-9-5; это, как правило, сорта, которые будут подвергаться экспортному контролю при традиционном производстве. Как для традиционно изготавливаемой, так и для печатной стали, на стадии последующей обработки материал должен выдерживаться при высокой температуре в течение двух-трех часов, пока металл претерпевает переход от более хрупкой и менее твердой аустенитной фазы к более прочной мартенситной фазе. Независимо от этапов последующей обработки, существует много причин, по которым механические свойства чугунной стали с 3D-печатью будут отличаться от традиционно изготавливаемых. Появился большой объем технической литературы, посвященной пониманию причин этих различий. Достижения в понимании процесса 3D-печати привели к производству высококачественной чугунной стали со сравнимыми характеристиками с традиционно изготавливаемым материалом10,11. Тем не менее, остаются ключевые вопросы относительно свойств чугунной стали с 3D-печатью. Процесс 3D-печати включает использование мощного лазера для плавления или частичного плавления порошка, что, в свою очередь, включает в себя высокие температурные градиенты, то есть тепло от лазера будет быстро рассеиваться. Это может внести остаточные напряжения в материал.

Коррозионностойкие пластмассы. Интерес к пластику, а не к его использованию в движущихся частях центрифуг, проистекает из коррозионной стойкости полностью фторированных материалов (FFM). Фторполимеры, такие как политетрафторэтилен (ПТФЭ), полиэтилен, где водород заменен фтором, являются распространенными примерами таких

материалов. Тем не менее, ПТФЭ и другие фторполимеры не плавятся при нагревании, поэтому не подходят для 3D-печати с использованием технологии моделирования методом наплавки (FDM), которая обычно используется для пластмасс. Другие FFM, такие как FEP, PFA, PCTFE и Vinyidene фторид гексафторпропилен, страдают от той же проблемы. На данный момент не существует пластиковой FFM, которая бы подходила для 3D-печати. Следовательно, любой 3D-напечатанный UF6-стойкий пластик должен быть разработан. Изготовление изделий с использованием принтеров текущего поколения является дорогостоящим и длительным; металлический принтер стоит около 750 000 долларов, а печать крупных предметов, таких как роторы центрифуги, с высокими характеристиками качества может занять 1-2 дня. Для контроля качества также необходимо будет приобрести дорогостоящее дополнительное оборудование. Минимальная диагностическая установка для базового металлургического анализа испытуемых материалов, полученных с помощью SLS или SLM, и оценка в области их применения включает: морфологический анализ с помощью сканирующей электронной микроскопии, элементный анализ с помощью рентгеновской спектроскопии и механический анализ с помощью Средство индентора и кривые деформации напряжения. Традиционное изготовление с использованием машины для формования потока стоит около 1 млн. Долларов США для самой машины и занимает несколько минут 24. Получение труб предварительной формы и обеспечение достаточного контроля качества займет намного больше времени, но аналогичные шаги потребуются для печатных деталей.

Актуальность 3D-печати для оружия. В какой степени мы должны беспокоиться о 3D-печати систем доставки? Обширные работы с открытым исходным кодом уже были выполнены по техническим параметрам устройства типа «маленький мальчик», даже представителями общественности. Однако любое крупное взрывное устройство представляет собой явную угрозу безопасности и должно контролироваться как строго насколько это возможно. Специальные ядерные материалы находятся под контролем экспорта и не могут быть напечатаны в 3D. Мы можем успокоиться из-за того, что любое ядерное устройство бесполезно без расщепляющегося материала. Аналогичный аргумент можно привести в отношении ракетных систем: в какой степени реально использовать 3D-печать для обхода контроля экспорта ракет? Raytheon недавно изготовил большинство частей управляемой ракеты с помощью 3D-печати. Это указывает на то, что Режим контроля за ракетными технологиями (РКРТ) может выиграть от анализа, аналогичного тому, который был выполнен в этом документе: рассмотреть компоненты в критических областях технологии баллистических ракет. Которые могут быть изготовлены с использованием 3D-принтеров, чтобы обойти экспортный контроль. С юридической точки зрения, структура все еще создается для того, чтобы справиться с миром, в котором широко распространена 3D-печать. Авторские права могут быть наложены на письменное слово, а идеи могут быть запатентованы, но вы не можете защищать объекты авторского права, если у них нет индивидуальный дизайн. Авторское право США не распространяется на «… любую идею, процедуру, процесс, систему, метод работы, концепцию, принцип или открытие, независимо от формы, в которой она описана, объяснена, проиллюстрирована или воплощена в такой работе». Следовательно, было бы невозможно защитить авторские права на конструкцию, такую как цилиндр. Последствия этого для нераспространения, где в настоящем документе предусматривается незаконный канал закупки центрифуг с помощью печати из стального металла, неясны.

На пути к экспортному контролю 3D-принтеров. Дальнейшее изучение технологии 3D-печати явно необходимо, чтобы полностью понять класс принтеров, которые способны к мародерству. Однако сравнение с руководящими принципами экспортного контроля для многоосных станков для резки по списку двойного использования ГЯП для «Испытательного и производственного оборудования» является полезным. Эти руководящие принципы управляют машинами с двумя или более осями в пределах заданной точности позиционирования, особенно для различных типов машин. Лазерная технология включает в

себя огромное разнообразие инструментов с широким спектром применения. Однако все лазеры, используемые в 3D-принтерах, являются волоконными лазерами, что значительно сужает диапазон фокусировки при обсуждении применимых лазерных технологий в 3D-принтерах. Чтобы определить точные спецификации для контроля экспорта 3D-принтеров, требуется дополнительная информация. Мы можем обсудить ключевые параметры и вероятные диапазоны, которые следует учитывать при контроле. Мы предлагаем следующие ключевые параметры: мощность лазера, количество лазерных осей позиционирования, точность позиционирования лазера, диаметр фокуса лазерного луча, скорость сканирования лазера, толщина слоя, объем сборки машины и возможность печати в инертной атмосфере. Контроль за экспортом уже существует для лазеров, которые могут быть использованы для обогащения урана с помощью методов лазерного разделения изотопов, таких как AVLIS, MLIS и CRISLA. Эти методы лазерного обогащения включают использование нескольких лазеров, работающих на определенной длине волны, длительности импульса и мощности. Положение об экспортном контроле, которое охватывает эти лазеры, возможно, может быть распространено на лазеры, которые можно использовать в 3D-принтерах. Однако это, по сути, будет означать экспорт, контролирующий ключевые компоненты 3D-принтеров, которые будут построены. Нынешнее поколение 3D-принтеров, которые печатают маринованную сталь, является дорогой передовой технологией, которая может оказаться трудной для создания. Мощность лазера для принтеров, о которых говорилось ранее, постоянно составляет 200/400 Вт. Не ясно, будет ли лазер с более низкой мощностью иметь достаточную плотность энергии, чтобы расплавить металл, но отраслевые решения, безусловно, показывают общее предпочтение конструкции. Контроль скорости сканирования также является ключевым параметром, необходимым для производства высокопрочных нержавеющих сталей. Проблему объема сборки гораздо проще понять, так как она будет контролироваться на основе возможности производить полезные детали.

Текущий экспортный контроль. Знание того, как печатать качественные высокопрочные металлы, постоянно совершенствуется и доступно из открытых источников. Литература по изготовлению стальных заготовок с использованием субтрактивного производства также имеет открытый исходный код. Молчаливое знание также играет важную роль в процессе производства мародерствующей стали, как в случае с технологиями, связанными с ядерным оружием. Однако доступ к этой технологии ограничен: машины для формирования потока, необходимые для производства этим методом, контролируются экспортом, как и многоосевые фрезерные станки. Контроль экспорта оборудования для многоосного вычитания создает прецедент для контроля экспорта 3D-принтеров, которые также используют многоосные лазеры для печати высокопрочных материалов. Любые руководящие принципы экспортного контроля должны основываться, по крайней мере, частично на лазерной системе, в том числе на следующих критериях: число осей, мощность лазера и точность, которые определяют сложность, точность и прочность изготовляемого изделия. Эти параметры должны быть указаны как ограничивающие конечное качество материалов, которые могут быть напечатаны. Что касается управления связанной технологией, то может показаться целесообразным экспортировать контрольные файлы САПР, которые удовлетворяют определенным требованиям. Если продукт, который вы пытаетесь защитить, представляет собой ротор центрифуги, то это приводит к попытке экспортировать контрольный САПР с цилиндрической геометрией; очевидный не стартер. Другие более сложные геометрии, где может применяться 3D-печать, были бы более подходящими для экспортного контроля. Для рассмотрения предыдущих попыток контроля 3D-печатных конструкций печатный пистолет является иллюстративным примером. Контроль за файлами САПР для пистолетов с 3D-печатью был огромной проблемой для правоохранительных органов США. Когда был разработан первый пистолет от Defense Distributed, получивший название «Освободитель», файлы САПР были доступны через веб-сайт компании. До того, как Министерство обороны США распорядилось их удалить, проекты были загружены более 100 000 раз. Затем файл САПР можно легко обмениваться

конфиденциально по электронной почте или публиковать на многочисленных веб-сайтах для обмена файлами, в том числе в темной сети. Хотя уровень интереса к этой САПР для пистолета представляет популярность огнестрельного оружия и сопротивление государственному регулированию в Соединенных Штатах, он также подчеркивает проблему контроля любого файла САПР. САПР, связанный с ядерным топливным циклом, вряд ли будет иметь такой высокий уровень популярности. Тем не менее, даже если контроль над чувствительными проектами может быть получен, стоит рассмотреть возможность того, что мы сможем защитить проекты от киберпреступлений, внутренних угроз или спонсируемых государством кибератак. Однако мы можем еще раз указать на тот факт, что, по крайней мере, для ядерного топливного цикла, предметы, которые, скорее всего, будут напечатаны в 3D, имеют простую геометрию, поэтому контроль над САПР нецелесообразен. Однако использование оружия для контроля над экспортом - это другое дело.

Литературы:

1. Центробежно- гирационная мельница на основе кулисного механизма / ред кол Е.С. Аскаров // М.: Вестник машиностроения, № 9. 2007. - 73-76с.

2. Зленко, М. 3D-принтеры. Что выбрать? / М. Зленко // CAD/CAM/CAE Observer. – 2009. № 1 (44). – С. 84–92; № 2 (46). – С. 93–96. 3. T. B. Sercombe, “спекание Свободной формованной стали с добавлением Бора", Материаловедение и инженерия: A 363, 1-2, (декабрь 2003): с. 242-252.

3. Mendis, D.; Secchi, D and Reeves, P. A. “юридическое и эмпирическое исследование последствий 3D-печати для интеллектуальной собственности", отчет о проекте. (London: Intellectual Property Office, 2015).

4. Walker, Paul. “Право лошади к праву подводной лодки: будущее поведения государства в киберпространстве", Киберконфликт: архитектуры в киберпространстве (CyCon), 7-я Международная конференция, Женева, Швейцария, 2015, с. 93-104.

Б.С. Арымбеков, А.Б. Аманкелди

3D басып шығару: ядролық экспортты бақылауға шақыру

Аннотация. Бұл мақалада экспорттық бақылауды айналып өту үшін 3D принтерлерді қолдану арқылы ядролық отын циклының технологиясын жасау мүмкіндігі қарастырылған. Атап айтқанда, уран байыту үшін Центрифугада 3D-баспа маралына арналған болатты таяу уақытта мүмкін болатынын қарастырады. Маңызды технологиялық міндеттер қалады, алайда 3D-принтерге қол жеткізуге мүмкіндік беретін сарапшы, центрифугалардың білімі мен біліктілігін арттырудың озық технологиясы болуы керек. Осы нәтижелерді пайдалана отырып, қағазда 3D басып шығару технологиясының экспорттауды басқарудың қажеттілігі талқыланып, принтерлерге олардың ерекшеліктеріне сәйкес экспорттауды бақылау бойынша ұсынымдар берілді.

Түйінді сөздер: қосалқы өндіріс, 3D басып шығару, ядролық, экспорттық бақылау

B.S. Arymbekov, A.B. Amankeldi

3d printing: a challenge to nuclear export control

Abstract. This paper examines the possibility of manufacturing critical nuclear-fuel cycle technology using 3D printers in order to circumvent export controls. In particular, it examines the possibility that it may soon be possible to 3D-print maraging steel for use in a centrifuge to enrich uranium. The paper finds that while significant technological challenges remain, an expert with access to an off-the-shelf 3D printer, advanced quality control technology and knowledge of centrifuges should be able to achieve this. Using these results the paper discusses the need for export controls of 3D printing technology and provides export control recommendations for printers on the basis of their specifications.

Keywords: additive manufacturing, 3D printing, nuclear, export controls.

УДК: 669.391.52: 621.391: 621.376.9

А.К. Ануарбеков
Научный руководитель - Б.С. Арымбеков, профессор
Сатбаев Университет. Институт промышленной инженерии, Казахстан, г.Алматы
anuarbekov.kuanysh@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ОТ ПРЯМОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ДО СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

Аннотация. *Аддитивное производство - это семейство процессов, позволяющих построить компонент из файла САПР путем выборочного добавления материала слой за слоем. Основное различие между процессом селективного лазерного плавления (СЛП) и процессом прямого осаждения металла (ПОМ) связано с подачей материала. В СЛП порошок осаждается не с использованием сопла, как в ПОМ, а вытягивается в виде последовательных тонких слоев, которые затем сканируются лазерным лучом.*

Ключевые слова: *аддитивное производство, селективное лазерное плавление, конечный элементный анализ, вязкопластичность, фазовое превращение, Ti-6Al-4V.*

Модель для процесса ПОМ была разработана в тесной связи с физическими процессами, а именно тепловые, металлургические и механические проблемы.

Чтобы уменьшить время ЦПУ, но сохранить релевантное моделирование, в модель вводятся только значимые взаимодействия. Скрытая теплота плавления, стресс-индуцированная фаза преобразования и тепло, возникающее в результате вязкопластической диссипации, игнорируются.

Три модели (термическая, металлургическая и механическая) слабо связаны и выполняется последовательно. Микроструктурные эволюции происходят только из истории температуры, в то время как механическая задача использует как тепловые поля, так и объемные доли фазы в качестве входных данных для своих определяющих уравнений. Модель реализована в конечном коде элемента Z-Set [1] и вводится специальная стратегия постепенной активации элементов и следование заданному маршруту изготовления. Стратегия моделирования, связанная с допущением, и исходная металлургическая модель были ранее описаны в Кандидатской диссертации [2] и статье [3].

Помимо основополагающих уравнений для металлургии и механики, оригинальность этой работы заключается в возможности легко расширятся для моделирования процессов СЛП. Тепловое сечение модели необходимо изменить, чтобы учесть влияние порошкового слоя на изменение температуры. Затем вводится новый элемент, который является термически активным, но механически неактивным, чтобы представлять неплавленный порошок. Этот элемент представляет собой объем плотного материала, в котором тепловые свойства эквивалентны тому же объему упакованных частиц порошка. Большинство моделей, дающих эффективную теплопроводность порошкового слоя, действительны только для температур ниже 500 °C. Затем необходимо сделать рискованные предположения для температур от 500 °C до 1650 °C (температура плавления). Затем следует экспериментальная процедура, позволяющая выполнить калибровку полученной модели. Наконец, влияние усадки вследствие плавления порошка на термические и геометрические аспекты процесса вводится с помощью четырех методов, эффективность которых сравнивается.

Список литературы:

[1] www.zebulon-software.com

[2] A. Longuet, Modélisation du procédé de projection laser - Application au Ti-6Al-4V. Thèse Mines ParisTech, 2010

[3] G. Marion, G. Cailletaud, C. Colin, M. Mazière, A Finite Element Model for the simulation of Direct Metal Deposition, ICALEO, San Diego, USA, 19-23 octobre 2014.

А.К. Ануарбеков

Аңдатпа. Аддитивті өндіріс-бұл қабаттың сыртына материалды іріктеп қосу жолымен САПР файлынан компонент құруға мүмкіндік беретін үдерістер тобы. Селективті лазерлі балқыту процесі (СЛБ) мен металды тікелей тұндыру процесі (МТТ) арасындағы негізгі айырмашылық материалды берумен байланысты. СЛБ-да ұнтақ МТТ сияқты шүмекті пайдаланумен емес, кейіннен лазерлік сәулемен сканерленетін дәйекті жұқа қабаттар түрінде тартылады.

Түйінді сөздер: аддитивті өндіріс, селективті лазерлік балқыту, соңғы элементтік талдау, тұтқырлылық, фазалық айналдыру, Ti-6Al-4V.

A.K. Anuarbekov

Modeling of additive production process:
From direct deposition of metals to selective laser melting

Annotation. Additive manufacturing is a family of processes allowing to build a component from a CAD file by selectively adding material layer by layer. The main difference between the Selective Laser Melting (SLM) process and the Direct Metal Deposition (DMD) process is related to material feeding. In SLM, the powder is not deposited using a nozzle as in DMD but drawn in successive thin layers which are then scanned by the laser beam.

Keywords: additive manufacturing, selective laser melting, finite element analysis, viscoplasticity, phase transformation, Ti-6Al-4V.

ӘОЖ: 669.391.52: 621.391: 621.376.9

А.Х.Арап
Научный руководитель – Б.С. Арымбеков, professor
Сатбаев Университет. Институт промышленной инженерии, Казахстан, г.Алматы
aliwer.arap@mail.ru

FUSION POWDER BED ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ШОЛУ. МЕТАЛЛ ҚОСПАЛАРЫН ӨНДІРУ

Аңдатпа. *Қоспа өндірісі қабаттасқан материалдарды құрастыру тәсілі арқылы қабатты пайдалана отырып, бөліктерді сандық модельден дайындаудың жаңа тәсілі болып табылады. Бұл құралды аз өндіру әдісі қысқа мерзімде, жоғары дәлдікте толықтай тығыз металл бөлшектерін шығара алады. Ұнтақ қабатының әрбір қабаты лазер немесе электронды пучок сияқты энергия көзін таңдап қолданатын ұнтақ қабатын біріктіру шағын, кішкене көлемдер, күрделі металл бөлшектерін өндіру үшін қолдануға болатын қоспаларды өндірудің ең тиімді технологиясы болып табылады. Бұл шолуда ұнтақ дәнекерлеу технологиясының эволюциясы, қазіргі жағдайы және проблемалары көрсетілген. Сондай-ақ, ол әр процестің орындалуы, артықшылықтары мен кемшіліктері, материалдар және қолдану арқылы лазерлі және электронды сәулелік технологияларды салыстырады.*

Түйін сөздер: *қоспа өндірісі, 3D-печать, ұнтақты төсек, Fusion, SLS, SLM, ЕВМ/ЭСБ, АӨ.*

3D басып шығару деп аталатын аддитивті өндіріс (АӨ) - 3D модельдік деректерден, әдетте, қабат арқылы қабаттасатын объектілерді жасау үшін материалдарды біріктіру үдерісі. Бұл құрал аз өндіріс орындарында жаңа дизайнерлік икемділікке, энергияны пайдалануды қысқартуға және нарыққа уақытты қысқартуға мүмкіндік береді. Қоспа өндірісін қолданудың негізгі бағыттары жылдам прототиптерді, жылдам құрастыруды, бөлшектер мен компоненттерді тікелей өндіруді, пластмассадан, металды, керамикалық және композициялық материалдарды жөндеуді қамтиды. Электрондық есептегі қуаттылық, материалтану және модельдеу саласындағы жаңа жетістіктер және АӨ технологиясы

ұсынатын артықшылықтар АӨ-тің фракциясын жылдам прототиптен өткізуден металл бөлшектерін шығаруға бағыттады.

Кез-келген АӨ металды процессінің екі негізгі параметрі кіріс шикізатының түрі және бөлікті қалыптастыру үшін пайдаланылатын энергия көзі болып табылады. Шикізатты металл ұнтақ немесе сым түрінде пайдалануға болады, ал лазерлік электронды сәуле немесе доғасы энергия ретінде пайдаланылуы мүмкін. АӨ машина CAD үлгісінің бөліктерін. stl форматында (стерео литография) талап етеді. Мамандандырылған кескіш бағдарлама осы үлгіні көлденең қима қабаттарының біріне бөледі. АӨ машинасы осы қабаттарды бір-бірімен толықтыра алады. Бұл қабаттардың қалыңдығы шикізат түріне байланысты және бұл бөлікті жасау үшін АӨ процесі қолданылады.

АӨ - те металлдық процестер кеңінен екі негізгі топқа бөлінеді: Fusion Powder Layer Technology (PBF) технологиясы және Directed Energy Deposition Technology (DED). Осы екі технологиялар да пайдаланылатын энергия көзінің түріне қарай жіктелуі мүмкін. PBF негізіндегі технологияларда жылу энергиясы ұнтақ қабатының аудандарын таңдайды. Селективті лазерлі синтездеу / балқыту (SLS / SLM), лазерлік тұндыру және электронды сәуленің балқуы (ЕВМ/ЭСБ) PBF технологиясы негізінде негізгі өкілдік процестер болып табылады. DED технологиясына негізделген, жылу энергиясы жылтыратылған материалдарды (ұнтақ немесе сым түрінде) оларды балқыту арқылы балқыту үшін қолданылады. Ең танымал DED технологиялары арасында лазерлік тор (LENS), тікелей металды тұндыру (DMD), электрондық сәулелерді дайындау (EBFFF) және доғаның негізіндегі АӨ бар. Бұл құжат металл қоспаларын өндіруде және оларды қолдануда балқыту технологиясының электронды сәулесіне негізделген лазер мен ұнтақты сипаттайды.

Ұнтақты дайындау құрылғысы (PBF/ҚҚЖ). Ұнтақ қабаты балқытылған металды қорғауды қамтамасыз ету үшін инертті атмосферада немесе ішінара вакуумда болады. Энергия көзі (лазер немесе электронды пучок) үлгінің цифрлық бөлігінен алынған бөліктің көлденең қимасына сәйкес материалды іріктеп алу үшін бұрын бөлінген ұнтақтың әр қабатын сканерлеу үшін пайдаланылады. Бір қабат сканерленсе, камераның поршеньдік ғимараты төмендейді және поршеньді ұнтақ камерасы белгілі бір қабат қалыңдығымен көтеріледі. Қаптау механизмі немесе роликті қайтадан энергия көзі арқылы сканерленетін барлық камералық дизайн бойынша ұнтақты бөледі, бұл цикл қабатты қабатпен аяқталғанға дейін қайталайды. Бұл үрдістің түпкі нәтижесі ұнтақталған торт болып табылады және қосымша ұнтақ алынбағанша бөлік көрінбейді. Қондырғылардың ҚҚЖ-ға негізделген процестерін DED технологиясымен салыстырғанда аяқтау қажет, бірақ одан да жоғары күрделі және сапалы бетінің сапасына қол жеткізуге болады, бұл кейіннен өңдеудің ең төменгі деңгейін талап етеді. Бірнеше бөлікті бірге жинауға болады, осылайша камераның құрастырылуы толығымен қолданылуы мүмкін.

Бұл процестер өз табиғаты бойынша ерітілген беттерде балқытылған материалдарды жоюға, жылуды кетіруге және бұрмалауды болдырмауға көмектесу үшін (материалдың бір бөлігі ретінде) қолдауды талап етеді. Алдын ала өңдеу сатысында талаптардың бөлігіне сәйкес қолдауға және өзгертуге болады, және кейіннен өңдеу кезеңінде өңдеу арқылы алынуы керек. Қолдауды алып тастағаннан кейін, бөлшек талап етілгенге байланысты, жарылыс, жылтырату, өңдеу және жылу өңдеу сияқты өңделгеннен кейін өңделуі мүмкін. Кейбір сыни компоненттер бөліктің тығыздығын қамтамасыз ету үшін ыстық изостатикалық басуды (HIP) қажет етуі мүмкін.

Лазерлік жүйелер (DMLS / SLM / Laser cusing). Селективті лазерлік синтездеу (SLS/СЛС) тікелей металды лазерлік синтездеу (DMLS), селективті лазерлі балқу (SLM) және лазерлі қабаттау сияқты көптеген процестердің ішінде бірінші болып табылады. SLS жабық камерада қабаты бетінде бөлшектерді іріктеп немесе еріту үшін бір немесе бірнеше лазерді қолдану арқылы ұнтақ материалдарынан заттар шығаратын ұнтақ қабатын эрімдеу процесі ретінде анықталуы мүмкін. 1986 жылы Карл Деккард жасаған және 1992 жылы DTM корпорациясымен коммерцияландырылған. EOSINT M250 алғашқы коммерциялық синтездеу машинасы Германиядан EOS арқылы 1995 жылы енгізілген. SLM SLS процесінің

озық нысаны болып табылады, онда ұнтақ қабатының бөлшектерінің толық балқуы бір немесе бірнеше лазердің көмегімен жүреді. Fokele және Schwarze (F & S) Fraunhofer Laser Technology Институтымен бірге 1999 жылы, содан кейін MCP HEK Gmbh (қазір SLM) Solutions GmbH компаниясынан MCP Realizer 250 арқылы коммерциялық түрде әзірледі.

Лазерді өңдеу процесі SLM процесіне ұқсас, онда лазер ұнтақ қабатының әрбір қабатын жабық камераға жинау үшін талап етілетін көлденең қимаға сәйкес 2004 жылы Laser Gmbh концерні (Германия) коммерциялық өндірісі болып табылады. Осы жүйелердің көпшілігінде қуаты 200 Вт-тан 1 кВт дейін бір талшықты лазер қолданылады, олар ұнтақ қабатын қабаттастыруға мүмкіндік береді.

Конструкция камерасы реактивті емес материалдар үшін аргон газының инертті атмосферасымен және реактивті емес материалдар үшін азот газымен қамтамасыз етілген. Лазер көзінің қуаты, сканерлеу жылдамдығы, люктердің арасындағы қашықтық, лазерлік жолдар және ұнтақ қабатының қалыңдығы осы процестердің негізгі өңдеу параметрлері болып табылады. Материалға байланысты 20-100 мкм қабат қалыңдығын пайдалануға болады. Барлық осы процестер титан қорытпалары, инкономикалық қорытпалар, кобальт хромы, алюминий қорытпалары, баспайтын болат және құрама болаттар сияқты металл қорытпаларының кең ауқымынан толығымен тығыз металл бөлшектерін шығара алады.

Лазерге негізделген PBF/ҚКЖ жүйелерінің көпшілігі 5-20 см3 / сағ жылдамдықпен жұмыс істейді және өндірілетін ең жоғарғы бөлшек өлшемі (жинау көлемі) 250 x 250 x 325 мм 3-ке дейін шектеледі, бұл бөліктің өзіндік құнын арттырады және оны кішігірім мөлшерде ғана шектейді. Мәселен, соңғы жылдары инженерлік және ғылыми-зерттеу институттары құрастыру және жинау көлемін ұлғайту арқылы өз машиналарының мүмкіндіктерін кеңейтуге баса назар аударды. Германиядан SLM шешімі SLM500 HL 2012 машинасын іске қосты, ол құрастыру жылдамдығын 35 см3 / сағға дейін ұлғайту үшін қосарлы арқалық технологиясын қолданады және 500 x 350 x 300 мм3 құрастыру көлеміне ие. Бұл машинада екі лазер жиынтығы қолданылады, олардың әрқайсысында екі лазер бар (400 Вт және 1000 Вт). Бұл дегеніміз, төрт лазер бір мезгілде ұнтақ қабатын сканерлейді.

Электрондық сәуленің балқуы (ЭСБ). ЭСБ - бұл PBF негізіндегі тағы бір АӨ процесі, онда электронды сәуле вакуум камерасындағы ұнтақ қабатын қабаттастыру үшін пайдаланылады. 1997 жылы Швециядан ARCAM компаниясы коммерциализацияланды.

Электрондық сәуленің балқу процесі (ЭСБ) СЛС - ге ұқсас, айырмашылығы оның энергия көзі ұнтақ қабатының қабаттарының сақтандырылуы үшін пайдаланылады, мұнда электрондық сәуленің орнына лазер. ЭСБ - да вольфрам филаменті жоғары жылдамдықпен электрондар арқылы қыздырылады, содан кейін көрсетілгендей, екі магнит өрісі, фокустық катушкалар және бұрылыс катушкасы бақыланады. Фокальды катушкалар магниттік линза ретінде жұмыс істейді және деформация кезінде қажетті диаметрге 0,1 мм-ге дейін бағыттайды. Бүріккіш ұнтақ қабатының қабатын сканерлеу үшін мақсатты бағытта шоғырланады. Жоғары жылдамдықты электрондар ұнтақ қабатын соққанда, олардың кинетикалық энергиясы ұнтақты ерітетін жылу энергиясына айналады. Әрбір ұнтақ төсемінің қабаты екі сатыда, алдын ала қыздыру сатысында және балқыту сатысында сканерленеді. Алдын ала қыздыру сатысында, жоғары сканерлеу жылдамдығымен жоғары уақытша пучок бірнеше өтулерде ұнтақ қабатын алдын-ала қыздыру үшін қолданылады (0,4-0,6 тм дейін). Балқу сатысында ұнтақты еріту үшін сканерлеу жылдамдығы аз төмен ағым қолданылады. Бір қабатты сканерлеу аяқталғаннан кейін кесте түсіріледі, ұнтақтың басқа қабаты таратылады және қажетті компонент қалыптасқанша процесс қайталанады. Барлық ЭСБ процесі жоғары вакуумда 10-4-тен 10-5 mbar-ға дейін болады. Балқу кезінде гелий газын жеткізу, бұдан әрі, бөлшектерді салқындатуға және сәуленің тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін вакуум қысымын төмендетеді. Сондай-ақ, электронды пучканы ұнтақ қабатының қабатын қыздырып, ериді немесе ерітетін бірнеше бөлек сәулеге айналдыратын многопотикалық ерекшелігі бар. ARCAM EBM/ЭСБ жүйесі ұнтақ қабатын қабаттастыру үшін қуатты 3000 Вт электронды сәулені пайдаланады. Бұл процесте әдетте 50-200 мкм қабат қалыңдығы пайдаланылады. EBM/ЭСБ жүйесі титан қорытпалары (Ti6Al4V,

Ti6Al4V EI), хром кобальт, титан алюминді, Inconel (625 және 718), баспайтын болат, аспаптық болаттар, мыс, алюминий қорытпалары, бериллий және т.б. сияқты материалдардың кең спектрімен жұмыс істей алады.

Әдебиеттер:

1. F-2792-12a, «Қоспа өндірісінің технологиясы үшін стандартты терминология».

2. T. Wohlers, Wohlers Associates, Inc., «Additive Manufacturing», Өндіріс жағдайы, Wohlers 2010 ж.

3. И.Д. Харрис, Ph. D.Director, AMC, EWI, Колумбус, OH, «Металдар өндіру үшін қоспа жасау және енгізу».

4. Б. Вейр, Фредерик Вигат және Франсуа Вилленув, Металл «Қоспа өндірісі», Қазіргі заманғы шолу және перспективалар, Гренобль, Франция, қаңтар 2012 ж.

5. М.Алиакбари, «Қоспа өндірісі, қазіргі жағдайы», техника ғылымдарының кандидаты, өнеркәсіптік өндіріс бөлімі, КТН, маусым 2012 ж.

6. А.Б. Спиринг, К. Вегенер, Г. Леви, материалдарды құрастыру. «Өндірістік қасиеттер SLM қоспасын өндіру технологиясымен жергілікті», INSPIRE AG - Rapid Product Development Irpd, Lerchenfeldstrasse 5, CH- 9014 St.Gallen, Швейцария, 2012 ж.

7. Х.Гонг, Тед Андерсон және Кевин Чоу, «Электронды сәулеге негізделген ұнтақ қоспаларын өндіру технологиясын шолу».

8. L. E. Murr, E. Martinez, K. N. Amato, S. M. Gaitan, J. Hernandez, D. Ramirez, P. V. Shindo, F.Medina, R. B. Wicker, «Металл және легирленген компоненттердің қоспаларын өндіру».

А.Х.Арап

Обзор технологию FUSION POWDER BED. Производство присадочного металл

Аннотация. Аддитивное производство является новым методом изготовление деталей напрямую из цифровой модели с использованием слоя подходом наращивания материала слоя. Этот инструмент менее способ изготовления может производить полностью плотные металлические детали в короткое время, с высокой точностью. Особенности добавки производство, как свобода дизайна деталей, сложность деталей, свет взвешивание, консолидация деталей и проектирование для функции завоевание особых интересов в производстве металлических добавок для аэрокосмической, нефтегазовой, морской и автомобильной промышленности. Слияние порошкового слоя, при котором каждый слой порошкового слоя избирательно с помощью источника энергии, такого как лазер или электронный луч, является наиболее перспективная технология производства добавок, которая может быть используется для производства небольших, малых объемов, сложных металлических частей. Этот обзор представляет эволюцию, текущее состояние и проблемы технологии сварки порошкового слоя. Это также сравнивает лазерные и электронно-лучевые технологии с точки зрения рабочие характеристики каждого процесса, преимущества и недостатки, материалы и применение.

Ключевые слова: Аддитивное производство, 3D-печать, Порошковая кровать, Fusion, SLS, SLM, EBM.

A.H.Arap

FUSION POWDER BED technology overview. Production of filler metal

Annotation. Additive manufacturing is a novel method of manufacturing parts directly from digital model by using layer by layer material build-up approach. This tool-less manufacturing method can produce fully dense metallic parts in short time, with high precision. Features of additive manufacturing like freedom of part design, part complexity, light weighting, part consolidation and design for function are garnering particular interests in metal additive manufacturing for aerospace, oil & gas, marine and automobile applications. Powder bed fusion, in which each powder bed layer is selectively fused by using energy source like laser or electron beam, is the most promising additive manufacturing technology that can be used for manufacturing small, low volume, complex metallic parts. This review presents evolution, current status and challenges of powder bed fusion technology. It also compares laser and electron beam based technologies in terms of performance characteristics of each process, advantages/disadvantages, materials and applications.

Keywords: Additive Manufacturing, 3D-printing, Powder bed fusion, SLS, SLM, EBM.

УДК: 669.391.52: 621.391: 621.376.9

Б.С.Арымбеков, Е.П.Орлова, Ұ.Б.Керімерді
Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, beckemn@gmail.com, lenochka_60@mail.ru

КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУДЕ АДДИТИВТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. *Жаңа технологияларды қолдану соңғы жылдардағы өнеркәсіп өндірісінің кез келген саласының негізгі үрдісі болып табылады.Қазақстан мен әлемдегі әрбір компаниялар ең озық әдістер мен материалдарды пайдаланып арзан, сенімді және жоғары сапалы өнімдерді жасауға ұмтылуда.Қазіргі таңда үздіксіз даму үстіндегі және аз уақыт көлемінде жоғары сападағы өнім алудың заманауи технологиялардың бір аддитивтік технологиялары. Мақалада жалпы 3D-технологиясы жайлы және осы технологиямен жұмыс істейтін 3D-принтерлердің жұмыс ерекшеліктері мен онда қолданылатын композиттік материалдардың жалпы қасиеттері, артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылды.*

Түйін сөздер: *техника, 3D-технология, 3D-принтер, композиттік материал, матрица, пластик, көміртек, аддитивті технологиялар.*

Аддитивті технологиялар бүгінгі күні күрделі конфигурация өнімдерді шығарудың заманауи және перспективалық тәсілі болып табылады. Егер дайындамадан жасалған бұйымдарды өндірудегі дәстүрлі әдістер артық материалды алып тастаса немесе инжекционды құю процестерін қолданса , онда аддитивтік технологиялармен өнімнің қабатты қабатының қалыптасуы әр түрлі технологиялық әдістер мен құрылғыларды қолданады. Өнімді қалыптастырғанда ол түпнұсқа дизайн идеологиясын қолданады, оның негізі арнайы дизайн жүйелерінде бұрын құрылған өнімнің қатты күйі немесе бетінің STL-моделі болып табылады.Нысанды құрудың бұл процесі оның бірте-бірте өндірілуіне байланысты «өсіу» деуге болады. Таңдалған технологияға байланысты объект әр түрлі қасиеттерді алу үшін төменнен жоғарыға немесе керісінше салынуы мүмкін. Бұл үрдістің нәтижесінде өнімді өндірістік қалдықтарсыз жасайды.

Барлық 3D - принтерлер басып шығару материалы ретінде ABS пластикасын пайдаланады. Мұндай пластик отқа төзімді топқа жатады, ал егер ABS сізді қарапайым полистиролмен салыстырсаңыз, ол механикалық беріктігі мен қатаңдығы бойынша басқа аналогтардан айтарлықтай жоғары. Басқа артықшылықтар қатарында, бұл пластмасса түрі 100 ºС температуралық жүктемеге төзе алады, ал кейбір ABS пластиктері 120 ºС дейін тұра алады. Қазіргі уақытта 3D - басып шығару үшін пайдаланылатын материалдардың кеңеюі дамып келеді, пластмассадан басқа материал ретінде арматураланатын толтырғыштар - көміртекті талшықтарды пйдалануда. Мұндай материалдар «композитті материалдар» деп аталады, олар дәстүрлі материалдардан ерекшеленеді. Композициялық материалдар - екі немесе одан да көп құрамдастардан құралған, құрамдас бөліктерден ерекшеленетін және айқын шекарамен бөлінген және алдын-ала жобаланған жаңа қасиеттері бар жасанды түрде жасалған материалдар.Композиттік материалдардағы металдар және олардың қорытпалары, органикалық және бейорганикалық полимерлер, керамика, көміртекті және басқа материалдар матрицалар ретінде пайдаланылуы мүмкін. Матрицаның қасиеттері композицияны алу процесінің технологиялық параметрлерін және оның операциялық қасиеттерін анықтайды: тығыздық, нақты беріктік, жұмыс температурасы, шаршау сыныға төзімділік және агрессивті медианың әсері. Арматуралық немесе күшейтетін компоненттер матрицада біркелкі бөлінеді. Олар, әдетте, жоғары беріктігі, икемділігі мен қаттылығы және осы көрсеткіштер бойынша басқа матиралдардан ерекшелінеді.

Негізгі бөлім

Қазіргі кезде көміртекті талшықтар мен термосфералық матрицаның негізіндегі композиттік материалдар авиация, зымыран және ғарыш технологиясында кеңінен қолданылады. Т-300 талшықтарынан және эпоксидтік матрицадан негізделген бір бағытты көміртекті пластмастардың негізгі қасиеттері 1-кестенің бірінші бағанында берілген [1].Бір жағынан он мыңдаған қарапайым талшықтан тұратын таспаларды сапалы сіңдіруді және қалыпты температурадан 160 ° С-қа дейін жоғары сапалы сіңдіруін қамтамасыз ететін эпоксидті байланыстырғыштар салыстырмалы төмен деформацияланады (кернеуі 5% -дан аспайды) матрицаның бұзылуының нәзік сипатын тудырады. Композиттік микроскоптың қабаттарындағы талшықтардың үстіне созылған кезде, талшықтарға параллель болады. Құрылымды дайындау мен пайдалану кезінде қалыпты соққылықтың пайда болуын болдырмау, сондай-ақ материалдың ішкі стратификациясын табу мүмкін болмағандықтан, құрылыстың жобаланған рұқсат етілген кернеулер деңгейін төмендету жүзеге асырылады.Нәтижесінде алюминий қорытпаларын композициялық материалдармен алмастыруға байланысты әуе кемесінің массасының әлеуетті азаюын қамтамасыз ету мүмкін емес [2].

1-кесте - Т-300 талшықтары негізінде бір бағытты пластикалық механикалық қасиеттері

Сипаттамасы	Эпоксидті	Полиамид	Эпоксидті және Полиамид
Талшықтардың көлемі,%	62	50	40
Тығыздығы, кг / м3	1580	1450	1290
Талшықтардың бойындағы серпімділік модулі, ГПа	130	110	89
Талшықтар, бойынша созылу кезінде беріктік МПа	1950	1600	750

Екі матрицалық композитті жасау байланыструдың екі кезеңін қамтиды. Бірінші кезеңде көміртекті талшық термопластиктің адгезиясы мен толық байланысуға арналған өзгертілген эпоксидті шайыр негізінде термосетпен байланыстырушы затпен сіңдіріледі. Екінші кезеңде пайда болатын микропластикалық композиттік талшық композитті талшықтарды қосуға арналған термопластикалық матрицамен қапталған[3].

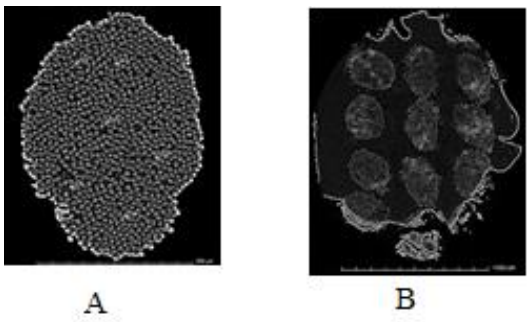
Алынған екі матрицалық композиттің келесі артықшылықтары бар:

– композитті талшықтар қатты термостатикалық матрицаға байланған және жоғары механикалық сипаттамаларға ие талшықтардың көлемдік құрамын жоғары (70% дейін);

– құрамдастырылған талшықтар, қарапайым көміртекті талшықтардан айырмашылығы, әрі қарай өңдеу кезінде зақымдалмайды және олардың бастапқы беріктігі жобада толық іске асырылады;

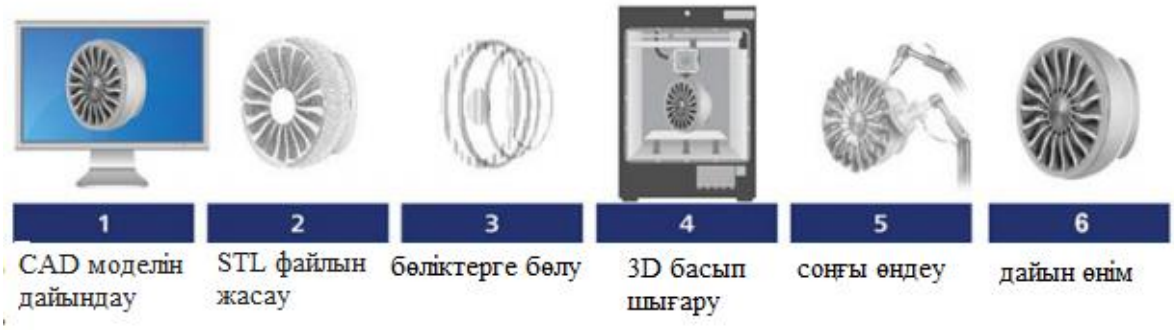
– композициялық талшықтар (1-сурет) диаметрі 0,1 мм-ден 1,0 мм-ге дейін (түп нұсқалық талшықтардағы қарапайым талшықтар санына байланысты).

Екі матрицалық композиттардың негізгі кемшілігі - бұл талшықтарының көлемінің төмен болуы. Екі сатылы сіңірілу кезінде, ол теориялық 50% -дан артық болмайды және 40% -дан аспайды, бұл талшықтардың бағытына жүктелген кезде материалдың серпімді модулін және созылу күшін азайтады[4]. Сонымен қатар, материалдың тығыздығы тиісінше төмендейді және оның ерекшеліктеріне сәйкес ол алюминий қорытпаларымен сәтті бәсекелесе алады.



Сурет - 1. А - Екі матрицалық композиттік материалдардың микроқұрылымы;
В - Композиттік талшықтың микроқұрылымы

Аддитивті өндірісте бастапқы әдістер стереолитография, лазерлі синтетика және материалдың біріктіруі, сондай-ақ материал қабытын құю бар [5]. Бұл технологияларды таңдау ең бірінші материал типіне және қасиеттеріне,бұйым типіне байланысты таңдалады.Аддитивті өндірістің жалпы схемасы төмендегі кескінде бейнеленген:



Сурет – 2. Аддитивті өндірістің жалпы схемасы

Ең көп таралған аддитивтік технологиялардың бірі қазіргі уақытта 3D басып шығару болып табылады [6].Дәстүрлі технологиямен салыстырғанда бірнеше артықшылықтар:

- шикізат материалдары өндіріс үшін қажетті мөлшерде пайдаланылады, оның экономикалық тиімділігі 85% дейін болуы мүмкін;
- егжей-тегжейлі дайындау ақаулары. Бұған қабат арқылы өнім қабатын құру жолымен қол жеткізіледі;
- конфигурацияның күрделі объектілерін жасау мүмкіндігі, сондай-ақ авиация, ғарыш және басқа салалардағы өнімдерді өндіруге жұмсалатын уақытты қысқарту;
- дайын өнімнің механикалық және физико-химиялық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік болады;
- қосымша есептеулермен сызуды қажет етпейді;
- уақытты және энегия шығындарын үнемдеу;
- жұмыс күшін азайту және өнімділік санын артуы.

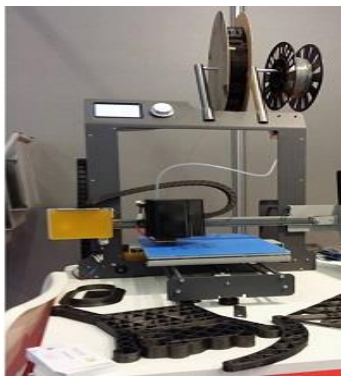
Композициялық материалдармен, атап айтқанда, көміртекті талшықпен басып шығаруға қабілетті 3D - принтердің кейбір техникалық сипаттамаларын қарастырайық:

– басып шығару технологиясы: қыздыру және балқыту өндірісі (FFF), баспа рұқсаты 100 мкм;
– шикізатты композиттік материалдарды дайындау (CFF), баспа рұқсаты 200 мкм;
– экструдер: екі рет жылдам өзгерт;
– бағдарламалық жасақтама: Cloud service;
– қолдау көрсетілетін файлдар: STL, OBJ [7].

Өнімді 3D принтерде басып шығару үшін, алдымен тиісті пішімді қолдайтын кез-келген 3D модельдеу бағдарламасында 3D үлгісін жасау керек. Содан кейін бұл 3D моделі 3D принтерге жүктеледі. Бұдан басқа, құрылғыға қажетті дайындық әрекеттері оны пайдалану құжаттарына сәйкес жүргізіледі және басталады

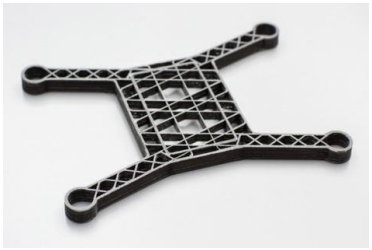
Композит технологияларындағы 3D баспаны пайдалану негізінен берілген траектория бойынша кеңістіктік арматура құрылымын алуға мүмкіндік береді. Дегенмен, осы әдісті практикалық іске асыру елеулі техникалық қиындықтармен байланысты. Қазіргі уақытта 3D басып шығарумен терморегулярлық композиттерді өндіру мүмкін емес, өйткені матрицалық полимерлеу үдерісі өте ұзақ уақыт қажет [8].

Екі матрицалық композиттің 3D басып шығару процесі төмендегі жабдықпен жүзеге асырылады.3D принтер құрамында талшықты және термопластиктің талшықтары жеткізілетін микрострудермен жабдықталған. Композициялық талшық құрастыруға арналған, ол негізінен минималды сіңдіру машинасы болып табылады, құрғақ бұрағышқа беріліп, термосетпен байланыстырушы затпен сіңдірілген, полимерленген және катушкаға оралған. Дайындалған композиттік талшық 3D-принтердің экструдеріне беріліп [9], балқытылған термопластикамен жабылады және материалдың құрылысын және құрылымдалған элементтің пішінін анықтайтын бағдарламаға сәйкес салынады. Эксперименттік 3D принтер баспа аумағы 500х400 мм өлшемді .



Сурет – 3.Эксперименталдық 3D-принтер

3D-басып шығару әдісімен алынған екі матрицалық көміртекті талшықтың механикалық сипаттамалары 1-кестеде келтірілген. Термопластикалық матрица ретінде 1100 кг/м3 тығыздығы және 250 ° С балқыту нүктесі бар полиамид пайдаланылған. Кестеде келтірілгендей, алынған материалдағы талшықтардың көлемдік мөлшері 40% деңгейінде, бұл термосфералық матрицамен дәстүрлі көміртекті талшық пластиктен 35% төмен. Алынған материалдың тығыздығы дәстүрлі композиттен 18% төмен) [10]. Осыған байланысты, дамыған технология бастапқыда әдеттегі әдістермен дайындалған композиттермен бәсекелесе алады.Негізгі міндет - қолданыстағы автоматтандырылған әдістермен өндірілмейтін құрылымдарды өндіруге мүмкіндік беретін технологияны жасау.



Сурет – 4. 3D-басып шығарумен жасалынған тор композиттік құрылымының элементі.

Қорытынды

Аддитивті технология жылдам дамып,өнім шығарудағы технологияларда жаңалануда демек, жыл сайын өнімділіктің дәлдігі мен сапасы арта түсетінін білдіреді.3 Д-принтерінде күрделі өндірілетін композиттік маретиалдарды өңдеу көптеген өндіріс саласының қарқынды дамуына мүмкіндік беруде, соның ішінде машинажасау,ауыл шаруашылығынды, медицинада,ракета жабдықтарында.Бұл техногоияның кең қолданыста болу,ғылымның өсуі үшін көптеген мәселелерді шешу керек және тиісті шешімдер қабылдау қажет. Қазіргі уақытта 3Д-басу технологиясының мәселелері: полимерлі материалдардың жоғары құны, жылдам басып шығарудың төмен дәлдігі,кейбір жағдайларда, кейінгі беттік өңдеуге деген қажеттілік.

Әдебиеттер:

[1] Фиговский О.Л. Инновационный инжиниринг – путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий // Инженерный вестник дона. 2014. №1. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321

[2] Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. №2 (14). 2015. С. 23-27

[3] Григорьев С.Н., Смуров И.Ю. Перспективы развития инновационного аддитивного производства в России и за рубежом //Инновации. 2013. Т. 10. С. 2-8.

[4] Каблов Е.Н. Аддитивные технологии - доминанта национальной технологической инициативы // Интеллект и технологии. 2015. № 2 (11). С. 52-55.

[5] Портал Printrev.ru [Электронный ресурс]. URL: http://printrev.ru/news/2014/02/17/3d-printermarkforged-mark-one.html (дата обращения: 04.04.2016).

[6] Участник ассоциации представителей отрасли аддитивных технологий [Электронный ресурс]. URL:.http://3dtoday.ru/industry/obzor-raskhodnykh-materialov-dlya-3d-printerov.html (дата обращения: 02.04.2016).

[7] Пермяков М. Б., Веселов А. В., Токарев А. А., Пермякова А. М. Исследование технологии погружения забивных свай различных конструкций // Архитектура. Строительство. Образование, 2015. № 1 (5). С. 12-17.

[8] Аддитивные технологии: возможности и перспективы 3D-печати // Управление производством. – 2017. – №2. – С. 38–44.

[9] Портал Printrev.ru [Электронный ресурс]. URL:http://printrev.ru/news/2014/02/17/3d-printermarkforged-mark-one.html (дата обращения: 04.04.2016).

[10] Соснин О. М. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2007. 240 с. 2.

Б.С.Арымбеков, Е.П.Орлова, У.Б.Кериберди

Использование аддитивных технологий в производстве изделий композитивных материалов

Аннотация. В настоящее время использование современных технологий является основой каждой отрасли производства продукции. Каждая компания мира используют бюджетные, качественные и надежные методы и материалы для повышения качества производимых продуктов. Одной из высокоэффективных современных технологий используемая для получения качественных продукции является аддитивная технология. В данной статье рассмотрены 3D-технологий и 3D-принтера, которые работают используя данную технологию. Описаны свойства, преимущества и недостатки используемых в производстве композитивных материалов.

Ключевые слова: Техника, 3D-технология, 3D-принтер, композитивный материал, матрица, пластик, углевод, аддитивные технологий.

B.S.Arymbekov, E.P.Orlova, U.B.Kerimberdi

Use of additive technologies in the production of compositive materials

Abstract. Currently, the use of modern technology is the foundation of every industry. Every company in the world uses low-cost, high-quality and reliable methods and materials to improve the quality of its products. One of the highly efficient technologies used to produce high-quality products is additive technology. This article discusses 3D

technologies and 3D printers that work using this technology. The properties, advantages and disadvantages of composite materials used in the production are described.
Key words: Appliances, 3D technology, 3D printer, composite material, matrix, plastic, carbohydrate, additive technologies.

УДК: 669.391.52: 621.391: 62.376.9

Х.А. Ахмедов
Научный руководитель – Б.С. Арымбеков, ассоциированный профессор, заведующий кафедры. Сатпаев Университет, Казахстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева, Казахстан, г. Алматы
khamid-96@mail.ru

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТИТАНОВОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА ПО ПРОЦЕССУ HDH

Аннотация. *Лабораторные испытания были проведены в Mintek для производства порошка титана из частиц губки Кролла с помощью процесса гидрирования-дегидрирования (HDH). Целью данной работы было получение порошка титана для порошковых металлургических уплотнений. Работа включала производство порошка титана в оптимизированных условиях, которые включали гидрирование в горизонтальной трубчатой печи при 600 °C в течение 2 часов, измельчение с использованием планетарных и роликовых мельниц и дегидрирование в вакуумированной реторте, установленной в муфельной печи, работающей при 700 °C в течение 36 часов. Полученный порошок титана соответствовал элементным характеристикам имеющегося в продаже порошка титана, за исключением высокого содержания углерода. Тем не менее, порошок был дополнительно испытан при механическом легировании и признан пригодным для производства порошковых металлургических прессовок.*
Ключевые слова: *Порошковая металлургия, титановые компоненты, процесс HDH, шаровое фрезерование.*

В современном мире титан играют очень важную роль, его используют во многих отраслях таких, как: медицина, аэрокосмическая и оборонная промышленности, металлургии и так далее. В настоящее время большая часть титана производится в промышленных масштабах в виде губки путем восстановления тетрахлорида титана магнием в процессе, известном как процесс Кролла, названный в честь Уильяма Кролла, который изобрел процесс в 1946 году [1,2]. Процессы с почти чистой сеткой, такие как литье и порошковая металлургия, являются наиболее распространенными процессами, используемыми для подготовки металлического титан. Однако подготовка титана такими способами к состоянию, в котором его можно использовать в промышленности, достаточно трудоёмкий и дорогостоящий процессы. По этой причине альтернативные процессы получения титановой губки, такие как порошковая металлургия, являются предметом интенсивных исследований. Этим вопросом и занялись специалисты в компании Mintek.

Процессы, используемые для приготовления чистого титанового порошка для смешанного элементного подхода, включают химическое восстановление (восстановление TiO_2 с помощью Mg), распыление газа, механическое легирование, вращающийся в плазме электрод (PREP) и гидрирование - дегидрирование (HDH). Среди этих процессов наиболее распространены распыление газа, PREP и HDH [1]. Порошок, полученный в результате распыления газом, имеет сферическую форму и имеет диапазон распределения частиц по размерам (PSD) от 50 до 300 мкм, который является глобально конкурентоспособным1. Однако настройка процесса является относительно сложной. С другой стороны, порошок,

полученный способом PREP, является сферическим и имеет диапазон PSD от 100 до 300 мкм. Этот порошок обладает хорошими текучими и упаковочными свойствами и, таким образом, идеально подходит для получения высококачественных сетчатых форм [3,4]. Тем не менее, это относительно дорого [5,6].

Проект, о котором пойдет речь, следовал процессу HDH. Основная цель этой работы состояла в том, чтобы произвести порошок титана для порошковой металлургической консолидации, чтобы сделать компоненты титана смешанным элементным подходом. С титаном, как и с другими элементами IV группы, возможно введение большого количества водорода при повышенных температурах. Водород реагирует с титаном с образованием гидрида титана (TiH_2), который является хрупким и легко размалывается. В составе TiH_2 доля водорода варьируется от 3,5% до 4,5% по массе [1,7,8,9].

Для измельчения хрупкого TiH_2 используют такие методы, как шаровое фрезерование, струйное фрезерование и мокрое фрезерование. Следуя последним исследованиям, можно сказать, что наиболее подходящим является измельчение в сухом шаре с использованием аргоновой газовой подушки. В этой конфигурации просто и эффективно эксплуатировать мельницу, что позволяет легко изменять условия испытаний, что приводит к большой гибкости порошковых продуктов. Кроме того, шаровые мельницы имеют тенденцию производить измельченный продукт с большим изменением размера частиц [10].

После определения размера TiH_2 промежуточный водород затем удаляют с использованием вакуумной термообработки (вакуум используется для исключения реакции титана с кислородом и азотом) с получением металлического порошка титана [1,9]. По сравнению с другими методами производства порошка, процесс HDH может привести к более высоким уровням загрязнения и делает конечный порошок менее подходящим для использования в критических аэрокосмических применениях [1]. Однако легкость, с которой осуществляется настройка процесса, делает его особенно подходящим для подготовки порошков для текущей работы. Кроме того, измельчение губки с помощью процесса HDH дает гораздо большую гибкость в отношении манипулирования PSD порошка, что является важным фактором при последующей порошковой металлургической консолидации [1, 7, 8, 9].

И гидрид титана, и металлический титан в виде мелкого порошка очень взрывоопасны. Важно избегать любых условий, которые приводят к задержке частиц в воздухе. Следует также принять меры предосторожности для предотвращения накопления статического электричества или возникновения искр. Обязательно ввести инертную атмосферу аргона, где вероятно возникновение пылевых облаков. Азот нельзя использовать, потому что он реагирует с титаном с образованием нитрида титана [11]. Исследование опасности и работоспособности (HAZOP) также проводилось для выявления и оценки других потенциальных рисков для персонала и окружающей среды, связанных с предполагаемой схемой расположения экспериментального оборудования. Результаты этого исследования показали, что перемолотый TiH_2 и металлический титан следует обрабатывать в перчаточном ящике с аргоном, когда это возможно, чтобы реагировать на риски безопасности, связанные с мелким порошком гидрида титана и металлического титана. Содержание кислорода в перчаточном ящике должно поддерживаться на уровне ниже 5%, чтобы исключить потенциальную опасность. Морфологический и фазовый химический состав различных образцов титана определяли с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM) Joel 840 и рентгеновской порошковой рентгенографии (XRD) Siemens D500 соответственно. PSD-анализ размолотой гидрированной титановой губки проводился с использованием Malvern Mastersizer® 2000.

Отдельные массы 15 г титановой губки взвешивали в соответствующих сосудах для образцов и помещали в центр кварцевого трубчатого реактора диаметром 25 мм в горизонтальной трубчатой печи. Два образца были обработаны в каждом прогоне, получая общую массу 30 г за прогон. 75-мм алюминиевый трубчатый реактор высокой чистоты также использовали, где количество 150 г титанового губчатого материала было помещено

непосредственно в реактор. Вход в кварцевую или глиноземную трубку был соединен с регулятором массового расхода, который использовался для контроля количества газа (аргона и водорода), проходящего через реакционную трубку. Выход из реактора был соединен с греющим органическим маслом (барботер), чтобы гарантировать герметичность системы и то, что небольшой избыток водорода не был выпущен непосредственно в атмосферу. Трубку реактора продували аргоном в течение начального периода нагревания перед продувкой водородом. В конце установленного периода гидрирования систему охлаждали до комнатной температуры в атмосфере аргона. Гидрогенизированный образец извлекали из трубчатой печи, взвешивали и регистрировали массу. Запечатанный фрезерный кувшин был помещен в планетарную мельницу. Процесс включает измельчение 50 г частиц TiH_2 в мельнице, работающей с оптимальной скоростью и заполненной стальными шариками размером 100×10 мм. Для оптимизации условий измельчения время измельчения варьировалось от 5 до 30 минут, а скорость вращения мельницы варьировалась от 300 до 500 об/мин. Установленные оптимальные условия работы планетарной мельницы включают измельчение 50 г частиц TiH_2 со стальными шариками 100x10 мм, работающих при 500 об/мин в течение 10 минут (обратное вращение включено - останавливается через первые 5 минут в течение минуты и меняет направление вращения за последние 5 минут). Оптимальное соотношение шарика к порошку составило 8,34. Вальцовая (барабанная) шаровая мельница, разработанная и изготовленная компанией Mintek, также использовалась для фрезерования TiH_2. В этом эксперименте банку с валковой мельницей, содержащую 540×10 мм и 60×20 мм закаленные стальные шарики и заполненную 500 г TiH_2, продували аргоном в течение примерно 15 минут для удаления следов кислорода перед процессом измельчения. Мельница работала с оптимальной скоростью 71 об/мин (критическая скорость 75%) в различные периоды времени. Установленные оптимальные условия для этого крупномасштабного помола включали размол 500 г TiH_2 с шариками из закаленной стали 540×10 мм и 60×20 мм, работающими при 71 об/мин (критическая скорость 75%) в течение 10 минут. Оптимальное соотношение шарика к порошку составило 8,49.

Порошки TiH_2 после измельчения на планетарных и роликовых мельницах дегидрировали для получения соответствующих конечных порошков титана. Фрезерный кувшин планетарной мельницы был извлечен и выгружен в контейнер для образцов в перчаточном ящике, продуваемом аргоном для обеспечения уровня кислорода в окружающей среде ниже 5%. В этом процессе банку открывали и порошок осторожно (избегая образования искр) переносили в помеченный контейнер для образцов, используя антистатические щетки. Образец подавался из контейнера в реторту вне перчаточного ящика (поскольку реторта не могла поместиться в перчаточный ящик). Затем реторта была запечатана для обеспечения минимального воздействия атмосферного кислорода. Герметичная реторта, соединенная с вакуумной насосной системой, помещалась в муфельную печь. В случае валковой мельницы порошок был непосредственно перенесен в реторту. Компоновка позволяет измельчать материал в атмосфере защитного аргона с последующим перемещением между мельницей и ретортой HDH при полной герметизации в аргоне. Как и в случае планетарной мельницы, герметичная реторта была помещена в муфельную печь.

Для оптимизации параметров дегидрирования TiH_2 время пребывания при заданных температурах печи варьировалось от 1 до 36 часов. Установленные оптимальные условия для процесса дегидрирования включают нагревание образца в муфельной печи при 700 ° C в вакууме (ниже 800 Па) в течение 36 часов. В конце установленного периода дегидрирования систему охлаждали до комнатной температуры в вакууме. Затем порошок чистого титана осторожно удаляли из реторты и взвешивали. Затем он был сохранен в перчаточном ящике. Соответствующие вспомогательные образцы порошков планетарной и роликовой мельницы были проанализированы с помощью XRD и SEM для оценки качества конечных порошков.

Литературы:

1. TZMI & EHK Technologies 2007

2. Imam M.A., Froes F.H. (2010) Low Cost Titanium and Developing Applications. JOM, 62 (5). стр 17 – 21

3. Moxson V.S., Senkov O.N., Froes F.H. (2000) Innovations in Titanium Powder Processing. JOM 52 (5). стр 24 – 26

4. Crowley G. (2003) Low cost titanium. Advanced materials and processes. стр 25 – 27

5. Segall A.E., Papyrin A.N., Conway J.C. jr., Shapiro D. (1998) A Cold-Gas Spray Coating Process for Enhancing Titanium. JOM, 50. стр 52 – 54

6. Roskill 2007

7. Bobet J., Even C., Quenisset J. (2003) On the Production of Ultra-Fine Titanium Hydride Powder at Room Temperature. Journal of Alloys and Compounds, 348. стр 247 – 251

8. Wonsik L., Jinman J., Sehyun K. (2008) Manufacturing Method for Titanium hydride powders. World intellectual Property Organisation, Patent number WO 2008/030029 A1. стр 1 – 8

9. Eiichi F., Satoshi S. (2001) Titanium-Base Powders and Process for Production of the Same. US Patent 6168644. стр 1 – 8.

Х.А. Ахмедов, Б.С. Арымбеков

HD процесс бойынша титан металл ұнтағын дайындау

Аңдатпа. Зертханалық сынақтар гидрирлеу-дегидрлеу (HDH) процесінің көмегімен Кроллдың губкасының бөлшектерінен титан ұнтағын өндіру үшін Mintek-де жүргізілді. Бұл жұмыстың мақсаты ұнтақты металлургиялық тығыздағыштар үшін титан ұнтағын алу болды. Жұмыс оңтайландырылған жағдайларда титан ұнтағын өндіруді қамтыды, ол 2 сағат ішінде 600 °С көлденең түтікті пеште гидрирлеуді, планетарлық және роликті диірмендерді пайдалана отырып ұсақтауды және 36 сағат ішінде 700 °С жұмыс істейтін муфельді пеште орнатылған вакуумдалған ретортта дегидрлеуді қамтыды. Алынған титан ұнтағы көміртегінің жоғары мөлшерін қоспағанда, сатылымдағы титан ұнтағының элементтік сипаттамаларына сәйкес келді. Дегенмен, ұнтақ механикалық легирлеу кезінде қосымша сыналды және ұнтақты металлургиялық престеу өндірісі үшін жарамды деп танылды.

Түйін сөздер: Ұнтақты металлургия, титан компоненттері, HDH процесі, шарлы фрезерлеу.

K.A. Akmedov, B.S. Arymbekov

Production of titanium metal powder by the hdh process

Abstract. Laboratory scale tests were conducted at Mintek for the production of titanium powder from particulate Kroll sponge by the hydrogenation-dehydrogenation (HDH) process. The aim of this work was to produce titanium powder for powder metallurgical consolidations. The work involved the production of titanium powder at optimised conditions, which included hydrogenation in a horizontal tube furnace at 600°C for 2 hours, milling using planetary and roller mills, and dehydrogenation in a vacuumed retort fitted in a muffle furnace running at 700°C for 36 hours. The produced titanium powder matched the elemental specifications of commercially available titanium powder, except for high carbon content. Nevertheless, the powder has been tested further in mechanical alloying and has been found suitable for the production of powder metallurgical compacts.

Keywords: Powder metallurgy, titanium components, HDH process, ball milling

УДК: 621.548.3(574)

Х.А. Ахмедов

Научный руководитель – О.А. Сушкова, кандидат технических наук, сеньор-лектор
Сатпаев Университет, Казахстан, г. Алматы. Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева, Казахстан, г. Алматы
khamid-96@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВАЛОВ МЕТОДОМ ОБКАТЫВАНИЯ

Аннотация. *Проблема повышения сопротивления изнашиванию становится все более актуальной, в связи с интенсификацией работы оборудования. Повышение срока эксплуатации деталей возможно за счет улучшения характеристик шероховатости*

поверхностного слоя с помощью поверхностного пластического деформирования (ППД). Поверхностное пластическое деформирование является одним из самых эффективных видов упрочнения материала. Целью данной статьи является рассмотрение одного из самых эффективных методов ППД, то есть обкатывания. Обработка обкатыванием заключается в пластической деформации поверхностного слоя детали гладким полированным роликом или шариком высокой твердости. При этом в результате смятия неровностей, оставшихся от предшествующей обработки, создается новый профиль поверхности с уменьшенной высотой микронеровностей.

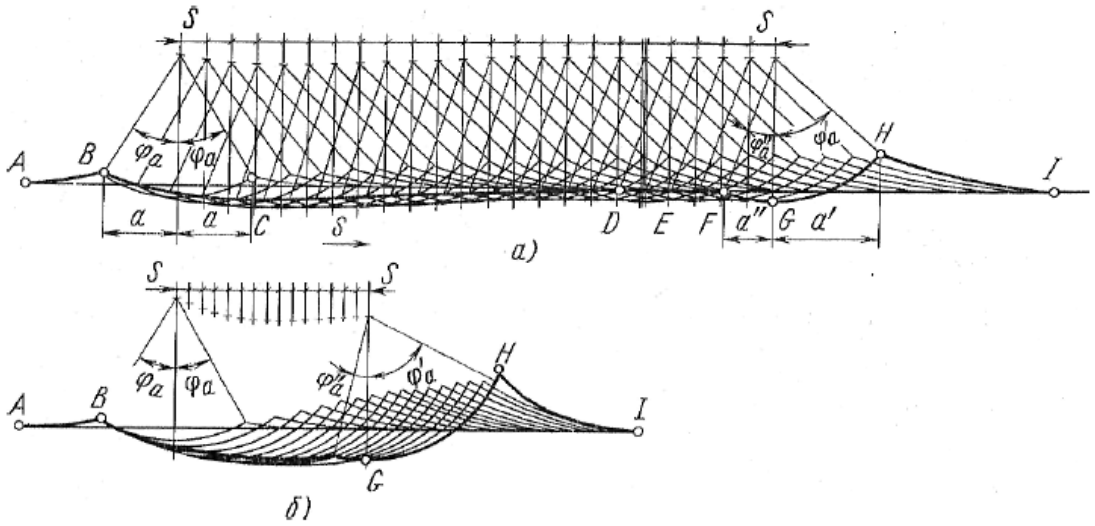
Ключевые слова: *обкатывание, пластическая деформация, прочность.*

В современном обществе вопрос об упрочнении деталей, в том числе и валов, все еще актуален. Таким образом, количество методов повышения прочности деталей возрастает регулярно. К одному из таких методов можно отнести поверхностное пластическое деформирование (ППД), к которому относятся: выглаживание, галтовка, дорнование, чеканка, накатывание, обработка дробью и механической щеткой.

Рассмотрим процесс накатывания, а точнее его частный случай – обкатывание. Под обкатыванием принято понимать такой вид механической обработки, при котором происходит упрочнение материала, повышение его износостойкости и достижение 8-10 квалитетов точности поверхности деталей [1]. Отличие чистовой обработки обкатыванием от различных способов обработки резанием состоит в том, что поверхностный слой металла пластически деформируется, но не разрушается и не удаляется. Пластическая деформация сопровождается наклепом металла, следовательно, повышением твердости поверхностного слоя и возникновением в нем сжимающих остаточных напряжений. Кроме уменьшения шероховатости поверхности обкатыванием, во многих случаях улучшаются эксплуатационные свойства деталей машин.

Сравнение различных способов чистовой обработки по производительности в большинстве случаев оказывается в пользу применения обкатывания, особенно в тяжелом машиностроении с индивидуальным и мелкосерийным характером производства при использовании универсального металлорежущего оборудования. Характерное для тяжелого машиностроения завершение чистовых операций на токарных, карусельных, строгальных, расточных станках, связанное с ограниченным распространением шлифовальных станков, пригодных для обработки особо крупных деталей, открывает широкие возможности для использования обкатывания.

Само обкатывание принято проводить либо шариком, либо роликом. Отпечаток ролика вовремя обкатывания превращается в пластически деформированную канавку, которая при обработке цилиндрических поверхностей с подачей представляет собой винтовую линию. Поскольку ширина этой канавки во много раз превышает подачу, то при втором и последующих оборотах детали ролик выходит на уже деформированную поверхность детали, несколько расширяя и углубляя канавку [2]. После некоторого числа оборотов процесс стабилизируется. Ролик соприкасается с каждой точкой поверхности 2a/S раз, где 2a – ширина канавки ($2a= l_н$); S - подача. Первоначальная канавка соответствует участку BC (рисунок 1), AB - участок деформированной поверхности за роликом; φ_a - угол вдавливания ролика [3].



а – при нормальном процессе, б – при нестабильном процессе

Рисунок 1 – Схема последовательного деформирования обрабатываемой поверхности при обкатывании роликом с продольной подачей S [5]

Перед роликом образуется волна деформированного металла, а расширение контактной канавки приводит к возрастанию сопротивления выдавливанию, что обусловливает постепенный отжим ролика на участке CD до тех пор, пока уровень обкатанной поверхности не поднимется до исходного (без учета изменения уровня за счет формирования микронеровностей). На участке DEF процесс стабилизирован и протекает в равновесных условиях. Волна металла перед роликом GHI намного больше волны AB за ним. На всем участке обкатывания до его стабилизации в точке D изменяются углы вдавливания ролика [4, 5]. В первоначальном положении передний и задний углы вдавливания равны, далее, по мере подачи и углубления ролика, передний угол вдавливания φ_a увеличивается вплоть до стабилизации процесса, а задний угол φ_a' изменяется незначительно. Процесс поверхностного деформирования зависит от силы обкатывания, размеров и профиля ролика и размеров обрабатываемой поверхности [1]. При некоторых сочетаниях указанных факторов стабилизация процесса может и не наступить. Например, на рисунке 1, б показано, как интенсивный рост волны металла перед роликом продолжается до тех пор, пока гребень волны не начнет разрушаться в точке H, или пока ролик не «перескочит» через гребень волны. Участок поверхности BD ниже остальной обкатанной поверхности, в некоторых случаях это может оказать существенное влияние на размер обрабатываемой детали. Разрушение поверхностного слоя может происходить не только при силе, превосходящей критическую величину, но и при небольшой нагрузке, если N слишком велико. В этом случае разрушение поверхности носит периодический характер. Допустимая величина N зависит от марки обрабатываемого материала. Для достижения величины шероховатости Ra = 0,16 мкм при обработке незакаленной стали необходимо, чтобы соблюдалось условие 20<N <200, для чугуна 35<N <60. Обработку чувствительных к перенаклёпу материалов, например, чугунов и алюминиевых сплавов, целесообразно производить при минимальных силах, увеличивая при необходимости в допустимых пределах число N. В зоне I происходит преимущественно уменьшение шероховатости, в зоне II - преимущественно упрочнение поверхностного слоя, в зоне III – разупрочнение [6].

Практически допустимая величина угла составляет $\varphi_a = 2°30'$. Площадка неподвижного контакта ролика с деталью в общем случае имеет форму эллипса с соотношением осей, зависящим от геометрических размеров детали D_σ и ролика D_p. Как показали многочисленные замеры отпечатков роликов, полученных в различных условиях, отношение σ_o/a_o определенное по формулам решения контактной задачи теории упругости,

незначительно отличается от этого отношения и при пластической деформации, несмотря на то, что абсолютные размеры осей отпечатка, как правило, намного больше и определяются не упругими характеристиками, а твердостью обрабатываемого материала.

Величина рабочего усилия обкатывания может быть определена из уравнения Мейера, связывающего силу вдавливания шарика $P_ш$ с диаметром отпечатка при измерении твердости [5]:

$$P_ш = md_ш^n = mD_ш^n \sin^n \varphi,$$

где m - зависит от диаметра шарика $D_ш$ и свойств обрабатываемого материала;

n - зависит от способности материала к наклепу;

$d_ш$ - диаметр отпечатка;

φ - угол вдавливания шарика.

При изменении диаметра шарика, но при сохранении геометрического подобия отпечатков величина усилия изменяется пропорционально площади отпечатка $F_ш$. В общем случае контакта ролика и детали, при эллиптической форме отпечатка, условие подобия заменено равенством среднего угла вдавливания [5]:

$$\frac{\varphi_a+\varphi_b}{2} = \varphi,$$

где φ_a - угол вдавливания ролика в осевом сечении;

φ_b - угол вдавливания ролика в радиальном сечении.

При этом с учетом уравнения Мейера усилие вдавливания ролика P_1 создающее отпечаток с площадью F, будет равно [3,5]:

$$P_1 = P_ш \frac{F}{F_ш} = 4mD_ш^{n-2} \sin^{n-2} \varphi \frac{b_o}{a_o} r^2.$$

Величина постоянных m и n определяется опытным путем. Для большинства конструкционных сталей среднее значение показателя n может быть принято равным 2,3.

На поверхности обрабатываемой детали получается отпечаток ролика, соответствующий принятому условию $\varphi_a = 2°30'$. Размер его в направлении оси детали [5]:

$$2a = 2r \sin \varphi_a = 0{,}087r.$$

Этот размер характеризует не только неподвижный контакт ролика с деталью, но может быть принят, с малой погрешностью, и за ширину кольцевого следа, который образуется на поверхности детали при ее вращении.

При включении подачи суппорта след ролика приобретает винтовую форму, и на поверхности детали, в зависимости от величины подачи, создается определенный профиль микронеровностей. Высота микронеровностей при этом: $R_z = r - \frac{\sqrt{4r^2-s^2}}{2}$.

Полагая R_z равным предельной высоте микронеровностей требуемого класса шероховатости, можно рассчитать величину допустимой подачи [5]:

$$S_{расч} = 2\sqrt{2rR'_z - (R''_z)^2} \approx 2{,}82\sqrt{rR''_z}.$$

Все сказанное относительно точности обкатывания справедливо при обработке жестких деталей, когда деформация под действием применяемых рабочих усилий локализуется в тонком поверхностном слое металла. При обкатывании валов с большим отношением длины к диаметру, тонкостенных цилиндров и других, необходимо считаться с возможностью искажения их формы и соответственно снижать величину усилия или принимать меры для

увеличения жесткости деталей. Надо также учитывать возможность возрастания деформации под роликом вблизи торцов, выточек и т. п. Эти особенности приходится учитывать при разработке технологии обкатывания конкретных деталей.

Литературы:

1. Шнейдер Ю.Г. Чистовая обработка металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1963. – 272 с.

2. Папшев Д.Д. Упрочнение деталей обкаткой шариками. – М.: Машиностроение, 1968. – 132 с.

3. Бабей Ю.И., Бутаков Б.И., Сысоев В.Г. Поверхностное упрочнение металлов. – К.: Наукова думка, 1995. – 256 с.

4. Школьник Л.М., Шахов В.И. Технология и приспособления для упрочнения и отделки деталей накатыванием. – М.: Машиностроение, 1964. – 184 с.

5. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1975. – 160 с.

6. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.

Х.А. Ахмедов, О.А. Сушкова

Біліктерді домалату әдісімен пайдалану мерзімін арттыру

Аңдатпа. Жабдық жұмысының қарқындауына байланысты, тозуға қарсы кедергіні арттыру мәселесі өзекті болып отыр. Бөлшектерді пайдалану мерзімін көтеру үстіңгі қабаттың кедір-бұдырлығының сипаттамаларын үстіңгі пластикалық деформациялаудың (ППД) көмегімен жақсарту есебінен мүмкін болады. Беттік пластикалық деформация (ППД) материалды нығайтудың ең тиімді түрлерінің бірі болып табылады. Осы баптың мақсаты ППД ең тиімді әдістерінің бірін қарау, яғни сынауды қарастыру болып табылады. Домалату арқылы өңдеу бөлшектің үстіңгі қабатының пластикалық деформациясы жоғары қаттылығы тегіс жылтыратылған роликпен. Бұл ретте алдыңғы өңдеуден қалған бүртіктердің шайылуы нәтижесінде микронеровкалардың биіктігі азайтылған беттің жаңа профилі жасалады.

Түйін сөздер: домалату, деформация, беріктігі.

K.A. Akhmedov, O.A. Sushkova

Increasing the life of the shaft by rolling

Abstract. The problem of increasing wear resistance is becoming increasingly urgent due to the intensification of equipment operation. Increasing the life of parts is possible by improving the roughness of the surface layer using surface plastic deformation (PPD). Surface plastic deformation (PPD) is one of the most effective types of material hardening. The purpose of this article is to consider one of the most effective methods of PPD that is, running in. Rolling treatment is the plastic deformation of the surface layer of the part with a smooth polished high hardness roller. At the same time, because of crushing the irregularities left over from the previous treatment, a new surface profile is created with a reduced height of asperities.

Key words: rolling, deformation, strength.

УДК. 004.356.2: 004.925.84:679

Б.Б. Базарбай

Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева. Казахстан, г. Алматы

bauyrzhan_4@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ 3D ПЕЧАТИ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫМИ МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Аннотация. *Целью данной работы является изучение возможности получения «зеленых» деталей методом FDM из готовых полимер-металлических композиций,*

применяемых в MIM технологиях. Результатом работы должны стать научные основы технологии, сочетающие в себе достоинства MIM и технологические возможности FDM. Основной задачей работы стало выявление влияния технологический параметров 3D печати высоконаполненными полимерами на качество (наличие дефектности) получаемых деталей.

В процессе исследования проводились изучение свойств исходного материала, отработка режимов получения филамента и 3D печати изделий методом FDM. По результатам получения образцов исследовались влияния основных режимов 3D печати на образование дефектов в готовом образце.

В результате исследования в этой работе нами были проведены эксперименты, направленные на изучения возможности использования сырьевых материалов традиционных MIM технологий в аддитивном производстве изделий методом FDM. В данной работе показано возможность 3D печати деталей сложной формы и внутренней структуры методом FDM из высоконаполненных полимеров порошками металлов с использованием стандартных 3D принтеров. Подобраны режимы аддитивного получения изделий из высоконаполненных полимеров, с целью управления качеством получаемой детали.

Полученные образцы могут быть далее обработаны с использованием традиционных технологий (выжигание связки, спекание) для получения готовых металлических изделий.

Ключевые слова: *3Д печать, аддитивные технологии, MIM- инжекционный метод литья металла, FDM моделирование методом послойного наплавления, термогравиметрический анализ, филамент, фидсток Catamold 316L,*

Объект исследования: Фидсток Catamold 316L, установка для FDM печати.

FDM освобождает от традиционных конструкторских и производственных ограничений, поскольку строит модель послойно снизу-вверх. Сегодня технология FDM используется конструкторами и инженерами практически в любой отрасли промышленности. Студенты и школьники используют FDM прямо в своих аудиториях и классах.

1. Материалы и методы исследования

В качестве материала исследования выбран фидсток Catamold 316L в виде гранулы, полученный методом инжекционного формования из фидстока 316L.

Фидсток Catamold 316L

Catamold 316L- готовые для производства спеченных компонентов в аустенитно нержавеющей стали типа 316L с использованием системы BASF. Гарантируемый состав Catamold 316L после спекания показан на таблице 1.

Таблица 1. Состав после спекания [1]

C %	Cr %	Ni %	Mn %	Mo %	Si %	Fe %
≤ 0.03	16 – 18	10 – 14	≤ 2	2 – 3	≤ 1	Остальной

Фидсток «Catamold 316L» предназначен для формования на стандартных машинах для литья под давлением для термопластичных полимеров. Каталитическое отталкивание в соответствии с системой BASF. Спекание в чистом водороде или в вакууме.

На таблице 2 показаны характеристические свойства спеченных деталей: [1].

Таблица 2. Характеристические свойства спеченных деталей

Плотность	≥ 7.9 г / см^3 (класс А ≥ 7,75 г / см^3)
Предел прочности при растяжении	≥ 510 Мпа
Удлинение	A10 ≥ 50%
Твердость	120 HV10

Изделие из фидстока 316L применяются как компоненты с высокой коррозионной стойкостью. Часы, декоративные детали, медицинское оборудование, запчасти для пищевой и химической промышленности.

Типичная микроструктура после спекания показана на рисунке 1.

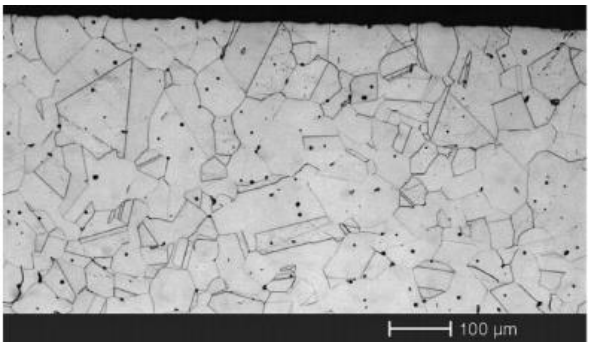


Рисунок 1 - Типичная микроструктура после спекания

Исследователи изучили связующие вещества для вливания металлов, основанные исключительно на полимерах.

Изготовление филамента

Изготовление филамента состоит из трех этапов. На первом этапе изготовили филамент. На втором этапе, провели охлаждение филамента, и на третьей этапе, сделали наматывание нити. В этом процессе, из гранулы Catamold 316L изготовлен филамент диаметром 1.75 мм для 3D принтеров.

В установке установлена сопло с диаметром 2,85 мм. Перед началом экструдирования процесс нагрева установки происходил в течение 15 минут.

Catamold 316L материала температуры плавления 190℃ введен через терморегулятор, перед началом экструдирования, устройство нагревается в течение 15 минут для входа в режим.

При достижений температуры загружают гранулы 316L Catamold в бункер, затем запускают само устройство. Это активирует подающий шнек и начинает транспортировку материала вперед, и охлаждает филамент который выходит из сопла.

Когда материал Catamold 316L обрабатывается и достигает нитиевого состояния, вентилятор охлаждающего вентилятора достигает скорости до 70 м/с. Если скорость вентилятора более 70 м / с, филамент сразу замерзает и сохраняет свой диаметр, этот процесс не позволяет изменить диаметр.

Следующий процесс, наматывание нити. Это процесс проводился на приборе Filabot Spooler, который представляет из себя настольную систему наматывания нитей. Устройство принимает экструдированную нить из экструдеров, таких как Filabot EX2, и наматывает нить.

Рисунок 1.2. Филамент из Catamold 316L

Теперь, когда нить находится между экструдером, буфером, нужно будет точно настроить оборудование для достижения желаемого диаметра. Несмотря на то, что эти регулировки находятся как на экструдере, так и на буфере, первичная регулировка выполняется с помощью ручки DRIVER. Дополнительную настройку допуска можно выполнить, настроив температуру экструзии. Измерение диаметра сделали с помощью микрометра через 30-60 секунд после настройки. Периодически проверяя диаметр.

2. Результаты и их обсуждение

2.1. Исследование материалов ТГА

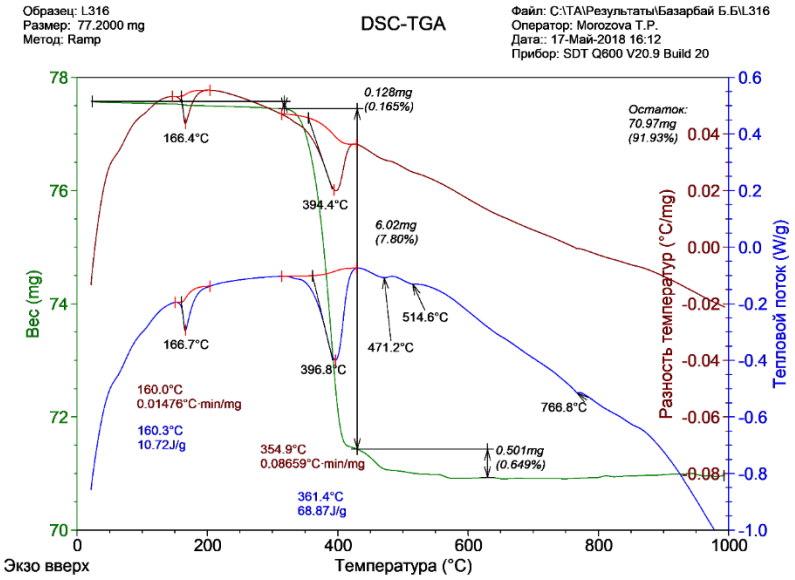


Рисунок 2 – Результат ТГА анализа

В этом анализе определили плавления материала и потери массы. На 30.1 рисунке показаны три линий, зеленая линия показывает изменения веса, синяя линия показывает изменение теплового потока, коричневая линия показывает изменение разности температур. В данной картинке экзотермический процесс отсутствуют. Процесс разложения начинается с температуры более 210° С. Поглощение тепла, то есть эндотермические процесс происходит в разности температуре 166.4° С, 394.4° С. А также эндотермические процесс в тепловой патоке 166.7° С, 396.8° С, 471.2° С, 514.6° С, 766.8° С показывал. Изменения температура, расстояния от 190- 600° С разложения разлагается, и часть масса теряется, парафин, полипропилен и стеариновая кислота удаляется. Тепловой эффект от 160- 200° С расстояния, и от 354- 410° С расстояния идет. Потеря массы образца в процессе нагрева составила около 8%

2.2. Получение филамента

В процессе получения филамента, установлена температура плавления 190℃. Согласно анализам TGA процесс плавления начинается при температуре около 170 ℃. Состав материала не изменяется, его состав остается неизменным на 100%. В процессе охлаждения установлена скорость 60 м/с вентилятора. Если повысить скорость, филамент меняет свою форму. Филамент из Catamold 316L, очень хрупкий и быстро сломается.в результате данной работе, получен филамент с диаметром 1,75 мм.

2.3. Проведение эксперимента по 3D печати

В данной работе выбираем основные параметры, которые сильно влияют на печать. В процессе печати, эти параметры: толщина слоя, процент заполнения, скорость, экструдированная ширина, количество подаваемого материала изменяется качество детали. На таблице 5 показана.

С такими параметрами были получены 40 деталей. Вовремя печати, изменили один параметр, а остальные оставались неизменными. Для того чтобы определить на каком

параметре идет процесс влияние печати. По этой работе изменена толщина слоя с 0,3 мм и до 0,9 мм, процент заполнения с 80 % до 100%, а скорость с 10 мм/с до 20 мм/с, экструдированная ширина с 0,6 мм до 1 мм, количество подаваемого материала с 0,6 и до 1 изменено.

После печати обнаружили много видов дефекта. Это происходит вследствие перегрева Catamold 316L, и не успевает охладиться и деформироваться, и принять не корректную форму, это печатано таком режиме, экструдированная ширина с 0,6 и толщина слоя с 0,6 в этом случае установите минимальное время печати слоя. На 2.3.1. рис. показана.

Рисунок 2.3.1. - Деталь №15

Вовремя 3D печати подача материала из экструдера постоянно прерывается и происходит вновь**.** При начале подачи нити могут провялятся нежелательные эффекты в виде выпуклостей между слоями и печать 15 мм/с от этого другие мелкие дефекты. На 2.3.2. рис. показана.

Рисунок 2.3.2. - Деталь №23

Расслоение напечатанной детали. Эта проблема может возникать, когда слои недостаточно связаны между собой и во время печати начинают отслаиваться друг от друга. Проблема здесь в большой высоте слоя. На 2.3.3. рис. показана.

Рисунок 2.3.3. - Деталь №1

Полоски и царапины на поверхности готовых отпечатков**.** Это может происходить из экструдера выдавливается большое кол-во материала и вовремя перемещения он прилипает к поверхности отпечатка. Экструдер задевает поверхность детали и создает

царапины. Для решения этих проблем в первом случае необходимо подобрать откат нити, а во втором установить подъем экструдера при перемещении его между контрольными точками. Дефект можно устранить финишной отделкой. На 2.3.4. рис. показана.

Рисунок 2.3.4. - Деталь №9

Если толщина слоя, скорость печать, количество подаваемого материала больше то много видов дефекты появляется.

Вывод

В этой работе мы объединили две технологии FDM и MIM. По этой работе доказано, что можно печатать сложные детали с помощью FDM технологий, с использованием в качестве сырьевых материалов фидстоков, используемых в MIM технологиях. Механические свойства изготавливаемых изделий данной технологией не уступают. На этой работе набирали режим печати: толщина слоя: 0.6 мм процент заполнения: 100%, скорость печать: 25 мм/с, экструдированная ширина: 0.7 мм, количество подаваемого материала: 1. Работа завершена.

Полученные после 3D печати изделия, в будущем можно пройти традиционные для MIM технологий стадии термической обработки:

Удаление полимерного связующего в специализированных печах и спекание готовых изделий в условиях вакуума.

Литературы:

1. Santos, E.C., Osakada, K., Shiomi, M., Kitamura, Y., Abe, F., 2004. Mi-crostructure and mechanical properties of pure titanium models fabricated by selective laser melting. Proceedings of the I MECH E Part C Journal of Mechanical Engineering Science 218 (7), 711–719.

2. Kozo Osakada, Masanori Shiomi. Flexible manufacturing of metallic prod-ucts by selective laser melting of powder. International Journal of Machine Tools & Manufacture 46 (2006) 1188–1193

3. Kruth, J.-P., Levy, G., Klocke, F., Childs, T.H.C., 2007, Consolidation phenomena in laser and powder-bed based layered manufacturing, CIRP Annals, 56/2: 730-759

4. Morgan, R., Sutcliffe, C.J., O'Neill, W., 2004, Density analysis of direct metal laser re-melted 316L stainless steel cubic primitives, J. of Materials Science, 39/4: 1195-1205

5. Hauser, C., Childs, T.H.C., Taylor, C.M., Badrossamay, M., Akhtar, S., Wright, C.S., Youseffi, M., Xie, J., Fox, P., O'Neill, W., 2003, Direct se-lective laser sintering of tool steel powders to high density: Part A- effec-tive of laser beam width and scan strategy, Proc. SFF Symp., Austin, Tex-as, USA, 644-655

6. Zhao, H.D., Wang, F., Li, Y.Y., Xia, W., 2009, Experimental and numeri-cal analysis of gas entrapment defects in plate ADC12 die castings, J. of Materials Processing Technology, 219/9: 4537- 4542

Б.Б. Базарбай

Күрделі пішіндегі металл бұйымдарын өндіруге арналған жоғары толтырылған металл-полимерлік композициялармен 3D басып шығару технологиялық негіздерін жасау

Бұл жұмыстың мақсаты MIM технологиясында қолданылған дайын полимерлі-металл композициялардан FDM әдісі бойынша «жасыл» бөліктер алу мүмкіндігін зерттеу болып табылады. Жұмыстың нәтижесі ММЖ артықшылықтарын және FDM технологиялық мүмкіндіктерін біріктіретін технологияның ғылыми негізі болуы керек. Жұмыстың негізгі міндеті өндірілген бөлшектердің жоғары сапалы (ақаулардың болуы) жоғары толтырылған полимерлермен 3D басып шығарудың технологиялық параметрлерінің әсерін анықтау болды.

Зерттеу барысында бастапқы материалдың қасиеттері зерттелді, FDM әдісімен өнімнің 3D басып шығару технологиясы өңделді. Сынамаларды алу нәтижелері бойынша негізгі 3D басып шығару режимдерінің дайын үлгідегі кемшіліктерді қалыптастыруға әсері зерттелді.

Осы жұмыста жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде FDM әдісін қолданып, өнімнің қосымша өндірісіне дәстүрлі МИМ технологиясының шикізатын пайдалану мүмкіндігін зерттеуге арналған эксперименттер жүргізілді. Бұл мақалада стандартты 3D принтерлермен металл ұнтақтары бар жоғары толтырылған полимерлерден FDM әдісі арқылы күрделі пішіннің және ішкі құрылымның бөліктерін 3D басып шығару мүмкіндіктері көрсетілген. Алынған бөлшектердің сапасын бақылау үшін жоғары толтырылған полимерлерден жасалған өнімдерді қоспаларды өндірудің таңдаулы режимдері.

Алынған үлгілерді дәстүрлі технологияларды пайдалана отырып өңдеуге болады (дәнекерлеу, синтездеу), дайын металл бұйымдарын алу үшін.

Түйін сөздер: 3D басып шығару, аддитивті технологиялар, MIM-инъекцияға арналған металл құю, FDM термоядролық үлгілеу, термогравиметриялық талдау, филамент, Catamold 316L шикізаты,

Оқу нысаны: Feedstock Catamold 316L, FDM басып шығару үшін орнату.

B.B. Bazarbay

Development of technological bases for 3D printing with highly filled metal-polymer compositions for the manufacture of metal products of complex shape

The aim of this work is to study the possibility of obtaining "green" details by the FDM method from the finished polymer-metal compositions used in MIM technologies. The result of the work should be the scientific foundations of technology, combining the merits of MIM and the technological capabilities of FDM. The main task of the work was to identify the im-pact of technological parameters of 3D printing by highly-filled polymers on the quality (de-fectiveness) of the resulting parts.

In the course of the study, the properties of the initial material were studied, the regimes for obtaining filaments and 3D printing of articles were studied by the FDM method. Based on the results of obtaining samples, the effects of the main 3D printing modes on the for-mation of defects in the finished sample were investigated.

As a result of the research in this work, we conducted experiments aimed at studying the possibility of using raw materials of traditional MIM technologies in the additive production of products by the FDM method. In this paper, we show the possibility of 3D printing of complex shape parts and internal structure by the FDM method from high-filled polymers with metal powders using standard 3D printers. The modes of additive production of products from highly filled polymers are selected to control the quality of the resulting part.

Keywords: 3D printing, additive technologies, MIM-injection method of metal casting, FDM modeling by layer-by-layer fusion, thermogravimetric analysis, filament, feedstock Catamold 316L,

Object of study: Feedstok Catamold 316L, installation for FDM printing

УДК 2006;20(4):307-11

Басбақов Е.М

Научный руководитель- Б.С. Арымбеков, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, Алматы

basbakov1996@mail.ru

ОЦЕНКА ХАРЕКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВОВ Ti-6Al-4V И ПРАВО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИМПЛАНТОВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ

Аннотация. *Целью данного исследования была оценка свободной энергии поверхности, шероховатости поверхности и твердости поверхности двух имеющихся в продаже материалов для изготовления абатментов зубных имплантатов. Кроме того, образцы были*

исследованы методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) для определения морфологии поверхности. Двадцать пять дисков (5 x 2 мм) из сплавов Ti-6Al-4V и Tilite (Ni-Cr-Ti) были использованы в этом исследовании. Свободная энергия поверхности определялась углом контакта, образованным между каплей, дистиллированной деионизированной воды и поверхностью образца каждого материала. Шероховатость поверхности измеряли с помощью механического профилометра, а твердость поверхности оценивали с помощью теста на микроиндентирование твердости по Виккерсу. Данные SFE, SR и SH анализировали с использованием одностороннего ANOVA (p <0,05). Статистические различия (p <0,05) были обнаружены между Ti-6Al-4V (36,2 эрг.см-2; 0,2 мкм) и Tilite (30,9 эрг.см-2; 0,16 мкм) для SFE и SR. Однако различия между значениями твердости поверхности Ti-6Al-4V (325,0 кг / мм2) и тилита (324,3 кг / мм2) не были статистически значимыми (p> 0,05). Оценки с помощью СЭМ выявили различную морфологию поверхности. В рамках данного исследования можно сделать вывод, что сплавы Ti-6Al-4V и Tilite показали различия в поверхностных свойствах, за исключением твердости поверхности, что позволяет предположить, что оба сплава могут считаться подходящими для изготовления абатментов. Тем не менее, необходимы дальнейшие исследования, чтобы выяснить биологические реакции на абатменты имплантатов, изготовленные с использованием этих сплавов.

***Ключевые слова**: Свойства поверхности, Зубные имплантаты; Титан.*

Поверхностные свойства имплантата и его протезных абатментов обеспечивают одно из наиболее важных условий, связанных с будущим успехом процедур имплантации. Поскольку эти компоненты проникают через слизистую оболочку десны, а также воздействуя на полость рта, они играют важную роль не только в биосовместимости, но и в бактериальной адгезии и застое18.

Качество поверхности биоматериала может быть измерено сочетанием физического, химического и механического свойства и структура его поверхности. 22 Прилипание микроорганизмов к твердым внутриротовым субстратам предполагает взаимодействие между их поверхностными компонентами и зависит от их значений гидрофобности и поверхностной свободной энергии. Это оказывает значительное влияние на адгезию. процесс, поскольку субстраты с высоким привлекают больше микроорганизмов, чем материалы с низкой энергией, и бактериальная адгезия, по-видимому, слаба на поверхностях с низким.

Что касается шероховатости поверхности, в некоторых исследованиях сообщается о сильной положительной взаимосвязи между SR и скоростью супрагингивальной бактерии. 13,16,17 Кроме того, SR вмешивается в формирование и созревание биопленки и увеличивает площадь доступны для адгезии с коэффициентом от 2 до 3,12,13,17, что может привести к серьезным проблемам с мукозитом и периимплантитом. Другой важной характеристикой поверхности компонентов имплантата является твердость поверхности, которая может указывать на устойчивость к шероховатость во время профессиональных или привычных процедур гигиены полости рта.

Существует большое количество доступных систем имплантатов, и большинство из них изготовлены из титана из-за его низкой токсичности и высокой биосовместимости. 8 В дополнение к титану недавно был представлен сплав тилита (Ni-Cr-Ti) в качестве альтернативы. к материалам, доступным в настоящее время. Хотя нет доступных данных, сравнивающих характеристики поверхности Tilite с характеристиками Ti-6Al-4V, было заявлено, что Tilite обеспечивает удовлетворительную предельную адаптацию при использовании в качестве надстройки для цельных протезов на имплантатах с опорой на имплантатах.6

Поскольку существует положительная корреляция между поверхностными характеристиками компонентов протезного имплантата и колонизацией зубного налета, целью этого исследования было сравнение поверхностных характеристик и микроструктур

двух имеющихся в продаже материалов, Ti-6Al-4V и сплава Tilite (Ni-Cr-Ti), используется для изготовления абатментов.

Материалы и методы. Двадцать пять образцов диаметром 5 мм и толщиной 2 мм, изготовленных из Ti-6Al-4V (Сандинокс, Сан-Паулу, СП, Бразилия) и тилита (состав: 76% Ni, 13,5% Cr, 6% Mo, 4% Ti) (Talladium Inc., Валенсия, Калифорния, США). Диски были любезно предоставлены их соответствующими производителями, и их поверхность была такой же, как у коммерческих абатментов. Значения свободной энергии поверхности и шероховатости поверхности были получены без какой-либо дополнительной полировки на поверхности материалов. Свободную энергию поверхности (эрг см – 2) определяли путем осаждения 15 мкл дистиллированной воды на каждый образец. Это было сделано в трех экземплярах, и было рассчитано среднее значение. Изображение каждой сидячей капли было снято с помощью цифровой камеры (Mavika CD 350, Sony, Токио, Япония) сразу после ее нанесения, а среднее значение углов контакта было определено с помощью Autocad 2005 (Auto Desk, Sankt Augustin, США). Затем, поверхностная свободная энергия была рассчитана с использованием косинуса контактных углов, в соответствии с Минаги и др.11 (1985). Шероховатость поверхности образцов измеряли с помощью профилометра (Surfcorder SE 1700 Kozaka Industry, Козака, Токио, Япония) с Разрешение 0,01 мкм, откалиброванное по длине образца 0,25 мм, ударная мера 2,0 мм, и 0,5 мм / с. Для каждого образца было сделано шесть показаний, и было рассчитано среднее значение. Эти профилометрические следы были взяты с края, в середине и в нижней части образца.

Твердость поверхности измеряли методом вдавливания микротвердости по Виккерсу (модель Shimadzu HMV 2000, Киото, Токио, Япония). Поскольку для измерения вмятин необходима блестящая поверхность, образцы шлифовали с помощью бумаги из карбида кремния с зернами 320, 400 и 600, 1000 и 1200 (Carbimet, Buehler, Lake Bluff, IL) в полировочной машине Arotec APL-4 (Arotec, São Paulo, SP, Brazil) под охлаждением, после чего следуют полировочные салфетки и алмазная суспензия 3 мкм (подвеска Metadi diamond, Buehler, Lake Bluff, IL). Все диски были очищены ультразвуком (Thornton T 740, Thornton-Inpec Eletrônica LTDA., Vinhedo, Сан-Паулу, Бразилия) в течение 10 минут и высушены. Твердость по Виккерсу для каждого образца рассчитывали с помощью трех углублений, выполненных на расстоянии 150 мкм между ними, с нагрузкой 50 г в течение 10 с. Кроме того, три диска из каждого сплава использовались, как было получено от производителей, для оценки морфологии поверхности, которая проводилась с помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM; LEO 435 VP-Carl Zeiss SMT, Оберкохен, Германия). Использовалась энергия пучка 15 кВ. Изображения были проанализированы при 500-кратном и 1500-кратном увеличении.

Результаты. Свободная поверхностная энергия твердой поверхности дает прямое измерение межмолекулярных взаимодействий на границах раздела и оказывает сильное влияние на характеристики смачивания, адсорбции и адгезии24. SFE и смачиваемость материалов могут быть определены путем измерения угла контакта, образованного диапазоном жидкостей на данной поверхности, используя несколько различных подходов. 5,19 В настоящем исследовании Ti-6Al-4V имел более высокий SFE по сравнению с Tilite, что означает, что первый имеет больший потенциал для первоначальной колонизации бактерий. 15 В этом исследовании, однако для измерения краевого угла использовалась только дистиллированная вода с известным поверхностным натяжением (72,8 эрг.см2) 5, что могло бы стать ограничением для дальнейших обсуждений, поскольку полярные и неполярные компоненты поверхностной свободной энергии не были определены. Шероховатость поверхности оказывает значительное влияние на микробную колонизацию14. На шероховатых поверхностях происходит преимущественное удержание, потому что на таких поверхностях бактерии более защищены от сдвиговых усилий и мер гигиены полости рта, что дает возможность захваченным микробным клеткам необратимо присоединиться к surface.12 Brecx et al. (1983) утверждают, что пролиферация изначально прилипших микроорганизмов составляет основную часть увеличения массы микробов во

время раннего формирования биопленки, что может объяснить роль шероховатости поверхности в исходной биопленке. 1 Значения SR, найденные в этом исследовании, составляли 0,16 мкм для сплава тилита и 0,2 мкм для Ti-6Al-4V (таблица 1). Эти результаты соответствуют диапазону, найденному для коммерчески доступных компонентов имплантатов. 18, 22, 23 Некоторые исследования in vivo предполагают пороговую шероховатость поверхности для удержания бактерий (0,2 мкм), ниже которой не следует ожидать дальнейшего снижения накопления бактерий. 1 Таким образом, каждый стоматологический материал нуждается в собственном методе лечения, чтобы получить и поддерживать поверхность как можно более гладкой.

Изображения СЭМ показали различные топографии поверхности между материалами (Рисунки 1, A-B и 2, A-B). На основании исследованных площадей поверхности плотность локальных дефектов (просто отклонение от однородной структуры поверхности) оказалась выше на поверхности Ti-6Al-4V по сравнению с поверхностью тилита, но количественный анализ не проводился.

Согласно информации, предоставленной производителями, Ti-6Al-4V подвергается процессу химического травления, тогда как Tilite не подвергается какой-либо химической обработке. Carlsson et al. (1988) и Carr et al. (1997) заявили, что использование кислотного травления, такого как соляная кислота, серная кислота и азотная кислота, приводило к появлению микрополостей на поверхности, которая изменялась в соответствии с типом, концентрацией и температурой кислоты, которая может привести к образованию неподходящей шероховатой поверхности и повлиять на стойкость материала. Твердость поверхности может объяснить риск шероховатости поверхности абатментов нескольких систем имплантации во время профессиональной чистки или даже во время обычных процедур гигиены полости рта.1,7 Для SH не было статистических различий между Ti-6Al-4V и Тилитовые сплавы (Таблица 1). Значения SH, обнаруженные в этом исследовании, согласуются с данными Quirynen et al. 14 (1994), которые наблюдали значения твердости по Виккерсу для абатментов, варьирующиеся от 154 для Branemark до 340 для Steri-OSS.

Что касается профессиональной чистки, то следует соблюдать особую осторожность при использовании ультразвукового окалина, металлических инструментов20 и систем порошковой абразивной очистки воздуха, поскольку эти методы приводят к повышенной шероховатости поверхности. Согласно McCollum et al. (1992), только методы, которые не повреждают поверхность абатмента и не увеличивают накопление биопленки, должны использоваться для поддержания и профилактики. Meschenmoser и др. (1996) утверждают, что для профессиональной гигиены рекомендуется пластиковая кюретка. Хотя нет никаких исследований о влиянии методов профессиональной гигиены на шероховатость поверхности и структурные модификации абатментов имплантатов, изготовленных из тилита, из-за сходства их значений твердости поверхности, он, вероятно, имеет то же поведение, что и у 6Al-4V.

Заключение. В рамках данного исследования можно сделать вывод, что сплавы Ti-6Al-4V и Tilite показали различия в характеристиках поверхности, за исключением твердости поверхности. Тем не менее, необходимы дальнейшие исследования, чтобы выяснить биологические реакции на абатменты имплантатов, сделанные с использованием этих материалов.

Свободная энергия поверхности, шероховатость поверхности и значения твердости поверхности для каждого материала представлены в таблице 1. SFE и SR Ti-6Al-4V были значительно выше ($p < 0,05$), чем у Tilite. Но никаких существенных различий ($p > 0,05$) в твердости поверхности между материалами не обнаружено.

Литературы:

1. Боллен С.М., Ламбрехтс П., Квиринен М. Сравнение шероховатости поверхности твердых пероральных материалов с пороговой шероховатостью поверхности при удержании бактериального налета: обзор литературы. Дент Матер. 1997; 13 (4): 258-69.

2. Brecx M, Theilade J, Attstrom R. Ультраструктурное количественное исследование значимости размножения микробов во время раннего роста зубного налета. J Периодонтальный Рез. 1983; 18 (2): 177-86.
3. Карлссон Л., Ростлунд Т., Альбректсон Б., Альбректсон Т. Фиксация имплантата улучшается при плотной посадке. Цилиндрический интерфейс имплантат-кость изучали на кроликах. Acta Orthop Scand. 1988; 59 (3): 272-5.
4. Карр А.Б., Джерард Д.А., Ларсен П.Е. Количественное гистоморфометрическое описание закрепления имплантатов для трех типов зубных имплантатов после 3 месяцев заживления у бабуинов. Int J Оральные челюстно-импактные имплантаты. 1997; 12 (6): 777-84.
5. Комб ЕС, Оуэн Б.А., Ходжес Дж.С. Протокол для определения поверхностной свободной энергии стоматологических материалов. Дент Матер. 2004; 20 (3): 262-8.
6. Коста ХМФ, Родригес РКС, Матос МГК, Рибейро РФ. Оценка интерфейса адаптации цельных надстроек с опорой на имплантаты, полученных в сплавах Ni-Cr-Ti и Pd-Ag. Braz Dent J. 2003; 14 (3): 197-202.
7. Фокс С.К., Мориарти Д.Д., Куси Р.П. Эффекты масштабирования поверхности титанового имплантата металлическими и пластиковыми инструментами: исследование in vitro. J Periodontol. 1990; 61 (8): 485-90.
8. Касемо Б. Биосовместимость титановых имплантатов: аспекты науки о поверхности. J Протез Дент. 1983; 49 (6): 832-7.
9. Макколлум Дж., О'Нил Р.Б., Бреннан В.А., Ван Дайк Т.Е., Хорнер Дж. А. Влияние неровностей поверхности абатмента на титановых имплантатах на накопление зубного налета in vivo. J Periodontol. 1992; 63 (10): 802-5.
10. Мешенмозер А., Д'Хоедт Б., Мейл Дж., Эльсснер Г., Корн Д., Хаммерл Х. и др. Влияние различных гигиенических процедур на характеристики поверхности титановых абатментов. J Periodontol. 1996; 67 (3): 229-35.

REKOMENDATSII

Basbakov E.M.

Evaluation of surface characteristics of Ti-6Al-4V and Tilite alloys used for implant abutments

Abstract. The aim of this study was to evaluate surface free energy (SFE), surface roughness (SR) and surface hardness (SH) of two commercially available materials for fabricating dental implant abutments. In addition, the specimens were investigated by scanning electron microscopy (SEM) to determine the surface morphology. Twenty five discs (5 x 2 mm) of Ti-6Al-4V and Tilite (Ni-Cr-Ti) alloys were used in this study. Surface free energy was determined by the contact angle formed between a drop of distilled, deionized water and the surface of the specimen of each material. The surface roughness was measured with a mechanical profilometer and the surface hardness was evaluated by means of the Vickers hardness micro indentation test. SFE, SR and SH data were analyzed using one-way ANOVA ($p < 0.05$). Statistical differences ($p < 0.05$) were found between Ti-6Al-4V (36.2 erg.cm–2; 0.2 □m) and Tilite (30.9 erg.cm–2; 0.16 □m) for SFE and SR. However, the differences between the surface hardness values of Ti-6Al-4V (325.0 kg/mm2) and Tilite (324.3 kg/mm2) were not statistically significant ($p > 0.05$). Evaluations by SEM revealed different surface morphology. Within the limits of this study, it can be concluded that the Ti-6Al-4V and Tilite alloys showed differences in surface properties, except for surface hardness, suggesting that both alloys may be considered appropriate for producing abutments. Further studies are, however, necessary to elucidate the biological responses to implant abutments made with these alloys**.**

Key words: Surface properties. Dental implants Titanium.

Басбақов Е.М.

Ти-6ал-4в Қорытпасының Беттік Қасиеттерін Және Тұрақтылығын Сақтау Үшін Имплanттарды Пайдалану Құқығын Бағалау

Аннотация. Осы зерттеудің мақсаты еркін беттік энергиясын, бетінің кедір және жер үсті қаттылығын тіс имплантат тіректер өндірісі үшін екі сатылымда бар материалдар бағалауға болды. Зерттеу барысында Ti-6Al-4V және (Ni-Cr-Ti) қорытпаларының жырма бес диаметрі (5 х 2 мм) пайдаланылды. Жер бетінің еркін энергиясы тазартылған деионизацияланған су тамшысы мен әрбір материалдың үлгі беті арасында қалыптасқан байланыс бұрышымен анықталды. Бетінің кедір механикалық profilometer көмегімен өлшенеді, ал бетінің қаттылық Виккерс microindentation қаттылық бойынша тест бағалады. SFE, SR және SH деректеріне бір жақты ANOVA (p <0, 05) көмегімен талдау жасалды. Статистикалық айырмашылықтар (p <0,05) Ти-6Ал-4В (36,2 эрг.мм-2, 0,2 мкм) мен Тильит (30,9 грамм -2, 0,16 мкм) арасында табылды SFE және SR. Алайда Ti-6Al-4V (325,0 кг / мм2) және титан (324,3 кг / мм 2) бетінің қаттылық мәндерінің арасындағы айырмашылықтар

статистикалық маңызды емес (p> 0,05). SAM-ды пайдалана отырып бағалаулар бет морфологиясын анықтады. Осы зерттеуде ол Ti-6Al-4B қорытпалары екі қорытпалар тіректер өндіру үшін қолайлы деп саналуы мүмкін деп болжайды беттік қаттылық, қоспағанда, беттік қасиеттеріне айырмашылықтар көрсетті деген қорытынды жасауға болады. Алайда, одан әрі зерттеулер осы құймаларды тапты жасалған имплантат негіздерін биологиялық жауап түсіндіру үшін қажет.

Түйінді сөздер : бетінің қасиеттері, стоматологиялық имплантар ; Титан .

УДК: 669.391.52: 621.391: 621.376.9

А.С.Батжан
Научный руководитель - Б.С.Арымбеков, профессор
Сатпаев Университет, Қазақстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева,
Қазақстан, г. Алматы
Strong.ashka@mail.ru

РАЗРАБОТКА АТОМНЫХ ПОРОШКОВ ДЛЯ ДОБАВКИ ИЗГОТОВЛЕНИ

Аннотация. *Порошки для производства добавок требуют характеристик, которые обычно не встречаются в распыленных порошках для прессов и агломератов. Как правило, эти порошки требуют высокой кажущейся плотности для достижения максимальной плотности при хранении в упакованных слоях. Кроме того, поток порошков имеет решающее значение, когда эти порошки дозируются из оборудования, которое составляет прототип части. В этой статье рассматриваются порошки, распыляемые как в воде, так и в газе, специально предназначенные для производства добавок. Характеристики порошка, такие как форма частиц, распределение частиц по размерам, шероховатость поверхности и химический состав, изучаются для определения эффективности этих порошков для использования в аддитивном производстве. Характеристики, распыленных водой и газом порошков были изучены в отношении их характеристик для использования в аддитивном производстве.*

Ключевые слова: *Аддитивное производство, 3D-принтер, 3DP, SLM, MPIF, Анализ.*

Методы аддитивного производства, такие как трехмерная печать (3DP) или струйная переплетка и избирательное лазерное плавление (SLM), становятся все более распространенными, поскольку существует потребность в быстром прототипировании и производстве деталей, которые требуют конструктивных особенностей, которые не могут быть изготовлены с помощью обычной печати и Процесс спекания обычно используется в порошковой металлургии.3DP - это процесс аддитивного производства, в котором слой за слоем строится из материала в виде частиц, химического связующего и цифрового дизайна. Детали, изготовленные с использованием 3DP, могут не обладать высоким уровнем механических свойств других технологий изготовления добавок из-за более низкой плотности и плохого сцепления между частицами. Для улучшения механических свойств деталь спекается аналогично обычному процессу ПМ. Если требуется дальнейшее улучшение механических свойств, деталь можно пропитать вторым металлом, таким как бронза или медь.

SLM - это процесс аддитивного производства с цифровым управлением, который использует сфокусированную лазерную энергию для сплавления металлических порошков с трехмерными объектами. Изменяя мощность лазера, процесс может быть полным плавлением, частичным плавлением или, в сочетании с подходящим материалом, жидкофазным спеканием. Конечная плотность детали зависит от мощности лазера и обрабатываемого материала, но во многих случаях может достигать 100%. Высокая

плотность позволяет свойства материала деталей, производимых SLM, приближаются к свойствам традиционных производственных процессов, таких как литье и механическая обработка деталей.

Общим для 3DP и SLM является тот факт, что сборка происходит на слое порошка. При изготовлении тонкий слой металлического порошка равномерно распределяется по рабочей камере с помощью ролика. В 3DP головка принтера наносит связующее вещество для прилипания металлических порошков в форме детали, которая должна быть изготовлена. В случае SLM лазер движется поперек порошка и, по мере его движения, спекает поперечное сечение объекта. В обоих случаях после того, как связующее вещество или лазер сплавляет порошок в форме получаемой детали, новый слой порошка затем наносится поверх верхнего слоя, и следующее поперечное сечение детали получается с помощью валика или щетка стеклоочистителя. Вовремя и после строительства деталь окружена неагломерированным порошком. Этот избыточный порошок покрывает объект в процессе печати, обеспечивая поддержку сложной геометрии.

В обоих только что описанных процессах физические характеристики порошка играют важную роль в транспортировке порошка в слой и упаковке частиц внутри слоя. Ряд характеристик порошка, таких как размер частиц, форма, площадь поверхности и плотность упаковки, играют роль в формировании слоя порошка. Плотность упаковки порошкового слоя влияет на спеченную плотность, механические и физические свойства конечной детали. В этой работе физические свойства порошка сравниваются как для распыляемых газом, так и для воды сортов порошка, изготовленных для использования в аддитивном производстве.

Экспериментальная процедура.

Скорость потока и кажущаяся плотность были измерены с использованием аппарата Холла и были протестированы в соответствии со стандартными методами испытаний MPIF, стандартами 3 и 4 соответственно. Определение ситового анализа проводили в соответствии со стандартом MPIF 5. Содержание азота и кислорода измеряли, используя детектор азота кислорода Leco EF-400 для синтеза азота, в то время как измерения углерода и серы проводили на анализаторе LECO CS 200. Лазерный анализ размера частиц проводили с использованием лазерного анализатора размера частиц Sympatec Helos BF.

Образцы сыпучих порошков для микроструктурной характеристики с использованием СЭМ были прикреплены к алюминиевой подложке с помощью электропроводящей углеродной клейкой ленты. Плотность частиц на подложке поддерживалась низкой, чтобы гарантировать, что мелкие частицы были видны, когда окружены более крупными. Крепления были затем исследованы в непокрытом и нетронутом состоянии.

Оценка порошков с помощью световой оптической микроскопии проводилась по сечениям отдельных частиц. Они были приготовлены путем смешивания сыпучих металлических порошков либо с тонким фенольным монтажным порошком, либо с двухкомпонентной жидкой эпоксидной смолой и обработкой смеси в качестве обычной металлографической основы. Затем отвержденное крепление шлифовали только с помощью мелкозернистой среды и полировали, используя стандартную последовательность шлифования полировки. Образцы порошка железа протравливали комбинацией из 2 об / об нитала и 4 об / об пикрала, где это необходимо.Автоматический анализ изображений был использован для измерения размеров поперечного сечения сыпучего порошка. В процедуре использовался 20-кратный объектив с калибровкой 0,34 мкм на пиксель. Пятьсот полей были просмотрены на каждой поверхности c> 1000 частиц, измеренных от каждого образца. В программе было предусмотрено разделение соприкасающихся частиц, чтобы гарантировать, что данные были получены только для поперечных сечений одной частицы.

Результаты и обсуждение.

СЭМ-изображение порошкообразного распыленного газа 316L и типичное распределение частиц по размерам порошка 316L для аддитивного производства, показан типичный газ из распыленной нержавеющей стали 316L, используемый для изготовления добавок. Порошок характеризуется своей сферической природой с гранулометрическим

составом от 15 до 45 микрон. Этот порошок будет считаться отличным качеством из-за отсутствия агломерированного порошка и нескольких спутников. Кажущаяся плотность, мера плотности упаковки порошка, составляет 4,41 г / см3, что свидетельствует о ее сферической природе. Большая часть порошка составляет менее 400 меш (37 микрон), что является довольно тонким порошком, однако, поскольку порошок менее 10 микрон удаляется, порошок все еще имеет превосходную скорость потока 21,5 с / 50 грамм.

Анализ формы.

Теоретически, лучший поток порошка может быть достигнут, если порошок идеально сферический и имеет очень узкий диапазон размеров частиц. Лучшая упаковка может быть достигнута, если есть более мелкие частицы, которые могут заполнить пустоты между более крупными частицами в слое. Обе эти черты должны быть сбалансированы для достижения адекватного выхода порошка, чтобы сделать материал экономически эффективным. Если таким способом можно получить распыленный водой порошок, то экономия затрат должна быть значительной по сравнению с распылением газа. Одним из преимуществ распыления воды под высоким давлением по сравнению с распылением газа является более высокий выход более мелких частиц. Недостатком является то, что более высокий импульс, доставляемый расплавленному металлу, и высокая скорость охлаждения приводят к большему проценту частиц порошка неправильной формы, особенно по сравнению с распыленными газом порошками. Однако существует несколько технологий для отделения этих частиц неправильной формы, таким образом, улучшая производительность распыляемых водой порошков высокого давления для аддитивного производства.

Выводы

• Можно использовать как распыленные водой, так и газом порошки для использования в аддитивном производстве.

• Как правило, могут быть получены порошки, распыляемые водой, которые являются сферическими (с высокой кажущейся плотностью) и со скоростями Холла, приближающимися к тем из порошков, распыленных газом.

• Содержание кислорода в распыленных водой порошках выше, чем в распыленных газом порошках.

• Ведется разработка сплавов для многих сортов сферического порошка, распыляемого водой, включая представленные, а также для дополнительных марок, таких как нержавеющая сталь 17-4PH и 316L, чугун, инконель и низколегированные стали.

Литературы:

1. Э. Сакс, «Трехмерная печать: физика и значение добавок»

Производство», CIRP ANNUALS - Технология производства, вып. 42 № 1, с. 257-260, 1993.

2. M. Rombouts, J.P. Kruth, L. Froyen и P. Mercelies, «Основы селективного лазерного плавления порошков легированной стали», CIRP ANNUALS - Manufacturing Technology, Vol. 55, Issue 1, pp.187-192, 2006.

3. Х.Дж. Ниу и И.Т.Х. Чанг, «Жидкофазное спекание быстрорежущей стали М3 / 2 методом селективного лазерного спекания», Scripta Materialia, Vol. 39, нет 1, с.67-72, 1998.

4. Симчи А. Роль размера частиц в лазерном спекании железного порошка // Металлургические и материальные труды. Б, т. 35Б, с. 937-948, 2004.

5. Симчи А. Прямое лазерное спекание металлических порошков: механизм, кинетика и микроструктурные особенности. Материаловедение и инженерия, A428, с.148-158, 2006.

6. М. Бадроссамай и Т.Х.С. Чайлдс, «Дальнейшие исследования в области селективного лазерного плавления порошков из нержавеющей и инструментальной стали», Международный журнал станков и производства, Vol. 47, с. 779-784, 2007.

7. http://en.wikipedia.org/wiki/Selective_laser_sintering#cite_note-Yarlagadda-6.

8. Стандартные методы испытаний металлических порошков и изделий из порошковой металлургии, издание 2012 г., опубликовано Федерацией металлургической промышленности порошков, Принстон, Нью-Джерси.
9. R.M. German, Powder Metallurgy Science, MPIF, Princeton, NJ, 1984.

A.S. Batzhan, B.S. Arymbekov

Development of atomized powders for additive manufacturing

Annotation. Powders for additive manufacturing require characteristics not typically found in atomized powders for press and sinter applications. In general, these powders require high apparent densities to achieve maximum density when deposited in packed beds. In addition, flow of the powders is critical when these powders are dispensed from equipment that builds the prototype part. This paper reviews both water and gas atomized powders produced specifically for additive manufacturing. Powder characteristics such as particle shape, particle size distribution, surface roughness and chemistry are studied to determine the effectiveness of these powders for use in additive manufacturing. The performance of water atomized and gas atomized powders were studied in relation to their performance for use in additive manufacturing.

Keywords: Additive production, 3D printer, 3DP, SLM, MPIF, Analysis.

А.С.Батжан, Б.С.Арымбеков

Аддитивті өндіріс үшін атом ұнтақтарын дайындау

Аңдатпа. Қоспаларды өндіруге арналған ұнтақтарды баспа және агломераттарға арналған шашырағыш ұнтақтарда жиі кездесетін сипаттамаларын қажет етеді. Әдетте, бұл ұнтақтар қаптамада сақталған кезде максималды тығыздықты қамтамасыз ету үшін жоғары тығыздықты қажет етеді. Сонымен қатар, бұл ұнтақтар прототиптің бөлігін жасайтын жабдықтан алынған кезде ұнтақтардың ағымы аса маңызды болып табылады. Бұл мақалада су мен газға шашатын ұнтақтар, әсіресе қоспалардың өндірісі үшін арналған. Қоспалар өндірісінде қолдану үшін осы ұнтақтардың тиімділігін анықтау үшін бөлшектердің пішіні, бөлшектердің мөлшерін білу, бетінің кедірі және химиялық құрамы сияқты ұнтақ сипаттамалары зерттеледі. Ұнтақталған сулар мен газ ұнтақтарының сипаттамалары олардың қоспаларын өндіруде қолдану үшін олардың сипаттамалары бойынша зерттелді.

Түйінді сөздер: Аддитивті технология,3D принтер, 3DP, SLM, MPIF, талдау.

ӘОЖ: 669.391.52: 621.391

М.М. Ғалымұлы
Научный руководитель - Б.С.Арымбеков, профессор
Сатпаев Университет, Қазақстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева,
Қазақстан, г. Алматы
mady.mels@mail.ru

TI6AL4V ҚОРЫТПАСЫНАН ӘРТҮРЛІ ЛАЗЕРЛІ ҚУАТТЫҢ БЕРІКТІГІНДЕГІ БІРТҰТАС ТІРЕКТЕРДІ ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ. ТИІМДІ ЛАЗЕР МЕЛТИНГІ

Аңдатпа. *Бұл мақалада әртүрлі лазерлі қуатта (20-170 Вт) және сканерлеу жылдамдықтарында (0.12.0 м / с) селективті лазердің балқуымен (SLM) өндірілген жалғыз тректердің геометриялық сипаттамалары сипатталған. Өңдеу кезіндегі температуралық үлесті моделдеу жүргізіледі. Төмен және жоғары лазерлі қуатта және сканерлеу жылдамдықтарында Ti6Al4V қорытпасының таңдаулы лазерлі балқуының оптималды процесінің параметрлері мен ерекшеліктері туралы қорытындыға қол жеткізілді. Температуралық өрістерді талдау SLM-ды пайдалана отырып, қажетті қасиеттері бар бөліктерді құруға мүмкіндік береді.*

Түйінді сөздер: *SLM, 3D басып шығару, Ti6Al4V қорытпасы, УКР, Градиент*.

Таңдамалы лазерлі балқу (SLM) - бұл бір жұмыс циклiндегі жұқа құрылымдармен күрделі объектілерді дайындау үшін өте қолайлы технология. Селективті лазерлік балқу

кейде «тікелей 3D 3D басып шығару» деп аталады. Өндірістік процесте ұнтақ материалын қосу идеясының қарапайымдылығы мен талғамына баса назар аударылады. Шынында да, ұнтақтардың селективті лазерлік балқуы өте күрделі және қымбат процесс. SLM - оптика, лазерлік физика, жылу және масса беру, металлургия, механика және басқа ғылым салаларына негізделген көп салалы технология. Лазерлі-ұнтақ субстрат өзара әрекеттестігі, жылу өткізгіштік және конвекциялық процестер, сұйықтық ағыны мен булану процесін бақылау және талдау үшін өте қиын етеді. SLM бөлігі - қалаған геометриямен – жол ката және қабатты-қабатпен қаттау арқылы жасалады. Осы технологиямен өндірілген бөліктердің қасиеттері әр бір жолдың геометриялық сипаттамаларына, әрбір қабаттың морфологиясына және жолдар мен қабаттардың бірігуіне байланысты. Тек бір процесс параметрін немесе ұнтақ қасиетін өзгерту (мысалы, бөлшектердің мөлшерін бөлу немесе химиялық құрамы) 3D нысанындағы кеуектіге немесе жарыққа әкелуі мүмкін. Температуралық градиент және жылу беру SLM бөлігінің микроқұрылымы мен түпкілікті механикалық қасиеттерін анықтағандықтан, SLM кезінде температураны бөлуді зерттеу аса маңызды болып табылады.

Титан қорытпалары соңғы жылдары өңдеуші өнеркәсіпте танымал болды, негізінен олардың жоғары беріктігі, төмен тығыздығы, коррозияға төзімділігі, жоғары жұмыс температурасы және биоүйлесімділік сияқты бірегей қасиеттері арқасында. Ti6Al4V қорытпасы ең танымал α-β титан қорытпасы ретінде белгілі. Құрастырылған SLM бөлшектерінің микроқұрылымы және механикалық қасиеттері материалдық қасиеттерге, технологиялық параметрлерге, сканерлеу стратегиясына және тіпті геометрияға байланысты. Титан қорытпаларымен жұмысдың көп бөлігі біртұтас тректерді талдаусыз тұтас алғанда шығарылатын УКР объектілерінің қасиеттерін зерттеуге арналған. Лазердің қуатын және сканерлеу жылдамдығын жұмсақ титан ұнтағынан бір жолдардың морфологиясына әсері Kyogoku және т.б. тарапынан зерттелген. Үздіксіз трассалар сканерлеу жылдамдығы 0,005-0,01 м / с болғанда нүктелік өлшемі 170 мкм болатын 30-40 Вт лазерлі қуатта қалыптасты.

Материалдар мен тәсілдер. TLS Technik GmbH компаниясы ұсынған Ti6Al4V келесі номиналды химиялық құрамы бар алдыни - ала легірленген газ тәрізді ұнтақ болып табылады: Ti - баланс, 5.84 AI, 4.21 V, 0.004 C, 0.042 Fe, 0.086 O, 0.005 N, 0.002H (%). Субстрат пен ұнтақ материалы химиялық құрамы бойынша ұқсас болды. Ұнтақ бөлшектердің жоғары сфералық және тегіс беттеріне ие; көлемі бойынша өлшенген диаметрі d10 = 12,6 мкм, d50 = 29,8 мкм және d90 = 41,5 мкм болатын. Аргон қорғаныс газы ретінде қолданылды. SLM эксперименттері екі әдіспен орындалды. 1) 2x0 = 70 мкм нүкте өлшемі бар 1075 нм толқын ұзындығындағы (IPG Photonics Corp.) жұмыс істейтін біржақты үздіксіз толқынды Ytterbium талшықты лазерді пайдаланатын Phenix Systems компаниясының SLM құрылғысы.

Ластаушы материалдарды лазерлік еріту. Лазерлі дәнекерлеу физикадағы SLM процесіне ең жақын және көп зерттелген. Rońda және Siwek деректері бойынша, лазерлі дәнекерлеу екі бағытта жүзеге асырылуы мүмкін: - лазер сәулесінің қуат тығыздығына байланысты (P / π r02) өткізгіштік немесе құлыптау режимдері. Төмен қуат тығыздығы кезінде жылуды тасымалдау өткізу режиміне байланысты. Жоғары қуат тығыздығы - яғни жоғары лазерлі қуат пен кішкентай дозаның өлшемі - құлыптау режимі дами алады. Гаусс лазер сәулесі кеңістіктік қарқындылықты бөлуді қамтамасыз етеді, нәтижесінде алынған температуралық өрістер балқытылған бассейнде біркелкі емес. Температура ортасында ең жоғары және ең төменгі балқытылған бассейннің шеттерінде градиент бетінің кернеуі - жоғары температураға байланысты. Градиент бетінде - балқытылған бассейнде рециркуляциялау ағыны құра алады және бұл термоакапилдер конвекциясы процестің физикасын өзгертеді. Қайта айналым ағыны себебінен бассейн пішіні өзгереді. Айырмашылық өте маңызды: таза өткізумен салыстырғанда ені мен тереңдігі қатынасында 1,5 есеге арту. Температураның градиентіне байланысты Марангони санының өсуі арақатынасын арттырады. Марангони ағыны, тығыздық градиенттері және материалдың жылулық кеңеюі балқытылған бассейннің формасына әсер етеді. Лазердің қуатын жоғарылату кезінде температураның градиенті айтарлықтай айқын, бұл Марангони ағынын

жоғарылатуына және сұйықтық толқындарына себеп болады. Жылдам қаттылықтан кейін алынған тіректің деформациясы болады. Kou және т.б. көрсеткендей, пісірілген бассейндегі тербелгіш Марангони ағыны бассейннің деформациясын, бассейндік тербелістерін және өршуі қалыптасуын туындатады.

Лазердің ұнтақты балқытуы. Лазердің қуат тығыздығы селективті лазердің балқуындағы негізгі параметрлердің бірі болып табылады. Төмен қуат тығыздығындағы УКР өткізгіш режимі саңылаудың сканерлеу жылдамдығындағы төмен сканерлеу жылдамдықтарында немесе шапшаң әсерде тек бұрыс жолдарды жасай алмайды. Қабатталған қабаттың қайта зерттелуі қуаттың төмен тығыздығы кезінде шығарылатын 3D SLM нысандарындағы кеуектіліктің алдын алуға көмектеседі. Лазердің жоғары тығыздығын пайдалану сканерлеудің төмен жылдамдықтарында қақпақшаны тудырады. Сондай-ақ, жоғары лазерлі қуат тығыздығы мен сканерлеудің жоғары жылдамдығы үшін шарлар әсері байқалады. Қайта қарап шығу кеуектілікті жоюға көмектеспеуі мүмкін, себебі газды көпіршіктері құлыпталмалы режимде өте терең қабаттарда құлыпталуы мүмкін. Бұл жағдайда қайта қарастыру үшін жеткілікті қуат пен жылдамдықты жасау өте қиын. Лазердің тығыздығы жоғары болған жағдайда, трассаларда жұтылу әсері мен күрделілігі күрделі морфологиясы бар қабатты құрайды. Келесі ұнтақ қабаты бұрынғы өте қатты синтезделген қабатта сақталған кезде, біркелкі емес сканерлеудің әртүрлі термофизикалық жағдайларына әкеледі. Жаңа синтезделген тректер әртүрлі геометриялық сипаттамаларға ие болады және олардың үстіңгі қабаты алдыңғы қабаттан басқа морфологиясы бар бір қабатты қалыптастырады.

Лазердің қуат тығыздығы - бұл лазерлік қуаттың лазерлік спектрдің ауданына қатынасы. Лазердің дозалық мөлшерін жоғарылату SLM процесін өткізгіш режимге дейін тұрақтандырады.

Әртүрлі лазерлік энергия тығыздықтарында және Ti6Al4V субстратында сканерлеу жылдамдықтарында өндірілген SLM біртұтас тректердің геометриялық сипаттамалары зерттелді. Температураға тәуелді қасиеттері бар өткізгіштік моделі балқытылған бассейннің және температуралық өрістердің CPM кезінде өлшенген мөлшері үшін пайдалы. Таңдамалы төмен және жоғары лазерлі тығыздықтағы Ti6Al4V қорытпасының лазердің балқуы кейбір ерекшеліктерге ие. Жоғары қуатты лазердің тығыздығын пайдалану технологиялық технологияның осы қоспасының тиімділігі мен өнімділігіне оң әсер ететін сканерлеу жылдамдығын және ұнтақ қабатының қалыңдығын ұлғайтуға мүмкіндік береді. Екінші жағынан, жоғары қуатты лазер тығыздығы материалдың өте терең енуіне және булануына, сондай-ақ балқытылған бассейннің тұрақсыздығына және баллистикалық әсерге әкелетін ұсақ және ұзақ балқытылған ваннаның өндірілуіне әкелуі мүмкін. Түйіршіктердің тесіктері немесе шарлау әсерімен туындаған тесіктер SLM нысанының сапасын төмендетеді. Оңтайлы сканерлеу стратегиясы мен технологиялық параметрлерін (лазердің тығыздығы, сканерлеу жылдамдығы, люктік қашықтығы және ұнтақ қабатының қалыңдығы) таңдау кезінде, жолдардың ені, биіктігі және қайтадан балқыған тереңдігі ғана емес, сондай-ақ тректерді қарастыру қажет.

Тұрақты және үздіксіз жалғыз тіректерді жасау үшін әр қуаттың тығыздығы түрлі ұнтақ қабатының қалыңдығындағы оңтайлы сканерлеу жылдамдығының өз ауқымын қамтиды. Бұл тректер әртүрлі сканерлеу стратегияларын қолдану арқылы топтар қалай қалыптасатынын зерттеу, сондай-ақ бұрыштық бөлшектер мен бөлшектерді бейімді бұрыштар мен торлы құрылымдармен қалай жасау керектігі нақты тапсырма болып табылады. Өндіріс барысында динамикалық өзгерген процестің параметрлері барлық SLM нысанын контурлау процедурасына ғана емес, күрделі нысандардың әр түрлі бөліктерін агломерациялау үшін пайдаланылуы мүмкін. Осылайша, осы технологияның ерекшеліктерін ескере отырып, 3D SLM объектілерінің қажетті сипаттамалары бар оңтайлы технологиялық параметрлерін таңдау қажет. Жылулық циклді, микроқұрылымды және соңғы 3D нысандарының қасиеттерін анықтайтын температура өрістері SLM саласындағы қазіргі заманғы зерттеулердің мәні болып табылады.

Әдебиеттер:

1. Rodela, A., Martinez, EY, Hernandez, DH, Martinez, E., Medina, F. & Wicker, RB 2009. «Микроқұрылым және механикалық биомедициналық қосымшалар үшін тез қабатты өндіріспен өндірілген Ti-6Al-4V».

2. Thijs, L., Verhaeghe, F., Craigs, T., Van Humbeeck, J. & Kruth, J.-P. «Ti-6Al-4V селективті лазердің балқуы кезінде микроқұрылымдық эволюцияны зерттеу». Acta Materialia, 58, pp 3303-3312.

3. Рамосое, М.Е., Чикванда, Х.К., Болоканг, А.С., Боэсен, Г. & Нгонда, Т.Н. «Қоспа өндірісі: биомедициналық қолдану үшін арналған TI-6AI-4V қорытпасының сипаттамасы».

4. Симонелли, М., Т.Е. & Tuck, С. 2012. «Селективті лазердің балқуымен өндірілген Ti-6Al-4V микроқұрылымы».

5. Kyogoku, H., Shimizuu, Y. & Yoshikawa, K. 2013. «Селективті лазермен еріген титанның морфологиясы».

6. Сандерс, Д.Ж. Гаусс «лазер сәулелерін сканерлеу арқылы алынған температуралық бөлу», 23 (1), 30-35 б.

7. Song, B., Dong, S., Liao, H. & Coddet, C. 2012. «Температураны үлестіру модельдеу және эксперименталды синтездеу негізінде Ti6Al4V таңдамалы лазермен балқыту процесін таңдау». 1

Аннотация. В данной статье описаны геометрические характеристики отдельных дорожек, изготовленных методом селективного лазерного плавления (SLM) при разных мощностях лазера (20-170 Вт) и скоростях сканирования (0,12,0 м / с). Моделирование распределения температуры во время обработки. Сделан вывод об оптимальных параметрах процесса и особенностях селективного лазерного плавления сплава Ti6Al4V при малых и высоких лазерных мощностях и скоростях сканирования. Анализ температурных полей создает возможности для создания деталей с желаемыми свойствами с помощью УУЗР.

Ключевые слова: SLM, 3D-объектив, Ti6Al4V, UKR, Градиент.

Annotation. This paper describes the geometrical characteristics of single tracks manufactured by selective laser melting (SLM) at different laser powers (20-170 W) and scanning speeds (0.12.0 m/s). Simulation of temperature distribution during processing is carried out. A conclusion about the optimal process parameters and peculiarities of selective laser melting of Ti6Al4V alloy at low and high laser powers and scanning speeds is reached. The analysis of temperature fields creates opportunities to build parts with the desired properties by using SLM.

Keywords: SLM, 3D head lens, Ti6Al4V environment, UKR, Gradient.

УДК: 669.391.52: 621.391: 62.376.9

Ш.Т.Жандосов

Научный руководитель – Б.С. Арымбеков, ассоциированный профессор, заведующий кафедры. Сатпаев Университет, Казахстан, г. Алматы

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева, Казахстан, г. Алматы

shah_znand@mail.ru

КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СЕЛЕКТИВНОМ ЛАЗЕРНОМ ПЛАВЛЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

Аннотация. *Основная цель данного исследования была выполнена для определения влияния параметров селективного лазерного спекания, таких как выходная мощность, лазерное расстояние между спеченным металлическим порошком точки во время изготовления добавки, а также ориентация модели относительно лазерного луча и подложки. на качество поверхности модели. В исследовании использовалось устройство для селективного лазерного спекания металлических порошков машиной Renishaw AM 125. На основе плана эксперимента было изготовлено 24 образца модели, которые были протестированы для определения шероховатости поверхности и, таким образом, описания*

влияния параметров процесса на модель и ориентации качества поверхности. Исследовательская модель была разработана и изготовлена с помощью программного обеспечения Autofab, а затем импортирована в машину, которая на основании плана эксперимента выполняет модели. На основании исследований было установлено, что модели качества поверхности с использованием нержавеющей стали 316L с предполагаемыми параметрами эксперимента зависят от параметров процесса, используемых в процессе селективного лазерного спекания, а также от ориентации сформированных стенок модели относительно на подложку и, следовательно, лазерный луч.

Ключевые слова: *Порошковая металлургия; Быстрое прототипирование; Производство добавок.*

Метод быстрого прототипирования был впервые представлен на рынке в 1987 году, после того как он был разработан с помощью стереолитографии. Сегодня этот метод также известен как изготовление в твердой форме, трехмерная печать, изготовление в свободной форме и аддитивное изготовление. Процесс изготовления быстрого прототипирования позволяет производить автоматическое построение физических моделей с использованием 3-мерных принтеров, стереолитографических машин и систем лазерного спекания, и плавления. Быстрое прототипирование - это компьютерная программа, которая создает трехмерные модели работы, полученные на основе чертежа с помощью автоматизированного проектирования (САПР). Он используется для быстрого и простого превращения дизайна продукта в физические образцы.

Селективное лазерное спекание SLM представляет собой метод аддитивного изготовления производственных моделей, прототипов и инструментов, предусматривающий слияние слоев порошка с помощью лазерного луча. Весь процесс контролируется программным обеспечением, установленным на специализированной компьютерной рабочей станции. В этом способе переходный слой исходного материала в виде порошка переводят в жидкое состояние и возвращают в твердое состояние. Начало процесса состоит в нанесении тонкого слоя порошка на стол вокруг регулируемой позиции оси Z. Этот слой служит подложкой для создаваемой модели.

Лазерный луч проводится на поверхности порошка в соответствии с ранее введенной и правильно настроенной информацией о последовательных слоях поперечного сечения изображения пространственного объекта. Выбор соответствующих параметров лазерного луча позволяет спекать в определенных областях частицы порошка. Поскольку последний слой сплавлен с ранее нанесенным слоем, получается однородная структура материала. Порошок, окружающий модель, принимает на себя роль поддержки модели, выполненной в слоях. Затем порошок рабочей платформы уменьшается на заданную высоту, и наносится еще один тонкий слой порошка, и снова происходит связывание частиц, и процесс повторяется до тех пор, пока не будет создана целая модель. По окончании процесса спекания и снижения температуры модели созданная деталь извлекается из камеры и проводится до соответствующей обработки.

Таким образом, готовые детали могут быть сформированы, и все узлы элементов, в том числе физически взаимосвязаны. Важным аспектом является тот факт, что с использованием метода SLS производится может иметь плотность, почти равную плотности элементов твердого материала (99%), в результате чего прочность этих элементов практически не отличается от деталей, изготовленных обычными способами. Преимущество этой технологии стало возможным благодаря дальнейшей обработке металлической структуры и возможности комбинирования ее с другими материалами, например, керамикой. Пример возможности тренировки моделей с помощью этой техники показан на рисунке. На рисунках представлены Пространственные модели открывалки для бутылок до снятия с рабочей подложки и до отделки, полностью выполненные методом SLS. Традиционные методы очень сложны. Реализация такой модели традиционными методами очень сложна или практически невозможна.

Качество изготавливаемых деталей является одной из задач аддитивного производства (АМ). Требования к повторяемости процесса и производственные стандарты для АМ значительно возросли в последние годы. Основными параметрами процесса в SLS являются мощность лазера, длина волны, диаметр пятна, скорость сканирования, расстояние штриховки, толщина слоя порошка. Материальными исходными параметрами являются порошковая грануломорфометрия, химический состав, термические, оптические, металлургические, механические и реологические характеристики. Важно установить связь между основными параметрами УУЗР и морфологией поверхности. Целью данного исследования является анализ влияния выходной мощности лазера, точечного расстояния между лазерным лучом и ориентации модели на качество скин-слоя, производимого СЛМ из металлических порошков 15-45 мкм. Этот сплав представляет собой аустенитные никель-хромовые стали, которые широко используются в химической, фармацевтической, нефтехимической, энергетической и контрольной отраслях промышленности. Химический состав порошка, использованного в этом исследовании, представлен в Таблице 2.

Измерения шероховатости образцов внутренних и наружных поверхностей проводились на профилографе Sutronic 25 фирмы Tylor-Hubson. Предполагалось, что длина измерений составляла 1,25 мм, а точность измерений составляла +0,01 мкм. Параметр Ra в соотв. Стандарт PN-EN ISO 4287: 1999 был принят как величина, описывающая шероховатость. Было проведено 5 измерений на каждом из исследованных образцов с каждой стороны, и было определено среднее значение, стандартное отклонение и доверительный интервал, предполагая, что доверительный коэффициент равен 1-a 0,95.

Эксперименты проводились на машине SLS типа AM 125 (Renishaw). Источником излучения являлся иттербиевый волоконный лазер с непрерывной волной YFL с длиной волны 1070 нм. Основные характеристики станка AM 125: максимальная мощность лазера 200 Вт в непрерывном режиме; максимальная скорость лазерного сканирования до 2000 мм / с; диаметр лазерного луча 35 мкм на поверхности порошка и толщина слоя 20 - 100 мкм. С помощью шагового двигателя строительную платформу можно перемещать с разрешением 2 мкм. Технологическая камера обеспечивает закрытую среду, заполненную азотом в качестве защитного газа.

В эксперименте был использован порошок из нержавеющей стали 316L, поставляемый компанией Renishaw, с размером зерна в диапазоне.

Образцы проводили с помощью рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС) с применением спектрометра EDS LINK ISIS от Oxford Company, входящего в состав электронного микроскопа Zeiss Supra 35. Исследование проводилось при ускоряющем напряжении 20 кВ.

Для определения взаимосвязи между применяемыми технологическими параметрами и ориентацией модели относительно падающего луча и качеством структуры поверхности испытания, выполненного с использованием сканирующей электронной микроскопии и химического состава, с использованием метода EDS, результаты которого показано на рис. 4 и 5.

В результате этих исследований было установлено, что все модели анализируемых поверхностей характеризуются выраженной неоднородностью, связанной с наличием в структуре поверхности микрочастиц в виде ряда капель частиц порошка, а также партия сферической формы, которая не полностью спечена и закреплена только на подложке в результате слишком короткого времени между выполнением модели стенок и нанесением еще одного тонкого слоя порошка нержавеющей стали 316L. Также наблюдали отвержденные частицы сферической формы, а также агломераты, образованные из нескольких комбинированных микрочастиц (фиг.4). Было обнаружено, что некоторые углубления образуются, вероятно, при разрушении порошка из спеченных частиц после завершения процесса селективного лазерного спекания.

В результате деградации поверхности, выполненной из элементов, и рентгеновского количественного микроанализа, снятого с использованием спектрометра энергетического

рассеянного рентгеновского ЭЦП с использованием вторичного электрона, подтвердили наличие основных элементов в анализируемой нержавеющей стали 316L (таблица 4).

В результате количественного рентгеновского микроанализа была получена информация об элементах, присутствующих в выбранных микрообластях

Из исследованных моделей и в результате количественного анализа была получена информация о массе и атомной концентрации отдельных элементов (табл. 4).

По техническим причинам в расчеты не включена информация об образцах, изготовленных из лазера с выходной мощностью 150 Вт и расстоянием между точками 30 мкм. Авторы хотели бы отметить, что ошибки измерения, возникающие при измерениях шероховатости, не превышали 5%. Различное качество поверхности можно наблюдать по показателю шероховатости, как показано на рис. 6 и 7. Шероховатость поверхности моделей, ориентированных на подложку под углом 60 градусов, явно ниже, чем шероховатость поверхности моделей, ориентированных перпендикулярно подложке. Таким образом, можно считать, что глубокие отверстия и прилипшие полусинтетированные частицы на поверхности сильно увеличивают шероховатость поверхности и уменьшают точность размеров.

В результате шероховатости не было значительного влияния расстояния до точки и выходной мощности лазера на величину шероховатости поверхности. Единственные различия между шероховатостью поверхности и влиянием этих параметров касаются внутренних и внешних стенок одинаково ориентированных. Измерение шероховатости наружных и внутренних стен показало значительные различия в шероховатости поверхности из-за изменений выходной мощности лазера и расстояния до точки. Эти различия в некоторых случаях составляют примерно 70%. Например (рис. 7), модель сделала лазерную мощность 100 Вт и расстояние до точки 10 мкм, шероховатость внутренней стенки составляла около 2,57 мкм и для той же модели с теми же заданными параметрами шероховатость внешней стенки была около 7,83 мкм. Аналогичная ситуация наблюдалась для образцов, изготовленных с выходной мощностью лазера 125 Вт и расстоянием между точками 50 мкм. Шероховатость внутренней стенки была около 2,45 мкм и для шероховатости наружной стенки было около 7,05 мкм. В большинстве других случаев на моделях, ориентированных на подложку под углом 60 градусов, было обнаружено, что шероховатость внутренней поверхности примерно на 15-20% меньше относительно наружной стенки.

Наименьшее значение шероховатости поверхности, ориентированной под углом 60 градусов относительно подложки, было отмечено для внутренней стенки модели, выполненной с выходной мощностью лазера 125 Вт, а расстояние между точками 50 мкм составило 2,45 мкм. Наибольшее значение отмечено для шероховатости наружной стенки модели, достигнутой мощностью лазера 175 Вт и расстоянием между точками 20 мкм, где значение этого параметра составило 9,1 мкм.

Для образцов со стенками, ориентированными перпендикулярно (рис. 8) к подложке, были найдены те же корреляции, что и для моделей, ориентированных под углом 60 градусов, но разница между шероховатостью внутренней стенки и внешней немного меньше и составляет примерно 10 %, а в некоторых случаях находится в пределах погрешности измерения, что указывает на стабильную производительность и воспроизводимость текущего процесса. В некоторых случаях измерение шероховатости находится в пределах погрешности измерения, что указывает на равномерную производительность и повторяемость текущего процесса. Наименьшее значение шероховатости поверхности, ориентированной перпендикулярно подложке, наблюдалось для внутренней стенки, изготовленной с помощью выходной мощности лазера 100 Вт, а точка расстояния 20 мкм составляла 5,49, а наибольшее значение отмечено для шероховатости внешней стенки, выполненной лазером, выходная мощность 150 Вт и расстояние до точки 20 мкм, где значение этого параметра составляло 8,59 мкм

Завершено исследование, направленное на выбор оптимальных параметров для моделей производительности, чтобы получить как можно меньше шероховатость поверхности. Исследование включало следующие параметры, влияющие на качество производительности, то есть мощность лазера, расстояние между лазерными точками спеченного металлического порошка в процессе селективного лазерного спекания, а также ориентацию модели относительно лазерного луча и подложки.

На основании исследований было установлено, что модели качества поверхности с использованием нержавеющей стали 316L с предполагаемыми параметрами эксперимента зависят от параметров процесса, используемых при селективном лазерном спекании, а также от ориентации сформированных стенок модели относительно подложка и, следовательно, лазерный луч. Для моделей, выполненных под углом 60 градусов относительно подложки, разница между шероховатостью внешней и внутренней стенок составляет примерно до 70%. Рекомендуется уменьшить шероховатость модели поверхности и, таким образом, повысить точность ее изготовления, чтобы ее можно было расположить таким образом, чтобы максимально возможная площадь поверхности для выполнения была под углом 30% относительно лазерного луча.

Литературы:

1. I. Yadroitsev, I. Smurov, Surface morphology in Selective Laser Melting of metal powders, Physics Procedia 12 (2011) 264-270.

2. C.M. Taylor, T.H.C. Childs, C. Hauser, Morphology of direct SLS-processed stainless steel layers, Proceedings of the 13th Solid Solid Freeform Fabrication Symposium, Austin, 2002, 530-537.

3. I. Yadroitsev, P. Bertrand, I. Smurov, Parametric analysis of the selective laser melting process, Applied Surface Science 253 (2007) 8064-8069.

4. F. Klocke, C. Wagner, C. Ader, Development of an integrated model for selective laser sintering, Proceedings of the CIRP International Seminar on Manufacturing Systems, Saarbrücken, 2003, 387-392.

5. J.P. Kruth, P. Mercelis, J. Van Vaerenbergh, L. Froyen, M. Rombouts, Binding mechanisms in selective laser sintering and selective laser melting, Rapid Prototyping Journal 11/1 (2005) 26-36.

6. A. Simchi, The role of particle size on the laser sintering of iron powder, Metallurgical and Materials Transactions B 35/5 (2004) 937-948.

7. K. Osakada, M. Shiomi, Flexible manufacturing of metallic products by selective laser melting of powder, International Journal of Machine Tools and Manufacture 46 (2006) 1188-1193.

8. E. Brinksmeier, G. Levy, D. Meyer, A.B. Spierings, Surface integrity of selective-laser-melted components, CIRP Annals - Manufacturing Technology 59 (2010) 601-606.

9. B. Zhang, L. Zhu, H. Liao, Ch. Coddet, Improvement of surface properties of SLM parts by atmospheric plasma spraying coating, Applied Surface Science 263 (2012) 777-782.

Ш.Т.Жандосов, Б.С. Арымбеков

Металл ұнтақтарын селективті балқыту кезіндегі бетінің сапасы

Андатпа. Зерттеудің негізгі мақсаты лазерлік пучка мен субстратқа қатысты модельдің бағдарлануы, сонымен қатар, шығыс қуаты, қоспа өндірісі кезінде синтетикалық металл ұнтақ нүктелері арасындағы лазерлік қашықтық сияқты лазерлік синерацияның параметрлерін анықтау болды. моделінің беткі сапасына қатысты. Зерттеу барысында Renishaw AM 125 машинасы бар метал ұнтақтарын таңдаулы лазерлік синтездеуге арналған құрылғы қолданылды, эксперименттік конструкциялар негізінде бетінің кедір-бұдырын анықтау үшін сыналған 24 үлгі үлгісі жасалды және технологиялық параметрлердің моделіне және сапа бағдарларына әсерін сипаттады беті. Зерттеу үлгісі Autofab бағдарламалық жасақтамасы арқылы жасалды және жасалды, содан кейін эксперимент жоспарына негізделген модельді іске асыратын машинаға импортталды. Зерттеудің негізінде, 316L баспайтын болаттан, болжамды эксперименталды параметрлерді қолданатын бетінің сапалы үлгілері, лазерлік синтездеу үрдісінде қолданылатын процестің параметрлеріне, сондай-ақ қабатталған модельдің қабатының субстратқа қатысты бағытына байланысты және, демек, сәуле.

Түйінді сөздер: ұнтақ металлургиясы; Жылдам прототипі; Қоспаларды өндіру.

S.T.Zhandossov, B.S. Arymbekov
Surface quality in selective laser melting of metal powders

Annotation. The main objective of this study was to determine the effect of selective laser sintering parameters, such as output power, laser distance between the sintered metal powder points during the manufacture of the additive, as well as the orientation of the model relative to the laser beam and the substrate. On the surface quality of the model. The study used a device for selective laser sintering of metal powders with a Renishaw AM 125 machine. Based on the experimental design, 24 model samples were made that were tested to determine the surface roughness and, thus, describe the effect of process parameters on the model and quality orientation surface. The research model was designed and manufactured using Autofab software, and then imported into a machine that, based on the experiment plan, executes the model. Based on the research, it was found that surface quality models using 316L stainless steel with the assumed experimental parameters depend on the process parameters used in the selective laser sintering process, as well as on the orientation of the formed walls of the model relative to the substrate and, therefore, Ray.

Keywords: Powder metallurgy; Rapid prototyping; Manufacture of additives.

УДК: 669.391.52: 621.391: 621.376.9

З.З. Жуман
Научный руководитель - Б.С.Арымбеков, профессор
Сатпаев Университет, Қазақстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева,
Қазақстан, г. Алматы
zhanatuly96@gmail.com

ПОШИВ МИКРОСТРУКТУР И СВОЙСТВ В ДЕТАЛЯХ АП НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛА

Аннотация. *В данной статье приведены основные методы селективное лазерное спекание или плавление, так называемые (SLS или SLM) - это процесс Аддитивного производство, когда деталь строится слой за слоем из металлического, керамического или полимерного порошка. В конечном итоге неиспользованный порошок удаляется и перерабатывается. Первый этап в нашем проекте будет состоять в соединении микроструктур деталей АП с различными параметрами обработки: мощностью и скоростью лазера, стратегией лазерного сканирования, температурой предварительного нагрева. На втором этапе проекта будет изучено, как можно оптимизировать унаследованные микроструктуры на основе термической или термомеханической обработки.*

Ключевые слова: *пошив микроструктур, SLM, SLS, алюминиевый сплав.*

Селективное лазерное спекание или плавление (SLS или SLM) - это процесс АП, когда деталь строится слой за слоем из металлического, керамического или полимерного порошка. На каждом этапе порошковый слой наносится на подложку и выборочно плавится (или частично плавится в SLS) лазерным лучом, управляемым системой CAM. После охлаждения материал уплотняется и осаждается новый слой порошка. Последовательность операций повторяется до завершения детали. В конце неиспользованный порошок удаляется и перерабатывается.

LGPP имеет более чем 20-летний опыт в области SLS / SLM для металлических / керамических порошков. Основными областями деятельности являются оптимизация параметров (для новых материалов, лазеров и приложений), мониторинг и контроль процессов, а также характеристика деталей. Поиск основан на теоретических аспектах и экспериментальных исследованиях. LGPP использует модульную платформу для спекания, оснащенный датчиками, такими как ИК-камеры для измерения температуры. Компания LSMX обладает обширным опытом в усовершенствованных процессах затвердевания и связанных с ними микроструктурах, включая численное моделирование трещин в

полутвердом состоянии и прогнозирование остаточных тепловых напряжений. Контроль микроструктуры металлов и сплавов с помощью термомеханической обработки, с акцентом на индуцированные свойства. С сентября 2014 года термомеханические обработки будут проводиться на машине Глибля с использованием прямого сопротивления нагреву (эффект Джоуля) с возможными испытаниями в растяжение, сжатие, плоскостное сжатие, d многоосное сжатие. Конструкция машины позволяет очень быстро нагревать и охлаждать образцы, независимо от механической нагрузки.

Первый шаг в проекте будет состоять в соединении микроструктур деталей АП с различными параметрами обработки: мощностью и скоростью лазера, стратегией лазерного сканирования, температурой предварительного нагрева и т.д. Следует подчеркнуть, что поиск окна процесса, как правило, является длительной и утомительной задачей, которая может занять месяцы для данный материал. Для некоторых материалов такое окно процесса просто не может быть найдено. Критериями для определения приемлемого окна процесса являются: (i) способность «склеивать» частицы порошка вместе, (ii) минимальная остаточная пористость или полная плотность, (iii) ограниченные отрицательные тепловые эффекты, которые могут привести к явлениям растрескивания или образования трещин

На втором этапе проекта будет изучено, как можно оптимизировать унаследованные микроструктуры на основе термической и / или термомеханической обработки. На рисунке показан пример широко известного и широко распространенного титанового сплава Ti6Al4V, где очевидно, что материал SLM более твердый, но гораздо менее пластичный, чем кованый материал. На рисунке можно наблюдать пористость (в черный), для данной стратегии лазерного сканирования. Дополнительные термообработки могут улучшить механическое поведение материала SLM, но сочетание прочности и пластичности никогда не достигнет значений, показанных на рисунке для обычного кованого материала. Кроме того, термообработка может быть длительной и сложной, что является нежелательным при работе с АП, где требуется эффективность.

В настоящем проекте будет проверено использование машины Глибля для улучшения механических свойств материалов УУЗР путем применения термической и термомеханической обработки с прямым нагревом сопротивления. Предполагается, что локальный нагрев внутри материала будет концентрироваться в зонах пористости или пониженной плотности, поскольку эффект Джоуля будет усиливаться там, где соединение между частицами порошка слабое, а результирующее электрическое сопротивление («контактное» сопротивление) будет высоким. Затем разрешить местное спекание / переплавку в слабых зонах, в то время как остальная часть материала останется в твердом состоянии. Дополнительная механическая нагрузка, сохраняющая внешнюю форму (например, многоосное сжатие, также может быть использована для (i) адаптации размера зерна и / или (ii) изменения локальной текстуры, унаследованной от столбчатых структур, индуцированных условиями SLM, приводя к (как правило, не желательно) анизотропные механические свойства. Следовательно, этот подход должен позволять определять новые стратегии обработки с меньшими ограничениями из-за возможности быстрого заживления материала после этого. Пористость и даже локализованное растрескивание были бы приемлемы на стадии SLM / SLS, при условии, что быстрого локального переплава, возможно, под приложенным давлением, было бы достаточно, чтобы залечить эти дефекты. Подчеркивается, что предложенная идея является новой в контексте АП, но его можно найти в литературе по Spark Plasma Sintering. Это также очень хорошо согласуется с предложением профессора Michele Ceriotti, в котором предлагается изучить частичное плавление зерен порошка с помощью моделирования молекулярной динамики. Усовершенствованная оптимизация микроструктуры благодаря размеру и текстуре зерна контроль также будет доступен в этой работе.

Типичным материалом, который можно было бы рассмотреть в этом проекте, являются стали для литья под давлением (18Ni300) для инструментов, нержавеющая сталь (316L) и

серебросодержащие сплавы для применения в часовой промышленности, а также титановые сплавы (Ti6Al4V) для медицинских / стоматологических применений. Эти материалы обладают теплопроводностью, которая меняются на два порядка, что приводит к очень различным распределениям тепла во время процесса УУЗР. Чтобы проиллюстрировать поразительный случай, когда понадобится исцеление материала, можно также проверить композитный материал. Например, керамика, такая как оксид алюминия, которая не может плавиться, в сочетании с металлическим связующим (например, AlSi10Mg). В этом случае целевые приложения снова будут работать.

Литературы:

1. Boillat E.and Glardon R. Numerical simulation of the selective laser sintering process. In Deville M.and Owen R., editor, 16th IMACS World Congress, 2000.
2. S.Kolossov, E.Boillat, R.Glardon, P.Fischer, and M.Locher. 3D FE Simulation for the Temperature Evolution during the Selective Laser Sintering Process. International Journal of MachineTools and Manufacture, 44:117–123, 2004.
3. S. Kolossov. Non-Linear Model and Finite ElementSimulation of the Selective Laser Sintering Process. PhD thesis, EPFL, 2005. 3178.
4. C. André. Modélisation quantitative du procédé de frittage sélectif par laser: relation paramètres/microstructure. PhD thesis, EPFL, 2007. 3716.
5. J. Jhabvala. Study of the consolidation process under macro-and microscopic thermal effects in Selective Laser Sintering and Selective Laser Melting. PhD thesis, EPFL, 2010. 4609.
6. J. Jhabvala, E. Boillat, and R. Glardon.On the use of EBSD analysisto investigate the microstructure ofgold samples built by selective lasermelting. Gold Bulletin, 44(2):113–118,2011.
7. P. Bernard, S. Bag, K. Huang and R.E. Logé, A two-site mean field model of discontinuous dynamic recrystallization.Materials Science and Engineering A528: 7357-7367, 2011.
8. N. Bozzolo, S. Jacomet and R.E. Logé, Fast in-situannealing stage coupled with EBSD: A suitable tool to observe quick recrystallization mechanisms.Materials Characterization70: 28-32, 2012.
9. N. Bozzolo, N. Souai, R.E. Logé.Evolution of microstructure and twin density during thermomechanical processing in a γ–γ''nickel-based superalloy", Acta Materialia60: 5056–5066, 2012.
10. L. Toualbi, C. Cayron, P. Olier, R. Logé, Y. de Carlan, Relationships betweenmechanical behavior and microstructural evolutions in Fe-9Cr-ODSduring the fabrication route of SFR cladding tubes.J. Nuclear Materials442: 410-416, 2013.
11. B. Vrancken, L. Thijs, J-P. Kruth, J. Van Humbeeck, Heat treatment of Ti6Al4V produced by Selective Laser Melting: Microstructure and mechanical properties.J. Alloys & Compounds 541:177–185, 2012.
12. L. Thijs, F. Verhaeghe, T. Craeghs, J. Van Humbeeck, J-P. Kruth,A study of the microstructural evolution duringselective laser melting of Ti-6Al-4V. Acta Mater 58(9):3303–3312, 2010.
13. Y.Quan, F. Zhang, H. Rebl, B. Nebe, O. Keßler, E. Burkel, Ti6Al4V foamsfabricatedbysparkplasmasinteringwithpost-heattreatment. Materials Science & Engineering A 565: 118–125, 2013.

Absract. This article presents the main methods of selective laser sintering or melting, the so-called (SLS or SLM) - is the process of additive production, when the part is built layer by layer of metal, ceramic or polymer powder. Ultimately, unused powder is removed and recycled. The first stage in our project will consist in combining the microstructures of AP parts with different processing parameters: laser power and speed, laser scanning strategy, and preheating temperature. At the second stage of the project, it will be studied how to optimize the inherited microstructures based on thermal or thermo mechanical processing.

Key words: tailoring microstructures, SLM, SLS, aluminium alloy

Аңдатпа. Бұл мақалада (SLS немесе SMM) деп аталатын селективті лазерлік жентектеу немесе қорытпалау негізгі әдістері берілген-бұл металл, керамикалық немесе полимерлік ұнтақтан жасалған қабаттың артында қабат салынған аддитивті өндіріс процесі. Нәтижесінде пайдаланылмаған ұнтақ жойылады және өңделеді. Біздің жобамыздағы бірінші кезең әр түрлі өңдеу параметрлерімен: лазердің қуаты мен жылдамдығы, лазерлік сканерлеу стратегиясы, алдын ала қыздыру температурасы бар АП бөлшектерінің микроқұрылымдарын біріктіруден тұрады. Жобаның екінші кезеңінде термиялық немесе термомеханикалық өңдеу негізінде зерттелетін микроқұрылымдарды оңтайландыруға болады.
Түйін сөздер: микроқұрылымдарды тігу, SLS, SLS, алюминий қорытпасы.

УДК: 669.391.52: 621.391: 621.376.9

Г.А. Камаш
Научный руководитель - Б.С.Арымбеков, профессор
Сатпаев Университет, Қазақстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева,
Қазақстан, г. Алматы
danakamash@inbox.ru

ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ В МИКРО ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. *В настоящее время одна из все более важных целей в промышленности (от аэрокосмической и автомобильной до биомедицинской и химический) - уменьшить размер компонентов и производить небольшие устройства с высокой функциональностью. Селективное лазерное плавление позволяет создавать полнофункциональные микрочастицы непосредственно из металлических порошков без использования каких-либо промежуточных связующих или каких-либо дополнительных этапов обработки. Уплотнение порошка с помощью локального лазерного плавления является многообещающей технологией производства благодаря легкому контролю над нанесением порошка и лазерным излучением. В настоящем исследовании технологии СЛП была применена для изготовления нескольких моделей, которые могли бы использоваться в системах микроохлаждения, объектах с высокоразвитой поверхностью и малогабаритным элементом Kenics® для прямого смешивания потоков жидкости.*
Ключевые слова: *селективное лазерное плавление; металлические порошки; микро производство.*

В настоящее время микропроизводственная промышленность (МП) (MEMS, микромедицинские приложения, микродвигатели и т. Д.) стремительно расширяется и нуждается в широком спектре новых продуктов и новых подходов (Kennedy, 2009). Селективное лазерное плавление (СЛП) известна как уникальная технология производства изделий из металлических или керамических порошков со сложной геометрией и механическими свойствами, сопоставимыми с объемными материалами. Кроме того, это многообещающий метод изготовления функционально-классифицированных многокомпонентных деталей. Технологию СЛП можно использовать на всех этапах разработки продукта - от концепции дизайна до производства в малых объемах (Chuaet al., 2010; Wohlers, 2010; Всемирное руководство по-быстрому прототипированию, 2010). Одним из главных критериев является точность изготовления с учетом желаемых размеров конечного продукта. В настоящее время машины SLM способны производить детали в диапазоне от нескольких миллиметров до 250 мм. Современные потребности рынка ставят новые задачи, связанные с увеличением размеров изготавливаемых деталей (>250 мм, увеличение) и их минимизацией (<1 мм, уменьшение). В данном исследовании было

проанализировано возможность использования технологии СЛП для изготовление микроразмерных частей.

2. Методика Эксперимента

Нержавеющая сталь (НС) марка 904L - это аустенитная никельхромовая сталь, которая широко используется для изготовления деталей по технологии СЛП. В нашем исследовании использовались предварительно легированные газораспыленные порошки из нержавеющей стали марки 904L (–16 мкм) и (–7 мкм) от Sandvik Osprey Ltd. Химический состав (мас.%) Порошков был следующим: Fe (остаток), Ni (23-28%), Cr (19-23%), Mo (4-5%), Cu (1-2%). Si (макс. 2%), Mn (0,55%), C (макс. 0,02%), P (макс. 0,045%), S (макс. 0,035%). Грануломорфологический анализ частиц осуществляли с помощью оптического грануломорфометра ALPAGA 500 NANO, который представляет собой систему оптического просеивания в реальном времени (OCCHIO s.a.). Порошки сушили нагреванием до + 80 ° C в течение 12 часов, а затем охлаждали в холодильной камере. Кажущуюся и удельную плотность измеряли при комнатной температуре и относительной влажности воздуха 50-55%. Для всех порошков большая часть частицы имели высокую сферичность и гладкую поверхность с незначительным количеством сателлитов.

Эксперименты проводились на машине SLM PM 100 (Phenix Systems). Источник излучения - иттербиевый волоконный лазер YLR-50 непрерывного действия компании IPG Photonics, работающий на длине волны 1075 нм. Основные характеристики машины PM 100: максимальная мощность лазера P = 50 Вт, максимальная скорость сканирования лазера V = 3 м / с, размер лазерного пятна 70 мкм, минимальная толщина слоя 5 мкм. (для мелких порошков). Печь машины обеспечивает температуру до 900°C и имеет закрытую среду, заполненную азотом или аргоном в качестве защитного газа.

3. Результаты И Обсуждение

3.1 Изготовление Деталей С Микроразмерными Элементами

Была проведена серия экспериментов по изготовлению объектов с развитой поверхностью и тонкой микроразмерной структурой (тонкие пластины с вертикальными цилиндрами). Такой объект может быть использован в качестве подложки для поддержки катализаторов в химических реакциях.

Дальнейшее уменьшение диаметра штифтов и увеличение количества штифтов на единицу площади привело к значительным трудностям: штифты имеют неправильную форму и контакты с пластиной изнашиваются.

Для изготовления малогабаритных была применена технология Kenics SLM. Чтобы смесительный элемент направлял поток материала в радиальном направлении к стенкам трубы и обратно к центру, был разработан статический смеситель Kenics® серии KM. Дополнительное изменение скорости и разделение потока являются результатом сочетания чередующихся правых и левых элементов, что повышает эффективность перемешивания. Смесители Kenics используются во многих отраслях промышленности для различных задач смешивания, диспергирования, теплообмена и контроля времени пребывания.

3.2 Будущие тенденции СЛП в МП

Дальнейшее уменьшение размеров конструктивных элементов и полностью функциональных объектов приводит к значительным трудностям (Bartolo et al., 2008), сложно воспроизвести форму образца, соответствующую модели CAD. Как показано Yadroitsev et al. (2009), минимальный регулярный зазор ~ 60 мкм между параллельными стенками шириной 140 мкм был достигнут на расстоянии люка 200 мкм (на меньшем расстоянии между люками стены часто соединялись между ними, и, следовательно, регулярная сквозная пористость не наблюдалась) Важную роль начинают играть размер лазерного фокального пятна, размер частиц порошка, расслоение порошка, толщина и плотность упаковки осажденного слоя и процессы теплообмена в зоне лазерно-порошкового взаимодействия (Kingskog et al., 2000; Симчи, 2004; Гусаров и др., 2009). Для получения положительных результатов в процессе миниатюризации необходимо построить новые специализированные машины СЛП.

Для изготовления функциональных деталей для промышленности МП (например, деталей двигателя из микророботов из титана или пьезокерамики) достаточно небольшой рабочей площади 1x1 см. Поэтому возможно использование компактного лазера малой мощности (~ 1-5 Вт) с высокостабильным и качественным лазерным излучением (режим TEM00). Небольшая рабочая зона позволяет применять оптику с коротким фокусным расстоянием. При диаметре фокального пятна 10 мкм плотность лазерного излучения для лазеров этого типа составляет около 1-5-106 Вт / см2, что достаточно для плавления металлических и керамических порошков. Использование тонкого порошка (–5 мкм) и тонких порошковых слоев (~ 10 мкм) позволит получить структурные элементы размером около 20 мкм и полностью функциональные детали ~ 100–500 мкм. Сегодня одна из основных проблем в Микропроизводство СЛП - это разработка инновационных систем для нанесения тонких слоев тонких порошков с высокой однородностью и высокой плотностью упаковки.

4. Вывод

Новые подходы позволяют разрабатывать недорогие (снизить цену в 5–10 раз), компактные, функциональные, простые в использовании машины СЛП. Это позволит широко распространить этот класс машин в исследовательских центрах и на предприятиях, занятых в сфере микропроизводства. Новые технические решения могут быть реализованы намного быстрее в производстве.

Эти инновационные машины СЛП откроют новую страницу в области микропроизводства и позволят производить все более мелкие и мелкие компоненты и функциональные детали с невероятными размерами и точностью.

Литературы:

1. Bartolo, P.J. et al. (ред.) (2008). Виртуальное и быстрое производство, Taylor & Francis Group, ISBN: 978-0-415-41602-3, Лондон

2. Chua, C. K .; Леонг, K. F. & Lim, C. S. (2010). Быстрое прототипирование. Принципы и приложения, 3-е изд. World Scientific, ISBN: 978-9812778987

3. Гусаров А. В .; Ядроцев, я .; Бертран, тел .; Смуров И. (2009). Модель излучения и теплообмена в зоне лазерно-порошкового взаимодействия при селективном лазерном плавлении. Журнал теплообмена, вып. 131, № 7, 072101-1 - 072101-10.

4. Кеннеди, Б. (2009). Масштабируется для Micro, доступно по адресу: http://www.micromanufacturing.com Доступ к: 2009-05-06

5. Кингског, Т .; Кулкарни, К .; Мосснер, W .; Whychell, D. (2000). Влияние размера порошкового материала на свойства деталей MIM. Труды достижений в области порошковой металлургии и материалов в виде частиц, Принстон, Нью-Джерси, MPIF, Vol. 4, 185–193.

6. Симчи А. (2004). Роль размера частиц при лазерном спекании железного порошка. Металлургические и материальные сделки B, Vol. 35, № 5, 937-948.

7. Всемирное руководство по быстрому прототипированию (2010): http://www.additive3d.com

8. WohlersT. (2010). Аддитивное производство: Состояние промышленности, Wohlers Associates, Inc., ISBN: 0-9754429-6-1

9. Ядроцев И., Шишковский И. .; Бертран, Ph. & Смуров, I. (2009). Изготовление тонко структурированных трехмерных пористых фильтрующих элементов методом селективной лазерной плавки. Прикладная наука о поверхности, Vol. 255, № 10, 5523–5527

Аңдатпа. Қазіргі уақытта өнеркәсіпте аса маңызды мақсаттардың бірі (аэрофарыштық және автомобильден биомедициналық және химиялық) - компоненттердің мөлшерін азайту және функциясы жоғары шағын құрылғыларды өндіру. Селективті лазерлік балқыту қандай да бір аралық байланыстырғыштарды немесе өңдеудің қандай да бір қосымша кезеңдерін пайдаланбай, тікелей металл ұнтақтарынан толық функционалды микрочастиктерді жасауға мүмкіндік береді. Жергілікті лазерлік балқытудың көмегімен ұнтақты тығыздау-ұнтақты жағу мен лазерлік сәулелендіруді оңай бақылау арқылы өндірістің көп перспективалық технологиясы. Осы зерттеуде СЛБ технологиясын микро салқындату жүйелерінде, беті жоғары дамыған объектілерде және сұйықтық ағынын тікелей араластыру үшін Kenics шағын габаритті элементі бар бірнеше модельдер жасау үшін қолданылған.

Түйін сөздер: селективті лазерлік балқыту; металл ұнтақтар; микро өндіріс.

Annotation. Currently, one of increasingly important purposes in industry (from aerospace and automotive to biomedical and chemical) is to decrease component size and produce small-sized devices with high functionality. Selective laser melting makes it possible to create fully functional micro parts directly from metal powders without using any intermediate binders or any additional processing steps. Consolidation of powder by local laser melting is a promising manufacturing technique because of easy control over powder deposition and laser radiation. In present study the SLM technology was applied for fabrication of several models that could be used in micro cooling systems, the objects with highly developed surface and small-sized Kenics® element to direct mixing of fluid flows.
Key words: Selective laser melting; Metallic powders; Micro manufacturing

ӘОЖ: 669.391.52: 621.391: 621.376.9

А.Б. Кентайқызы
Научный руководитель - Б.С.Арымбеков, профессор
Сатпаев Университет, Қазақстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева,
Қазақстан, г. Алматы
akosyabaibatsha@mail.ru

ОБ ИЗМЕРЕНИИ РАЗМЕРНЫХ КАЧЕСТВ МИКРОСТРУКТУРНЫХ СТОЕК ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ИЗГОТОВЛЕНО МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

Аннотация. *Мақалада бетінің сапасын өлшеу, ломммаавасмаипиипммипмамаөлшемді дәлдік және көлденең қима сипатталады. Селективті лазердің балқуынан жасалған титан қорытпасынан (Ti-6Al-4V) жасалған дөңгелек секциялы микро түстер. Бұл сапа материалдардың сипаттамалары мен сипаттамаларына байланысты.*
Түйін сөздер: *қима, селективті лазер, микро түстер.*

Селективное лазерное спекание — это метод аддитивного производства, который заключается в спекании мелкодисперсного порошкового (обычно, металлического) материала с помощью лазера. Процесс нацеливания лазера осуществляется автоматически по заранее созданной 3D-модели, которая может быть создана в графическом редакторе. Метод селективного лазерного спекания был разработан и запатентован в результате совместной работы доктора Карла Декарда и научного руководителя, доктора Джо Бимана в Техасском университете в Остине в середине 1980-х годов при поддержке Агентства по перспективным оборонным научно-исследовательским разработкам США. Декард и Биман участвовали в создании компании для продвижения технологии селективного лазерного спекания на рынок, однако фирма была выкуплена в 2001 году конкурентами — компанией 3D Systems. С 2014 года технология является общедоступной, в связи с истекшим сроком последнего заявленного патента. Для создания изделия путем селективного лазерного спекания на поверхность подложки наносится слой порошка, поступающий из емкости подачи, и равномерно распределяется с помощью устройства выравнивания. Включается лазер, луч которого, направляемый подвижными зеркалами и фокусирующей линзой, по сгенерированным 3D-моделям сканирует поверхность нанесенного слоя порошка и формирует первичный слой изготавливаемого объекта методом спекания. Таким образом оказываются спеченными те области, которые соответствуют текущему срезу изделия. После завершения сканирования подвижное дно рабочей камеры опускается на толщину наносимого слоя порошка, тем самым переходя к следующему срезу изделия. При необходимости, на поверхность сканирования добавляется порошок, так как в процессе работы он расходуется. Дойдя до верхней точки модели, процесс останавливается, платформа с готовым изделием поднимается для очистки от неиспользованного порошка. В качестве порошка для изготовления изделий селективным лазерным спеканием могут

использоваться как однокомпонентные материалы, так и порошковые смеси. По сравнению с другими методами аддитивного производства, селективным лазерным спеканием можно изготавливать детали из относительно широкого диапазона коммерчески доступных порошкообразных материалов. К ним относятся полимеры, такие как нейлон (чистый, стеклонаполненного, или с другими наполнителями) или полистирол, керамика, стекло, металлы, включая сталь, титан, смеси сплавов, композиционных материалов.

Селективное лазерное спекание используется по всему миру, так как позволяет легко и быстро производить изделия сложной формы на основе цифровых данных. Первоначально данным способом создавались прототипы и модели на раннем этапе конструирования, однако сейчас метод широко используется в производстве окончательных продуктов. Сфера применения 3D-печати методом селективного лазерного спекания обширна: детали силовых установок, авиастроение, машиностроение, космонавтика. В последнее время технология используется для создания предметов искусства и дизайна.

Технология селективного лазерного плавления (SLM/DMP) SLM/DMP (Selective Laser Melting / Direct Metal Printing) – селективное (выборочное) лазерное плавление – новаторская технология изготовления сложных по форме и структуре изделий из металлических порошков по математическим CAD-моделям. Этот процесс заключается в последовательном послойном расплавлении порошкового материала посредством мощного лазерного излучения. SLM открывает перед современными производствами широчайшие возможности, так как позволяет создавать металлические изделия высокой точности и плотности.

Селективное лазерное плавление – одна из технологий 3D-печати металлом, которые способны с успехом заменить классические производственные процессы. Оно позволяет изготовить изделия, превосходящие по физико-механическим свойствам продукты стандартных технологий. С помощью селективного лазерного плавления можно создать уникальные сложнопрофильные изделия без использования мехобработки и дорогой оснастки, в частности, благодаря возможности управлять физико-механическими свойствами изделий.

Как происходит селективное лазерное плавление. Видео SLM-машины призваны решать сложные задачи на авиакосмических, энергетических, нефтегазовых, машиностроительных производствах, в металлообработке, медицине и ювелирном деле. Их также используют в научных центрах, конструкторских бюро и учебных заведениях при проведении исследований и экспериментальных работ.

Термин «лазерное спекание», который нередко применяют для описания SLM, является не совсем точным, поскольку подаваемый на 3D-принтер металлический порошок под лучом лазера не спекается, а полностью расплавляется и превращается в однородное сырье.

Литературы:

1. Александров, Н. М. Немецко-русский словарь по машиностроению. Станки и инструменты по обработке металлов / Н.М. Александров. - М.: КУБУЧ,**2005**.

2. Бартельс, Н. А. Металлография и термическая обработка металлов Н.А. Бартельс. - М.: Государственное научно-техническое издательство, **2011**.

3. Блантер, М. Е. Методика исследования металлов и обработки опытных данных / М.Е. Блантер. - М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, **2009**.

4. Инженерные методы расчета технологических процессов обработки металлов давлением. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, **1987**.

5. Кафка, Л.В. Искусство обработки металла / Л.В. Кафка. - М.: Госиздат, **1981**.

6. Кодрон, К. Горячая обработка металлов. Том 2 / К. Кодрон. - М.: ЁЁ Медиа, **1997**.

7. Колачев, Б. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов.

Учебное пособие для вузов / Б.А. Колачев, В.А. Ливанов, В.И. Елагин. - М.: Металлургия, 1981.

8. Котосов, Апьберт Владимирович За пределом известного в обработке металлов давлением / Котосов Апьберт Владимирович. - М.: Нобель Пресс, 2014.

9. Кто есть, кто. Научная школа обработки металлов давлением МИСиС. - М.: Институт Цветметобработка, 2009.

10. Межотраслевые правила по охране труда при производстве ацетилена, кислорода, процессе напыления и газопламенной обработке металлов. ПОТ РМ-019–2001. - М.: НЦ ЭНАС, 2006.

Аннотация. В статье описывается измерение качества поверхности, точности размеров и поперечного сечения. Круглое сечение микроструй из титанового сплава (Ti-6Al-4V), изготовленных методом селективного лазерного плавления. Это качество связано с производством и характеристиками материалов.

Ключевые слова: поперечное сечение, селективный лазер, микроцветы.

Annotation. The paper describes the measurement of the surface quality, dimensional accuracy, and cross sectional circularity of titanium alloy (Ti-6Al-4V) micro struts manufactured using selective laser melting. This quality is related to manufacturing and materials characteristics.

Keywords: cross section, selective laser, micro color.

УДК 621.763

А.Ж.Лаубаева, Б.С.Арымбеков, Е.П.Орлова

Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, beckemn@gmail.com, lenochka_60@mail.ru

ЗАМАНАУИ АДДИТИВТІ ТЕХНОЛОГИЯДА ҰНТАҚТЫ СЕЛЕКТИВТІ ЛАЗЕРЛІК БІРІКТІРУ

Аңдатпа. *Бүгінгі күні «аддитивті технологиялар» деп аталатын үш өлшемді нысандарды құрудың баламалы жолы белсенді түрде дамып келеді. Аддитивті технологияның классикалық пішіндеуден айырмашылығына тоқталсақ, классикалық пішіндеуде барлық керек емес заттар дайындамадан үзіліп бөлшек қалыптасады. Ал, аддитивті технологияда материалдарды қабаттап қосу арқылы бөлшек дайындалады. Мұндай тәсіл дәстүрлі әдістермен алу мүмкін емес бірегей бұйымдарды жасауға мүмкіндік береді. Қоспа технологияларының көрнекті өкілі селективті лазерлік синтездеу әдісі болып табылады. Селективті лазерлік синтездеу – бұл аддитивті технологияның маңызды саласы. Мақалада селективті лазерлік синтездеудің технологиясы, сондай-ақ оның ауқымы, дәстүрлі және қосалқы салалардың артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған.*

Түйінді сөздер: *Аддитивті технологиялар, селективті лазерлі біріктіру, 3D принтер, ұнтақ композициялары, дәстүрлі өндіріс, қабатты бұйым жасауды қалыптастыру.*

ХХ ғасырдың соңында — ХХІ ғасырдың басында түрлі материалдардан: ұнтақ пластиктерден, ұнтақ металдардан, сұйықтықтардан, композиттерден және т. б. жасалған қабаттап "өсіру" жолымен бөлшектерді дайындауға негізделген технологиялық процестердің жиынтығы болып табылатын аддитивті өндіріс пайда болды (кейде тез немесе сандық өндіріс деп аталады). Жылдам өндіріс дәстүрлі өндірістен гөрі әлдеқайда арзан бірыңғай күрделі бұйымдарды шығаруға мүмкіндік береді, ал шағын және тіпті орта сериялық өндіріс экономикалық тұрғыдан ақталған болып табылады[1].

Аддитивті технологияны қолдану бұл – цифрлық өндірісті негізгі параметрлер бойынша дәстүрлі өндірісті — «басып озу» үшін: циклдің уақытын идеядан айтарлықтай қысқартуға, бұйымның сызбаға дейін, еңбек қарқындылығын, материалдық қарқындылықты және

энергияны тұтынуды қысқарту, экологиялық таза өндірісті қамтамасыз ету жолдары арқылы жаңа индустриалды даму сатысына көшуге мүмкіндік береді. Аддитивті технологияларды қолданған кезде жобаны іске асырудың барлық кезеңдері идеядан материалдандыруға дейін (кез-келген түрде - аралық немесе дайын бұйым түрінде) бір технологиялық тізбекте орналасқан, мұнда әр технологиялық операциялар сандық CAD \ CAM \ CAE жүйесінде орындалады.

Аддитивті технологияларды пайдаланған кезде материал өндіріс үшін қажетті мөлшерде пайдаланылады, оның экономикалық тиімділігі 85% дейін болуы мүмкін[2]. Аддитивті технологияның айрықша ерекшелігі дәстүрлі жолмен алынбайтын, атап айтқанда дәнекерлеу, құю, деформациялау, қысымдау және т.б. сияқты бұйымдарды ең аз өндірістік шығындармен және қоршаған ортаға теріс әсерін тигізбей шығаруға мүмкіндік береді. 1-кестеде қолданыстағы өндірістердің артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген.

Кесте – 1 қолданыстағы өндірістердің артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген

Өндіріс түрі	Бұйымдарды әзірлеу әдістері	Технология түрлері	Артықшылықтары/ кемшіліктері
Дәстүрлі өндіріс	Дәстүрлі бұйымды әзірлеу	Дәстүрлі технологиялар	–өндіріс циклінің жоғарлануы; –өндірістік шығындардың артуы; –адам факторының болуы; –ақаудың айтарлықтай үлесі; – қауіп-қатердің артуы
Жылдам прототиптер	Сандық жобалау	Дәстүрлі технологиялар	–өндіріс циклінің төмендеуі; –өндіріс шығындарының азайюы; –қатердің айтарлықтай бөлігі; –адам факторының болуы;
Аддитивті өндіріс	Сандық жобалау	Аддитивті технологиялар	–қателіктердің болмауы; –нарықты жылдам игеру; –бұйым жасаудың жоғарғы дәлдігі; –транзакциялық шығындардың азайюы.

Селективті (іріктеп) лазерлік біріктіру (SLS) – аддитивті технологиялардың маңызды бағыты болып табылады, себебі сандық деректер негізінде күрделі формадағы бұйымдарды жылдам алуға мүмкіндік береді.

Selective Laser Sintering технологиясы бойынша басып шығару үрдісі берілген CAD-модель бойынша физикалық объект пайда болғанға дейін ұнтақ тәрізді материал бөлшектерінің қабаттап біріктіру процесі болып табылады. Материалды біріктіру бір немесе бірнеше лазер сәулесінің әсерінен болады. Құру процесі басталмас бұрын, тұтынылатын материалды балқу температурасына дейін қыздырады, бұл SLS қондырғысының жұмысын жеңілдетеді және жылдамдатады. SLS технологиясының құрылысы аддитивті болып табылады. Яғни, бұйымның «өсіруі» қабат қабатпен төменнен жоғары болады. Арнайы

тегістеу механизмі камерадан ұнтақты құрылым камераға шығыспен жеткізеді. Содан кейін лазер компьютерлік модельдің негізінде бұйымның қабатын "күйдіреді". Осыдан кейін құрылым камерасына материалдың келесі қабаты беріледі. Процесс объект толық салынғанға дейін қайталанады. Басып шығару барысында құрылым платформасы үнемі төмен түсіріледі (қадам баспа қабатының қалыңдығына тең). Осылайша, материал мен лазер сәулесінің өзара әрекеттесу аймағы әрқашан бір деңгейде болады [3].

Стереолитография (SLA) және балқыту арқылы модельдеу (FDM – Fused Deposition Modeling) сияқты кейбір басқа технологиялардан айырмашылығы SLS қолдаушы құрылымдарды талап етпейді. Бұл, ең алдымен, басып шығару ұнтақ айналасында жүргізіледі, деген дерекке байланысты. Кейбір SLS машиналары бір компонентті ұнтақты пайдаланады, мысалы, металды тікелей лазерлік біріктіру технологиясында пайдаланатын машиналар. Дегенмен, SLS машиналарының көпшілігі екі компонентті ұнтақты пайдаланады, әдетте, жабыны бар ұнтақ немесе ұнтақ қоспасы. Бір компонентті ұнтақтарда лазерлер бөлшектердің сыртқы бетін ғана балқытады (беттік балқыту), негізінде, бөлшектер бір-бірімен балқытылады.

Басқа өндіріс әдістерімен салыстырғанда, SLS сатуға қол жетімді ұнтақтардың кең ауқымынан бөлшектер жасай алады. Физикалық процесс толық балқыту, ішінара балқыту немесе сұйық фазалық және қатты фазалық жентектеу түрінде ұсынылуы мүмкін.

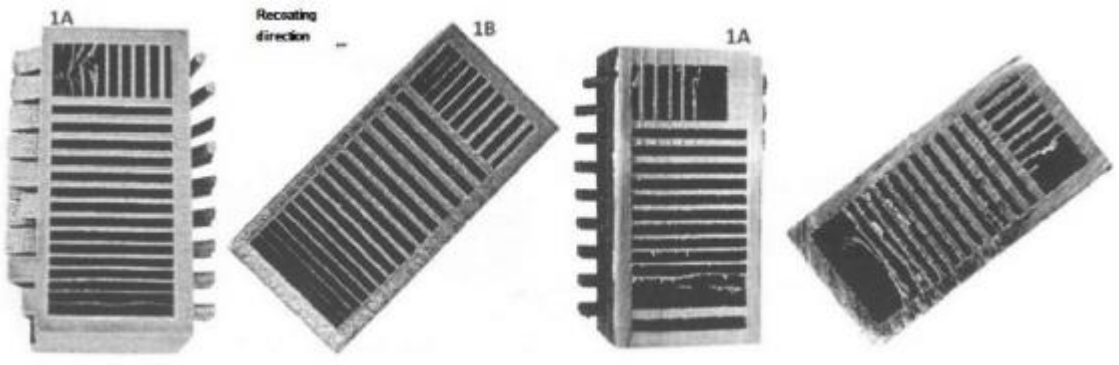
Материалға байланысты, бөлшектерді дайындау кезінде тығыздықтың 100% - ға дейін жетуі мүмкін [4], бұл бөлшектерді дәстүрлі тәсілдермен монолитті балқытуға сәйкес келеді.

SLS машиналарының маңызды кемшілігі – бұл ұнтақты қыздыру және температураны тұрақтандыру үшін қажетті жұмыс уақытының ұзақтығы. Басып шығару рұқсаты SLA (қабаттың ең аз қалыңдығы – 0,1-0,15 мм) пайдаланғаннан аз, бірақ жылдамдық бірнеше есе жоғары (35 мм/сағатқа дейін).

Ұнтақты материалдардың кеуектілігі мен жылу физикалық қасиеттерінен басқа, алынатын өнімнің соңғы сапасына бірнеше басқарылатын технологиялық параметрлер айтарлықтай әсер етеді, атап айтқанда: сканерлеу жылдамдығы, лазерлік сәуле шығару қуаты, сканерлеу қадамы, ұнтақтарды қыздырудың алдын ала температурасы. Олардың әсер ету сипаты жұмыста келтірілген [5].

Зерттеуді жүргізу методикасы

Біріктіру режимінің жоғарыда көрсетілген технологиялық параметрлерінен басқа тағы бір фактор – біріктіру стратегиясын ескеру қажет. Осылайша, жұмыста [6] модельдің кеңістікте орналасуының ұнтақты құю және теңестіру құрылғысының қозғалыс бағытына қатысты әсер ету мысалдары келтірілген. SLS әдісімен тот баспайтын болаттан жасалған үлгілердің фотосуреттері ұсынылған (1-сурет). Үлгі 1 А 90° бұрышпен қозғалысқа қатысты бағытталған, үлгі 1 В 45° бұрышпен. Жоғарғы бетінде (1-сурет сол жақ) 1 А үлгісінде жұқа элементтердің бұзылуы және деформациясы байқалады, 1 В үлгісінде мұндай ауытқулар табылған жоқ. Үлгілердің төменгі беттеріндегі бұзылулар (1-сурет оң жақ) үлгіні төсеніштен бөлу кезінде пайда болды.

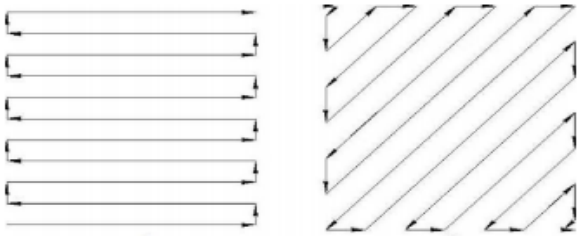


Сурет-1. 1 А және 1 В сынақ үлгілерінің жоғарғы және төменгі түрі

Тәжірибелік зерттеулер біріктірудің барлық технологиялық параметрлерін реттеуге мүмкіндік беретін "ВАРИСКАФ-100" түпнұсқа конструкциясының қабат лазерлік біріктіру қондырғысында жүргізілді. Орнату – күрделі кеңістіктік формадағы бөлшектердің беттерін қалыптастырудың технологиялық лазерлік кешені.

Материал ретінде күйдірілген бұйымдарды: сақиналарды, төлкелерді және т.б. дайындау үшін ұнтақ металлургиясында, сондай-ақ аспап жасауда қолданылатын мысты тұрақтандырылған ПМС-1 ұнтағы (ГОСТ 4960-75) таңдалды.

Үлгілер 10 мм жақтары бар текше түрінде жасалды. Үлгілерді біріктірудің технологиялық режимі келесі параметрлермен берілген: лазердің қуаты-15 Вт; сканерлеу жылдамдығы-1000 мм / мин; сканерлеу қадамы (x, y, z) – 0,1 мм; ұнтақ температурасы 27 °C. Төсеніш ретінде болат пластина қолданылды. Лазерлік сәулемен сканерлеу стратегиясы (2-суретте) көрсетілген.

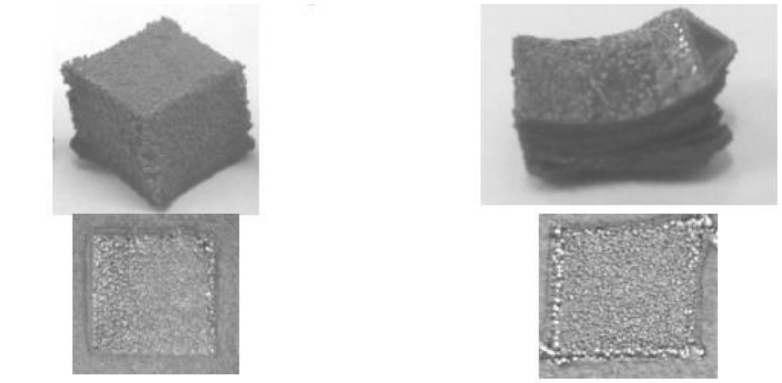


А Б

Сурет-2. А және В үлгілерін сканерлеу стратегиясы

Келесі қабатты біріктірген кезде сканерлеу стратегиясы алдыңғы қатарға қатысты 90° бұрылды.

Тәжірибелік нәтижелер мен оларды талқылау



А Б

Сурет - 3. Тәжірибелер нәтижелері А және В: жоғарғы – дайын үлгілердің жалпы түрі, төменгі – біріктіру процесіндегі қабаттар

Алынған нәтижелерді талдай отырып, мыналарды атап өтуге болады. Алынған үлгі А дұрыс геометриялық пішіні бар. Біріктіру процесінде алынған қабаттар аздаған кеуектілігі болды, ал қабаттың контуры дұрыс шаршы пішінге ие болды. В стратегиясы бойынша қабаттарды біріктіру процесінде біріктірілетін қабаттың бұрыштарында жылу энергиясының едәуір шоғырлануы байқалды. Бұл өз кезегінде күйіп қалған қабаттың деформациялауына әкелді. Қабат ромб тәрізді пішінге ие болды. Сондай-ақ үлгінің қалыңдығы 3 мм (30 қабат) кезінде оның кезекті төсеніштен үзілу деформациясы орын алды (3В-сурет). Осы кезеңде келесі қабаттарды жағу мүмкін еместігіне байланысты экспериментті тоқтатуға тура келді.

Қорытынды

Тәжірибе нәтижелері үлгілердің біріктіру стратегиясының соңғы нәтижеге айтарлықтай әсерін көрсетті. Жергілікті аймақтағы жылудың айтарлықтай концентрациясы көлденең қабаттың да, тұтастай үлгінің де деформациялануына әкелуі мүмкін. Осындай жылу жағдайлары көлденең қабаттарда немесе жұқа қабырғалы элементтерде өткір бұрыштары бар күрделі пішінді бөлшектерді жасау кезінде туындауы мүмкін екендігі дәлелденді. Бұл фактіні 3D-модельді жобалау және SLS машинасына арналған басқарушы бағдарламаны әзірлеу сатысынан бұрын назарға алу қажет.

Әдебиеттер:

[1] Аддитивные технологии: возможности и перспективы 3D-печати // Управление производством. – 2017. – №2. – С. 38–44.

[2] Каблов Е. Новые материалы и технологии – основа технологического лидерства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://viam.ru/news/5032.

[3] Galenko p. K., Danilov D. A. Local nonequilibrium effect on rapid dendritic growth in a binary alloy melt // Phys. Lett. A. – 1997. – V. 235. – P. 271–280.

[4] Селективное лазерное спекание (SelectiveLaserSintering-SLS): [Электронный ресурс]. URL: http://3dp.su/selektivnoe-lazernoe-spekanie-selectivelaser-sintering-sls(Дата обращения: 15.01.2014).

[5] Сапрыкин А.А., Сапрыкина Н.А. Режимы формирования поверхности прототипа, изготовленного методом послойного селективного лазерного спекания // Инновации в машиностроении: материалы I Международной научно-практической конференции 7-9 октября 2010. – Бийск, 2010. – С. 58-60.

[6] Матилайнен, Х. Пили, А. Салминен, О. Нырхила эталонное исследование лазерного аддитивного производства из нержавеющей стали / / лучевые технологии и применение лазера: материалы семи международных научно-технических конференций. спб: Издательство СПбГПУ, 2013. p. 466.

Б.С.Арымбеков, Е.П.Орлова, А.Ж.Лаубаева

Селективное лазерное соединение порошка в современной аддитивной технологии

Аннотация. На сегодняшний день активно развивается альтернативный способ создания трехмерных объектов, получивший название «аддитивные технологии». В отличие от классического формообразования, где от заготовки отсекается все лишнее и за счет этого получается деталь, при аддитивных технологиях деталь образуется послойным добавлением материала. Такой подход позволяет создавать уникальные изделия, которые практически невозможно получить традиционными методами. Ярким представителем аддитивных технологий является метод селективного лазерного спекания. Селективное лазерное спекание является важным направлением аддитивных технологий. В статье приведено описание технологии селективного лазерного спекания, а также область ее применения, преимущества и недостатки традиционных и аддитивных производств.

Ключевые слова: аддитивные технологии, селективное лазерное спекание, 3D-принтер, порошковые композиции, традиционное производство, послойное формирование изделий.

B.S.Arymbekov, E.P.Orlova, A.Zh.Laubayeva

Selective laser powder compound in modern additive technology

Abstract. To date, actively developing an alternative way to create three-dimensional objects, called "additive technologies". In contrast to the classical shaping, where the workpiece is cut off all the excess and thus get the item, with additive technology part is formed by adding a layer of material. This approach allows you to create unique products that are almost impossible to obtain by traditional methods. A bright representative of additive technologies is the method of selective laser sintering. Selective laser sintering is an important area of additive technologies. The article describes the technology of selective laser sintering, as well as its application, advantages and disadvantages of traditional and additive industries.

Key words: additive technologies, selective laser sintering, 3D printing, powder compositions, traditional production, layered product formation.

ӘОЖ: 669.391.52: 621.391:

К. Мәдениет
Научный руководитель - Б.С.Арымбеков, профессор
Сатпаев Университет, Қазақстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева,
Қазақстан, г. Алматы
kainar115@gmail.com

АЛЮМИНИЙ ҚОРЫТПАСЫНАН ЖАСАЛҒАН БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЖОҒАРЫ ҚУАТТЫ СЕЛЕКТИВТІ ЛАЗЕРЛІ БАЛҚУЫ (HP SLM)

Аңдатпа. *Селективті лазерлі еріту (SLM) құрамдас бөліктерге немесе төменгі ағынды синтездеу процестеріне қажеттіліксіз, бірдей механикалық қасиеттері бар жеңіл салмақты құрылымдалған компоненттерді өндіруге мүмкіндік беретін Қоспа өндірісінің (АМ) технологиясының бірі болып табылады. Әсіресе, алюминий экологиялық тұрғыдан құрастырылған компоненттер оның салмағы мен жоғары механикалық және химиялық қасиеттеріне байланысты. Дегенмен, SLM-ның ең заманауи процесі және шығындылығы әлі де сериялы өндіріс үшін қолайлы емес. Бұл тиімділікті арттыру үшін құрылыс жылдамдығын айтарлықтай арттыру қажет. Осылайша, алюминий 1 киловатттық лазерді және бірнеше сәулелі жүйені қамтитын жаңа прототипі бар машина құралын пайдаланып, жоғары жылдамдықты қосымшалар үшін жарамды.*

Түйін сөздер: *селективті лазерлік ерітінді (SLM); алюминий; тікелей фотонды өндіру; сериялы өндіріс.*

Еуропада және әлемнің қалған бөліктерінде мол, таза, қауіпсіз және қол жетімді энергияны қамтамасыз етудің ортақ мақсаттары бар, ал бір уақытта климаттың өзгеруінің ықтимал ауыр зардаптарын азайту үшін парниктік газдар шығарындыларына айтарлықтай азайтуға қол жеткізеді. Осы мақсаттарға жету үшін өндірістегі таза және көп ресурстық тиімді өндіріс, мысалы. электр энергиясын өндіру, авиация және автомобиль өнеркәсібі, сондай-ақ басқа энергияны тұтынатын өнеркәсіп салаларында сөзсіз. Өндірістік тұрғыдан Селективті лазерлік ерітінді сияқты аддитивті өндіру технологиялары ең үлкен әлеуеттің бірі болып табылады. Ең көрнекті экологиялық көрсеткіштердің кейбірі.

Ресурсты үнемдеу - мысалы, өндіріс, аэро қозғалтқыш компоненттері әдетте қалдықтардың үлкен мөлшерін жасайды, мысалы: қатты блоктардан өңдеу арқылы. («ұшу үшін сатып алу» коэффициенті 10-нан 1-ге дейін жиі кездеседі). АМ әдістері процестер ішінде қайта өңдеуді пайдалану арқылы нөлдік ысырапқа жақындауға әлеуеті бар. Бұл сондай-ақ шығарындыларды қысқартуға әкеп соқтырады, өйткені шикізаттың аз болуы қажет. Пішіндеу процестерін, мысалы: құйма құю, көп мөлшерде энергия мен ресурстарды өлшеу және құю сияқты құралдарды өндіруге жұмсалады. Керісінше, АМ технологиясы арнайы құрастыруға қажеттіліксіз дизайнерлік еркіндікті дерлік қамтамасыз етеді.

Эко-дизайнды оңтайландыру - АМ - жобалау және топологияны оңтайландырудың шешуші элементі, өйткені техниканың қосынды сипаты монолитті түрде өте күрделі бөліктерді құруға мүмкіндік береді. Бұған үлес салмағы 50% -ға дейін жеңіл салмақпен құрылымдау үшін конструкция кіреді.

Уытты химикаттарды азайту - әдеттегі өндірістік технологиялармен салыстырғанда, АМ технологиялары кез-келген өлшенетін мөлшерде майлаушы немесе салқындатқыш сияқты токсинді химиялық заттарды тікелей қолдануға мүмкіндік бермейді.

Дегенмен, бұл АМ технологиялары көбінесе құрылыстың жылдамдығы өте төмен болғандықтан, өндірістен гөрі дизайн және өнімді дамытуда қолданылады. Демек, SLM сияқты тұрақты АМ технологияларын шығару үшін өнімділікті жақсарту және қазіргі уақытта қол жетімді SLM машиналарының жылдамдығын арттыру қажет. Дегенмен, егер

УДЗ-ның жұмысына қатысты зерттеулер жүргізілсе және оның құрастыру қарқыны әлі жүргізілсе, аз ғана. SLM процесінің тиімділігін жақсы түсіну үшін SLM технологиялық циклінің уақыты бастапқы және қосалқы процестің уақытына бөлінеді. Негізгі процестің уақыты тек қана компоненттің әрбір қабатын ерітуге қажетті уақытты қамтиды, ал субстратты төмендету және ұнтақты қондыру сияқты операциялық процестің уақыты болып табылады. Осы жұмысқа қатысты негізгі процестің уақытына назар аударылады, өйткені өндірілетін көлемді көлем үшін өндірістің жалпы уақытының бұл бөлігі 80% -дан асады. Ірі көлемдер бір үлкен субстрат пластинасында орналастырылған және бір мезгілде шығарылатын бір үлкен көлемдік немесе бірнеше төмен көлемдегі бөлшектерден тұруы мүмкін.

Эксперименттік орнату. Қазіргі уақытта қол жетімді SLM машиналары 200 Вт (400 Вт) дейін лазер қуатын қамтамасыз ететіндіктен, технологиялық процестің тиімділігін жоғарылату үшін аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету тұрғысынан жаңа SLM құрылғысы жаңадан жобаланған. 5 мм³ / с-тан асатын процесспен байланысты құрылыс жылдамдығын арттыру үшін максималды лазер қуаты 1 кВт-қа дейін кеңейтіледі. Осы қондырғыда қолданылатын лазер көзі - талшықпен біріктірілген дискілік лазер. Жарық профилі гаусстың пішіні болып табылады. Көп қабатты компоненттерді дайындау үшін әр қабат 3-D CAD моделіне сәйкес балқытылады. Компоненттің сыртқы бетін тегістеу үшін әр қабаттың контуры хакиттен (немесе бір қабаттың сканерлеу векторларының жиынтығы) аяқталғанға дейін немесе кейін аяқталады. Қалың компоненттерді өндірудің алғышарттары - ұнтақтың біркелкі қолданылуына мүмкіндік беретін қалыптастырылған қабаттардың тегістігі негізінде анықталуы мүмкін параметрлік мәндердің лайықты жиынтығы. Қоспаланған дайын компоненттердің тығыздығы олардың механикалық қасиеттерінің шешуші факторы болып табылады. Демек, құрылыс жылдамдығын тығыздығын сақтамай, механикалық қасиеттерін жоғарылату қоспалардың өндірілген компоненттерін өнеркәсіптік қолдануда елеулі проблемаларға алып келеді.

Тығыздығы және микроқұрылымы. Тығыз компоненттерді құрастыру үшін, балқу бассейні әр түрлі, бірақ біріктірілген және өзіндік болып табылады. Бір жағынан бірлік ұзындығы бойынша энергия сканерлеу жылдамдығының өсуімен азаяды. Екінші жағынан, SLM процесінің өнімділігі сканерлеу жылдамдығына оң әсер етеді. Демек, сканерлеу жылдамдығы артып бара жатса, лазер қуатын арттыру керек. Дегенмен, лазерлі қуатты тұрақты сәулелік диаметрде ұлғайту өңдеу нүктесінде қарқындылықты арттырады, ол қызып кетуді тудырады және осылайша шашырап кетеді және тұрақсыздықты өңдейді. Алюминийдің жоғары шағылыстыруы мен жылу өткізгіштік қабілеті 50 мм қабатының қалыңдығы үшін 100% -ға жақындаған тығыздықты қамтамасыз ету үшін 500 мм / с жылдамдықтағы сканерлеу жылдамдығымен (құрастыру жылдамдығы шамамен мм3 / с) лазер қуатын қажет етеді.

Механикалық қасиеттері. Қаттылығы - механикалық қасиеттердің алғашқы көрсеткіші. SLM үлгілерінің әр түрлі сканерлеу жылдамдықтарында және әртүрлі лазерлі қуатында алынған қаттылықты көрсетеді. 1000 және 4000 мм / с аралығындағы қарап шығу жылдамдықтарымен салынған үлгілердің қаттылығы шамамен 145 HV 0.1. (Қаттылық тығыздыққа байланысты емес, 4000 мм / с сканерленген үлгілердің тығыздығы шамамен 90% құрайды). Қаттылығын 500 немесе 900 Вт қолдануға әсер етпейді. Алдыңғы зерттеулермен салыстырғанда салыстырғанда, жоғары сканерлеу жылдамдығымен қаттылықтың ұлғаюы көрсетілген, бұл сканерлеу жылдамдығының осы диапазоны үшін қаттылық жоғары емес сканерлеу жылдамдығы. Микроқұрылымның қаттылығы шамамен максимумға жетеді. 145 HV0.1 және бұл шамамен сканерлеу жылдамдығы шамамен. 500 мм / с.

Селективті Лазерді еріту сияқты қоспа өндіріс технологиялары өндірістегі таза және көп ресурстарды тиімді өндіруге қол жеткізу үшін үлкен әлеуетке ие. Дегенмен, бүгінгі күні АМ технологиялары көбінесе құрылыстың жылдамдығы өте төмен болғандықтан, өндірістен гөрі дизайн және өнімді өндіруде қолданылады. Демек, SLM сияқты тұрақты АМ технологияларын шығару үшін өнімділікті және, осылайша, ағымдағы процестің

жылдамдығын арттыру қажет. Зерттеу нәтижелері AlSi10Mg бөліктерін өндіруге арналған құрылыстың жылдамдығы 1 кВ лазердің көмегімен көбейтілуі мүмкін екендігін көрсетеді. Жоғары лазерлік қуаттың салдарынан сканерлеу жылдамдығы мен сканерлеу аралығы 99,5% -дан жоғары тығыздыққа жеткен кезде кеңейтілді. Көркем өнердің жағдайы шамамен 5 мм³ / с шамасы шамамен 21 мм³ / с. Бұл нәтиже технологияның болашақ индустриялық қосымшаларына, әсіресе жобалау еркіндігі жоғары дәрежедегі міндетті болып табылатын эко-жобаланған өнімдер саласында өте маңызды. Сонымен қатар, механикалық қасиеттердің алғашқы зерттеулері, мысалы, жуық қаттылық. 145 HV 0.1 және созылу беріктігі шамамен 400 МПа болашақта егжей-тегжейлі талдауға тура келетін жеткілікті механикалық қасиеттерді уәде етеді. Жоғары қуатты селективті лазерлі балқудың дизайн еркіндігі мен кең қолданыста қолданылған AlSi10Mg алюминий қорытпасын қолдануымен әр түрлі салаларда жаңа эко-жобаланған компоненттерді құру перспективасы бар.

Әдебиеттер:

1. Слайфенбаум, Х, Мейнерс, В., Виссенбах, К., 2008, «Сериялық өндіріске арналған Rapid Manufacturing: селективті лазердің ерітіндісін (SLM) құрастыру жылдамдығын жоғарылату туралы үздіксіз процесс туралы есеп».

2. Schleifenbaum, H., Meiners, W., Wissenbach, K., Hinke, C.: «Селективті лазерлік ерітіндімен жеке өндіріс». В: CIRP өндіріс ғылымы мен технологиясы журналы 2 (2010), б. 161 - 169.

3. Чжан, Д., 2001, «Сандық Лазерді Ерітіндіру» (SLM) үшін Aluminumwerkstoffe. Диссертация, RWTH Ахен.

4. Бухбиндер, Д., Мейнерс, В., Виссенбах, К., Мюллер-Лохмайер, К., Брандл, Э .: «Селективті Лазердің Еруі (SLM) арқылы сериялық өндіріс үшін алюминий бөлшектерін жылдам өндіру».

5. Schwecher, D., Meiners, W., Wissenbach, K., Müller-Lohmeier, K., Brandl, E., Skrynecki, N .: «Селективті Лазерді Ерітінді (SLM) арқылы дәйекті өндіріс үшін алюминий бөліктерін жылдам өндіру».

6. «Селективті лазердің еруі» X38CrMOV-1 және Titan TiAl6V4 митингісі, Диссертация RWTH Aachen University, Shaker Verlag, Aachen.

Аннотация. Селективное лазерное плавление (SLM) - это одна из технологий аддитивного производства (AM), которая позволяет производить легкие структурированные компоненты с серийными идентичными механическими свойствами без необходимости специальной обработки деталей или последующих процессов спекания и т. Д. В особенности для этого подходит алюминий. экологически чистые компоненты благодаря малому весу и превосходным механическим и химическим свойствам. Однако современный процесс и экономическая эффективность SLM еще не подходят для серийного производства. Чтобы улучшить эту эффективность, необходимо значительно увеличить скорость сборки. Таким образом, алюминий пригоден для высокопроизводительных применений с использованием нового прототипа станка, включающего лазер мощностью 1 кВт и многолучевую систему.

Ключевые слова: селективное лазерное плавление (СЛМ); алюминий; прямое фотонное производство; серийное производство

Annotation. Selective Laser Melting (SLM) is one of the Additive Manufacturing (AM) technologies that enables the production of light weight structured components with series identical mechanical properties without the need for part specific tooling or downstream sintering processes, etc. Especially aluminum is suited for such eco-designed components due to its low weight and superior mechanical and chemical properties. However, SLM's state-of-the-art process and cost efficiency is not yet suited for series-production. In order to improve this efficiency it is indispensable to increase the build rate significantly. Thus, aluminum is qualified for high build rate applications using a new prototype machine tool including a 1 kW laser and a multi-beam system.

Keywords: Selective Laser Melting (SLM); Aluminum; Direct Photonic Production; Series Production

УДК 658.512

Р.К. Нусіпэли, М.Е. Исаметова
Научный руководитель - М.Е. Исаметова, ассоц. профессор, кандидат технических наук.Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева.
Казахстан, г. Алматы
rollan_n@mail.ru

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ УЗЛОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы совершенствования конструкции центробежного насоса марки UPP 18-11/6, предложены методика автоматизированного профилирования и создания геометрии меридианного сечения центробежного колеса ЦН. Рассмотрены новейшие технологии производства центробежных колес с оптимизированной геометрией, нацеленной на повышения КПД гидродинамической машины. Рассмотрен, как альтернатива существующему технологическому процессу штамповки, процесс создания прецизионных песчаных форм для литья центробежных колес, посредством аддитивных технологий. В статье приведена последовательность Ink-Jet-технологии, которая в будущем могла бы быть внедрена в процесс создания узлов ЦН на казахстанском предприятии.*

Ключевые слова: *аддитивные технологии, центробежный насос, 3D-принтер, рабочее колесо, Ink-Jet -технологии, SLS-технологии.*

Анализируя современное состояние теории и практики проектирования малоразмерных центробежных насосов можно констатировать, что особенности их гидродинамики изучены недостаточно хорошо. Аналитическая информационная база не систематизирована, отсутствуют схемы оптимизации проточных форм МЦН, базирующиеся на чётко сформулированных гидродинамических принципах организации течения в малоразмерных каналах.

Из-за того, что существует значительное несоответствие между моделями течения в полно и малоразмерных конструкциях ЦН, расчётный этап проектирования МЦН, основанный на алгоритмах расчёта, предназначенных для полноразмерных ЦН, оказывается малоэффективным. Расчётные параметры МЦН, как правило, значительно расходятся с реальными. Определение основных размеров МЦН приходится проводить на основе трудоёмких доводочных испытаний. При этом энергетические параметры (коэффициент напора и КПД) серийно выпускаемых МЦН получаются заниженными при не лучших массогабаритных показателях. [1,2]

Совершенствование конструкции насосов, ведущее к повышению энергетических и эксплуатационных показателе МЦН, можно проводить разными способами, одним из продуктивных является оптимизация геометрии колеса на основе анализа течения жидкости в проточных каналах. Однако внедрение в производство МЦН модифицированных колес влечет за собой большие расходы на создание новой оснастки, так на заводе ТОО «KARLSKRONA LC AB» изготовление оснастки для центробежного колеса выльется в 150000 долларов. Очевидно, что эта технология является дорогостоящей и требует длительного времени окупаемости.

Можно констатировать, то что к сожалению показания гидравлических испытаний, насоса марки UPP 18-11/6 на стенде завода «KARLSKRONA LC AB» показывает на общую КПД насоса 40,25%, тогда как показатель испытаний аналогичного насоса немецкого производства равен 58%.

На современном этапе «индустриальной революции» появляется возможность производства прототипов, деталей и оснастки возможностями 3D печати. Применение

современных аддитивных технологий позволяет в короткие сроки изготавливать макеты проточных частей спроектированных насосов и проводить испытания для подтверждения их расчетных характеристик. Проведение таких испытаний позволяет оценить качество профилирования без изготовления дорогостоящего опытного образца.

Так уже инженеры NASA напечатали турбину ракетного насоса на 3D-принтере и провели её испытания в Центре космических полетов имени Маршалла в Хантсвилле (Алабама). С момента своего появления 3D-печать хорошо зарекомендовала себя в макетировании. За последние пару лет она стала переходить на новый этап – аддитивное производство. Технологии объёмной печати уже сегодня позволяют изготавливать сложные металлические детали. Вопрос лишь в том, можно ли их производить без ущерба для прочности и ресурса. [3]

Технология 3D-печати требует от проектировщиков прецизионной геометрии твердотельной модели изготавливаемых объектов, поэтому расчет и моделирование рабочих колес МЦН является одним из важных этапов проектирования, который повлияет на повышение показателей насосного оборудования. [4]

Исследовательская работа была направлена на проектирование и оптимизацию конструкции насоса марки UPP 18-11/6 для повышения энергосиловых и прочностных показателей.

На современном этапе развития машиностроительного производства по программе Индустрии 4.0, новейшими технологиями способными решить эту задачу, является технологии 3D – печати по пластикам и по металлу.

Аддитивные технологии осваивают такие промышленные гиганты, как GeneralElectric и Siemens. С 2010 года американская корпорация GeneralElectric инвестировала в аддитивные технологии $1,5 млрд. По тому же пути идет и немецкий концерн Siemens, заявивший о переходе с традиционных методов производства деталей для горелок газовых турбин на технологию селективного лазерного плавления. В свою очередь Американское космическое ведомство NASA объявило об успешном испытании на огнеупорность инжектора ракетного двигателя, изготовленного с помощью селективного лазерного плавления. На МКС уже отправлен 3D-принтер для изучения возможности печати инструментов и запасных деталей в условиях микрогравитации [5].

Основные геометрические параметры рабочего колеса ступени ЭЦН определялись по методики [6] на основании исходных данных, параметры показаны на рисунке 1.

Исходные данные для расчета: Подача Qсут= 13м^3/сут; Расчетный напор Н=55 м; Частота вращения nн=2860 об/мин; Диаметр приводного вала dв= 17 мм; Толщина лопасти s=0,001 м.

Для параметрического моделирования меридианного сечения колеса, был создан автоматизированный модуль в среде Pyhton, профиль из Pyhton был выгружен в формате txt с координатами точек в CAD систему КОМПАС. КОМПАС позволяет создать пространсвенные кривые по группе точек, координаты которых считываются с опции импорт с указанием файла формата txt. На рисунке 1 приведен алгоритм параметрического создания 3D модели колеса. На рисунке 2 модель центробежного колеса ступени центробежного насоса.

Для создания прецизионной геометрии колеса нами предлагается АМ-технология по спеканию литейной формы из плакированного песка.

В последние годы динамично развивается направление непосредственного «выращивания» песчаных форм для литья металлов. Для производства песчаных литейных форм используется АМ-технологии послойного спекания плакированного песка лазерным лучом (фирма EOS) послойного нанесения связующего состава, или Ink-Jet-технология (ExOne).

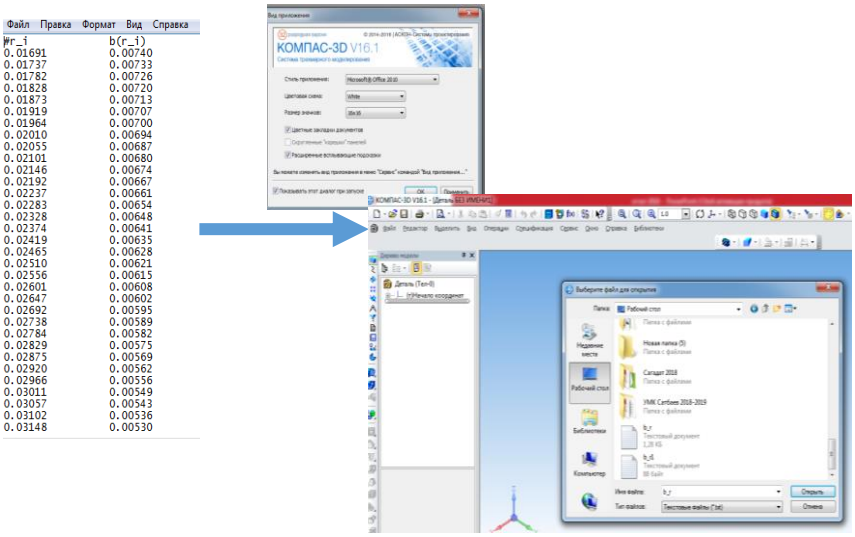


Рисунок 1 - Алгоритм связки результатов Pyhton КОМПАС

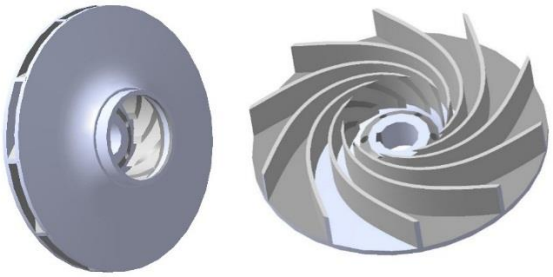


Рисунок 2 - 3D Модель спроектированного колеса.

Технология фирмы EOS (Германия) представляет собой разновидность SLS-технологии. Различие состоит в том, что в качестве модельного материала используется литейный (силикатный или циркониевый) предварительно плакированный полимером песок. Плакирование песка производят в специальном смесителе, где песок смешивают с жидким связующим, и таким способом, каждая частичка песка покрывается тонким слоем связующего. При построении модели в АМ-машине тепловое воздействие лазера приводит к расплавлению связующего, и частички песка «склеиваются». После спекания получается «грин-модель», требующая аккуратного обращения при очистке. Для закрепления очищенных мест их сразу обрабатывают вручную пламенем газовой горелки. После завершения очистки фрагменты формы помещают в прокалочную печь и окончательно (при температуре 300-350°С) отверждают массив формы. Затем «выращенные» фрагменты формы собирают и подготавливают к заливке металлом обычными методами. Технология фирмы ExOne – это технология послойного нанесения связующего состава, или Ink-Jet-технология. Она отличается от MJM-технологии тем, что на рабочую платформу впрыскивается не строительный материал, а связующий состав, рисунок 4.Строительный материал (литейный песок) подают и разравнивают на рабочей платформе послойно с шагом 0,2-0,4 мм аналогично SLS-системам. После завершения построения рабочий бункер извлекают из машины, модели очищают и подготавливают к сборке. В этом случае дополнительной термообработки «выращенных» песчаных моделей не требуется.

Независимо от метода построения собственно формы алгоритм действий конструктора-технолога практически одинаков – последовательность операций выглядит следующим образом:

– создают CAD-модель изделия, назначают припуск на обрабатываемые поверхности, рисунок 3а;

– согласно рекомендациям технолога, проектируют литниковую систему, которая сочленяется с основной CAD-моделью, модель масштабируют в соответствии с коэффициентом усадки литейного материала, получают технологическую CAD-модель, рисунок 3б;

В завершение процесса проектирования создаются stl-файлы литейной формы, расчлененной на фрагменты в соответствии с размерами рабочей камеры АМ-машины. На этом завершается основной конструкторско-технологический этап. Следующим этапом является моделирование процесса литья.

–

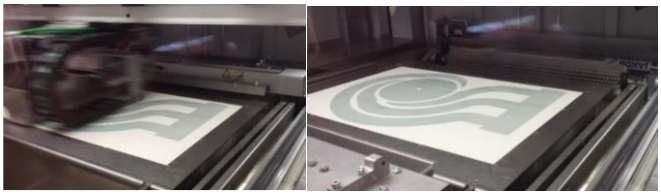


Рисунок 3 - а - селективно впрыскивает связующее на свежесформированный слой песка; б – связующее нанесено, машина готова к формированию следующего слоя песка

Этап расчётного моделирования может быть проведён до проектирования литейной формы и совмещён с процессом создания литниковой системы. После этого в процесс создания отливки подключается АМ-машина.

Машины для синтеза песчаных форм

Машины компании ExOne, ранее производились под брендом «ProMetal», отличаются высокой производительностью и ориентированы для производства не только штучной, но и серийной продукции.

Выработка всего объема бункера машины S-Max – около 800 кг, при непрерывной работе машины требуется два дня. Скорость построения моделей – 12-28 мм/ч по высоте, на формирование слоя необходимо около 40 с. Машина может работать с тремя видами связующего: фурановым, фенольным и специально разработанным неорганическим (для «экологически чистого» литейного производства). Машина чувствительна к качеству песка – размер частиц недолжен превышать 140 мкм. Производительность машины является существенным преимуществом в условиях промышленного производства. [7]

Структура завода «KARLSKRONA LC AB» позволяет внедрить такую технологию, и перенастраивать производственную линию под производство целой линейки центробежных насосов с модернизированными центробежными колесами, изготовленными литьем под давлением.

Литературы:

1.http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-malorazmernykh Бобков А.В. Повышение эффективности малоразмерных центробежных насосов авиакосмических энергосиловых установок и систем терморегулирования

2. Петров А.И., Ломакин В.О. Численное моделирование проточных частей макетов насосов, и верификация результатов моделирования путем сравнения экспериментально полученных величин с расчетными. // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Электрон. журн., № 05, 2012. URL:http://old.technomag.edu.ru/doc/356070.html.

3. http://www.dissercat.com/ Ломакин В.О.разработка комплексного метода расчета проточных частей центробежных насосов с оптимизацией параметров

4. Ji C., Wang Y., Yao L. Numerical analysis and optimization ofthe volute in a centrifugal compressor // International conference onpower engineering. Hangzhou, China. 2007. pp. 1353-1356.

5. Давиденко А. А. Аддитивные производство набирает обороты Журнал «Аддитивные технологии» №1 2017 г. Москва

6. Агеев Ш.Р., Карелина Н.И., Дружинин Е.Ю. Условия наибольших наработок погружных лопастных насосов для добычи нефти при повышенном газосодержании на входе. Бурение и нефть, 2004, №11 с.14

7. М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ. Пособие для инженеров ©ГНЦРФФГУП «НАМИ» Москва 2015

Нусіпәли Р.К., Исаметова М.Е.

Ортадан тепкіш сорғының тораптарын өндірудегі аддитивті технологиялар

Мақалада UPP 18-11/6 маркалы ортадан тепкіш сорғы құрылымын жетілдіру, ортадан тепкіш сорғының дөңгелегінің меридианды қимасының геометриясын құру мәселелері қарастырылған және автоматтандырылған профильдеудің әдістемесі ұсынылған. Гидродинамикалық машинаның ПӘК-ін арттыруға бағытталған оңтайландырылған геометриялы ортадан тепкіш дөңгелектерді өндірудің жаңа технологиялары қарастырылған. Қолданыстағы штамптау үрдісіне балама ретінде аддитивті технологияларды қолдана отырып ортадан тепкіш дөңгелектерді құюға арналған дәлдігі жоғары құмды қалыптар жасау процесі қарастырылған. Мақалада болашақта қазақстандық кәсіпорында ортадан тепкіш сорғы торабын шығару үдерісіне ұолданылуы мүмкін Ink-Jet -технологиясының реті келтірілген.

Түйін сөздер: аддитивті технологиялар, ортадан тепкіш сорғы, 3D принтер, жұмысшы дөңгелек, Ink-Jet - технологиясы, SLS технологиясы.

Nussipali R.K., Isametova M.E.

Additive technologies in production of knots of centrifugal pumps

The article discusses the issues of improving the design of a centrifugal pump brand UPP 18-11 / 6, proposed methods of automated profiling and creating the geometry of the meridian section of the centrifugal wheel of centrifugal pumps. The newest technologies for the production of centrifugal wheels with optimized geometry aimed at increasing the efficiency of a hydrodynamic machine are considered. Considered as an alternative to the existing process of stamping, the process of creating precision sand molds for casting centrifugal wheels using additive technologies. The article presents the sequence of Ink-Jet-technology, which in the future could be introduced into the process of creating units of centrifugal pumps at a Kazakhstan enterprise.

Keywords: additive technologies, centrifugal pump, 3D printer, impeller, Ink-Jet-technology, SLS technology.

УДК621.926

Орлова Е.П , Шумаков А.

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, ИПИ им. А. Буркитбаева, г. Алматы, Республика Казахстан

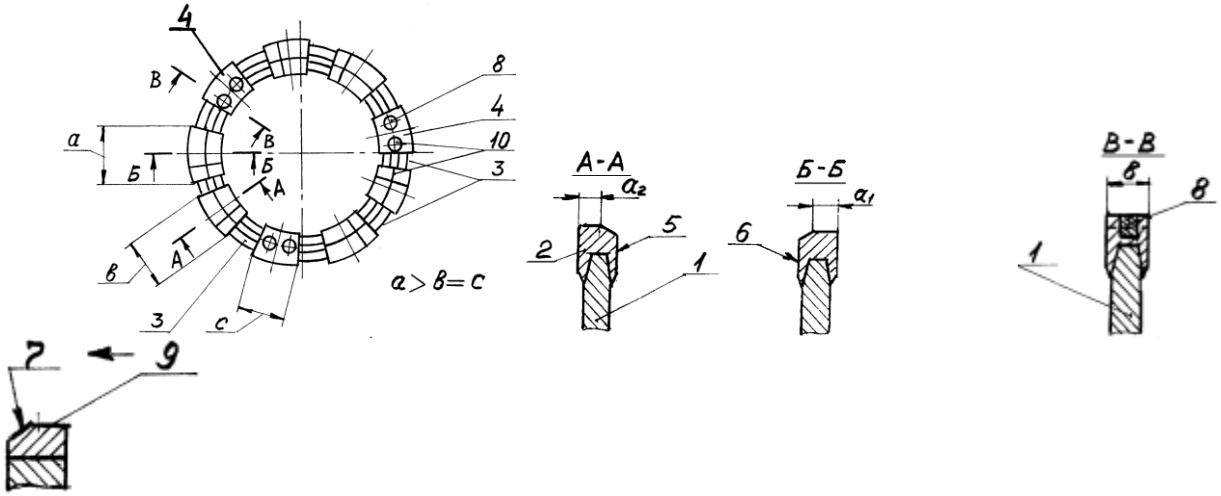
БУРЕНИЕ СКВАЖИН АЛМАЗНЫМИ БУРОВЫМИ КОРОНКАМИ. АНОМАЛЬНЫЙ ИЗНОС ПРИ БУРЕНИИ

Аннотация: *В статье приведен анализ механизма разрушения горных пород алмазными буравыми коронками и направление его развития. Показана актуальность проведения исследования конструктивных параметров алмазных буровых коронок.*

Ключевые слова: *алмазные буровые коронки, работоспособность, аномальные формы, разрушения горных пород.*

Особенностью алмазного бурения считают широкий разброс геологических условий, которые характеризуются наличием как весьма твердых абразивных пород, а также пород с невысокими показателями механических свойств. В геологических разрезах скважин могут присутствовать зоны осложнений, связанных с нарушением устойчивости стенок скважин, поглощением промывочной жидкости, водопроявлениями и т.д. Отсюда следует необходимость в разработке высокоэффективных алмазных породоразрушающих инструментов, которые будут обладать высокой стойкостью. Эффективность алмазного бурения во многом зависит от выбора существующих алмазных коронок.

В настоящее время существует многообразие конструкции алмазных буровых коронок, известных по литературным источникам и по патентным материалам. На рисунке 1. показаны общий вид коронки со стороны ее рабочего торца, схема выполнения секторов разного профиля в радиальной плоскости и форма рабочего сектора в продольном сечении.



1 – корпус, 2 – матрица, 3 – промывочный паз, 4 – поперечное сечение, 5,6, 7 – сектора, 8 – штыри, 9 –торцевая поверхность, 10 – окружность.

а, б и в - схема выполнения секторов разного профиля в радиальной плоскости; г - форма рабочего сектора в продольном сечении

Рисунок 1 –Общий вид коронки со стороны ее рабочего торца

Алмазная буровая коронка (АБК) содержит цилиндрический корпус 1 с присоединительной резьбой (не показана) и матрицу 2, разделенную промывочными пазами 3 на рабочие секторы, армированные режущими 24 элементами, преимущественно естественными или искусственными алмазами. Рабочие секторы выполнены с различным поперечным сечением. Часть секторов выполнена с поперечным сечением в виде прямоугольника 4, а другая часть - в виде прямоугольных трапеций 5 и 6 с острыми углами при большом основании. При этом наклонные стороны трапеций 5 и 6 имеют противоположное направление. У секторов 5 наклонная боковая грань образует острый угол с осью коронки, вершина которого расположена со стороны резьбы коронки, а у секторов 6 - со стороны забоя скважины. Размеры секторов 5 и 6 выбирают таким образом, чтобы сумма меньших оснований прямоугольных трапеций (a1+a2) в радиальном направлении не более ширины – в торцах матрицы.

Принцип работы коронки заключается в следующем. Под действием осевой нагрузки и крутящего момента режущие элементы секторов 4, 5 и 6 внедряются в породу и производят ее разрушение. При этом благодаря предложенной схеме выполнения рабочих секторов 4, 5 и 6 с наклонной набегающей гранью 7, армировке секторов алмазами различных фракций, а также использованию штырей 8 из сверхтвердого материала для вооружения прямоугольных секторов 4 и создания дополнительных плоскостей обнажения, а также схеме их расположения в зоне, предварительно ослабленной действием вооружения наклонных граней 7 секторов, создаются условия для объемного разрушения породы, значительно снижающие энергоемкость процесса бурения. Разрушенная порода выносится на поверхность промывочной жидкостью, подаваемой через промывочные пазы 3. Проектирование алмазного породоразрушающего инструмента возможно только при условии всестороннего изучения процесса разрушения горных пород алмазами. Существует довольно большое количество попыток дать теоретическое обоснование процесса разрушения горных пород алмазами.

Механизм образования аномальных форм износа алмазов и матриц буровых коронок обусловливается действием ряда взаимосвязанных причинных факторов: геологических, технологических, технических, а также факторов, определяемых технологией изготовления алмазного инструмента.

Аномальный износ алмазных буровых коронок является одной из основных причин преждевременного снятия их с работы при неиспользованном полностью ресурсе. Исследованиями причин образования этого негативного явления и разработке рекомендаций по борьбе с ним занимались и занимаются в настоящее время многие ученые. В их многочисленных исследованиях отражены главные проблемы исследуемого вопроса и рассмотрены основные направления в разработке рекомендаций по снижению частоты и интенсивности его образования с целью повышения работоспособности коронок. Анализ выполненных исследований свидетельствует о неоднозначности, а в отдельных случаях и о противоречивости рекомендаций, направленных на борьбу с аномальным износом. В основном это относится к определению наиболее распространенных видов аномального износа, механизму износа алмазов и матрицы коронок, характеру изменения формы профиля, оценке влияния структурных и текстурных особенностей горных пород, параметров режима бурения и взаимосвязанности многих причинных факторов аномального износа.

Проведенные исследования позволили определить объект изучения в следующей форме: аномальный износ - это остаточное, локальное изменение формы породоразрушающей поверхности алмазных коронок, являющееся причиной снижения их работоспособности. Главным направлением развития аномального износа являются радиальное и перпендикулярное к нему (тангенциальное), основными же зонами локализации - периферийные и центральные участки матриц коронок, а также набегающие кромки секторов [2, 3]. Наиболее типичными формами аномального износа являются кольцевые канавки по торцу, которые образуются вследствие различной интенсивности износа в радиальном направлении. Различная интенсивность износа объясняется наличием участков с различиями в износостойкости породоразрушающей поверхности и механизме ее износа в рассматриваемых направлениях, которые обусловлены, главным образом, качеством изготовления коронок и неоднородностью условий изнашивания.

К основным факторам, определяющими неравномерную износостойкость, стоит относить недостатки входного контроля качества алмазного сырья (стабильность прочностных характеристик, формы, размеры, морфологии, структуры, температурной стойкости) и порошковых материалов; недостатки в обеспечении заданных схемы раскладки алмазов, величины их выпуска из матрицы, значения концен-трации и недостаточно обоснованный выбор формы пуансонов при прессовании, формы замкового соединения матрица-корпус, способы прессования и их параметров; ненадежный контроль равномерности прогрева матрицы при спекании и отбраковки коронок с недопустимым торцевым и радиальным биением. Неоднородность условий изнашивания на породоразрушающей поверхности обусловлена несколькими группами причинных факторов:

- технических: неравномерное распределение температуры, нормальных и танген-циальных напряжений по резцу; различия в линейных скоростях перемещения участков режущей поверхности коронок; различия в величинах пути перемещения (трения) и объема разрушаемой на забое породы;

- эксплуатационных: изменение кинематики движения коронок; уровня нормальных и касательных напряжений, зависящих от величины отношения осевой нагрузки к угловой частоте вращения коронки; колебательные процессы в призабойной зоне, в буровом снаряде, в том числе и в колонне бурильных труб; нарушение технологии бурения и т.п.;

- геологических и физико-механических: неоднородности структур и текстур буримых горных пород забоя скважины; их трещиноватость; перемежаемость по твердости; различия по теплофизическим характеристикам.

Диагностика и анализ характера аномального износа алмазов и матриц буровых коронок обеспечивают основу для разработки путей совершенствования проектирования и

эксплуатации алмазного инструмента в конкретных геологотехнических условиях: изменение геометрии режущей части коронок, разработка композиций матриц с заданными свойствами, изменение схемы армирования коронок алмазами, выбор оптимальных режимов отработки коронок, создание методики и технических средств для контроля износа алмазных коронок.

Диагностика и анализ характера аномального износа алмазов и матриц буровых коронок обеспечивают основу для разработки путей совершенствования проектирования и эксплуатации алмазного инструмента в конкретных геолого-технических условиях: изменение геометрии режущей части коронок, разработка композиций матриц с заданными свойствами, изменение схемы армирования коронок алмазами, выбор оптимальных режимов отработки коронок, создание методики и технических средств для контроля износа алмазных коронок.

Литературы:

1. *Лит.* Руководство по алмазному колонковому бурению, Л., 1970; Воздвиженский Б. И., Сидоренко А. К., Скорняков А. Л., Современные способы бурения, М., 1970; Технология и техника разведочного бурения, М., 1973.

2. Горшков Л.К. Температурные напряжения в буровых алмазах // Изв. вузов. Горный журнал. 1984. № 11.

3. Горшков Л.К. Температурные режимы алмазного бурения / Л.К.Горшков, В.Г.Гореликов. М.: Недра, 1992.

Орлова Е.П, Шумаков А.

Drilling with diamond drill bits. Abnormal wear in drilling process.

Annotation. The article presents an analysis of the mechanism of destruction of rocks by diamond drill bits and the direction of its development. The relevance of the study of the design parameters of diamond drill bits is shown.

Орлова Е.П, Шумаков А.

Ұңғымаларды алмаз тәжімен бұрғылау. Бұрғылау кезіндегі аномальды тозу

Андатпа. Мақалада гауһар бұрғылау бұрғыларымен жыныстарды жою механизмі және оның даму бағыттары қарастырылған. Алмаз бұрғылау биттерінің жобалау параметрлерін зерттеудің өзектілігі көрсетілген.

УДК: 621.926.52

А.Б. Сейтова, А.А. Наурызбаева

О.А.Сушкова, сеньор-лектор кафедры СМиТМП, кандидат технических наук

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева, Қазақстан, г. Алматые-mail: i.akerke@inbox.ru

ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВО РАБОТОСПОСОБНОСТИ БРОНЕЙ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ НОВЫХ СТАЛИ

Аннотация. *В статье проанализировано исследование методов повышения качества работоспособности броней конусных дробилок. Броня конусных дробилок работает под большим напряжением, при циклических нагрузках 100-190 т, что вызывает отказы узлов и приводит к простоям агрегатов. Одна смена простоя агрегата крупного дробления означает остановку оборудования по всей технологической цепочке.*

В соответствии с этим в статье рассмотрена актуальная научная проблема - разработка и исследование новых эффективных комплексных ремонтных технологий восстановления работоспособности крупных габаритных изнашиваемых деталей и узлов,

дробильно-измельчительного оборудования в горно-обогатительных комбинатах с целью сокращения простоя оборудования, повышения эффективности и ресурса его работы, что снижает производственные затраты и имеет как научную, так и практическую значимость для развития машиностроения страны.

Ключевые слова: *конусная дробилка, измельчение, броня, сталь, деталь, узлы, горно-обогатительные комбинаты, ванадий, зерно аустенита, титан, микроструктура, зерно структуры*

В современном машиностроительном производстве черные металлы являются основным конструкционным материалом, спрос на который ежегодно возрастает. Железо и его сплавы составляют свыше 90% общемирового производства металлов, поэтому снижение производственных затрат на изготовление черных металлов обеспечивает снижение себестоимости изделий машиностроительного, нефтегазового и других производств. Измельчение руды на дробилках и в мельницах с помощью брони. На горно-обогатительных комбинатах (ГОКах) является одним из основных этапов производства черных металлов.

В процессе эксплуатации брони конусных дробилок работают в сложном напряженном состоянии при циклическом характере действующих нагрузок. Они воспринимают и передают усилия дробления 100…190 т. Возникающее при этом временное сопротивление сжатию составляет 100…150 МПа. Все это определяет повышенные требования к качеству стали, применяемой для изготовления броней, а также требования к прочности и качеству изготовления деталей и узлов дробилок [1-2].

Эффективным решением проблемы повышения износостойкости броней конусных дробилок, подверженных большим нагрузкам, является легирование стали.

Небольшое содержание хрома в стали приводит к ее упрочнению и меньшей карбидной неоднородности структуры. Наличие молибдена, ванадия и никеля способствует образованию после закалки мелкозернистой структуры аустенита и повышению вязкости стали, что, несомненно, приводит к повышению прочности и способности работать в условиях ударного нагружения.

Положительное влияние на свойства стали оказывает ванадий, который сильно измельчает структуру крупных отливок.

Ванадий является сильным карбидообразующим и нитридообразующим элементом, поэтому в высокомарганцовистой стали с высоким содержанием углерода и азота он способен образовывать тугоплавкие и твердые частицы нитридов и карбидов, которые регулируют процессы кристаллизации и упрочняют аустенитную матрицу стали [2-3] .

Исследование проведенных плавок стали 110Г13Л с ванадием показали, что присадки ванадия изменили природу и характер распределения неметаллических включений в стали. Образующиеся карбонитриды ванадия выпадают выше температуры ликвидуса и являются дополнительными центрами кристаллизации, измельчая на 1-2 балла зерно аустенита [3-4-5].

Микротвердость стали с ванадием непрерывно возрастает по мере повышения концентрации ванадия за счет повышения легированности аустенита. Однако по однородности более гомогенной является сталь с содержанием ванадия 0,3 %.

Проведенные исследования показывают, что при введении до 0,3 % ванадия повышение механических свойств стали составляет:

- предел прочности $\sigma_в$ = 830 МПа;
- относительное удлинение δ= 32 %;
- ударная вязкость $a_н$ составила 2,27 МДж/м^2.

Установлено, что присадки дорогостоящего ванадия необходимо осуществлять в оптимальных количествах в пределах 0,2 – 0,3 %.

Это способствует повышению механических свойств стали и ее усталостной прочности [6-7-8].

Легирование ванадием наиболее эффективно, если в стали 110Г13Л присутствует титан. Исследованиями установлено, что наилучшие характеристики стали с введение ванадия формируются при содержании в ней титана в пределах 0,04 – 0,07 %.

На рисунке 1 показаны микроструктуры отливок стали 110Г13Л с добавками титана и ванадия.

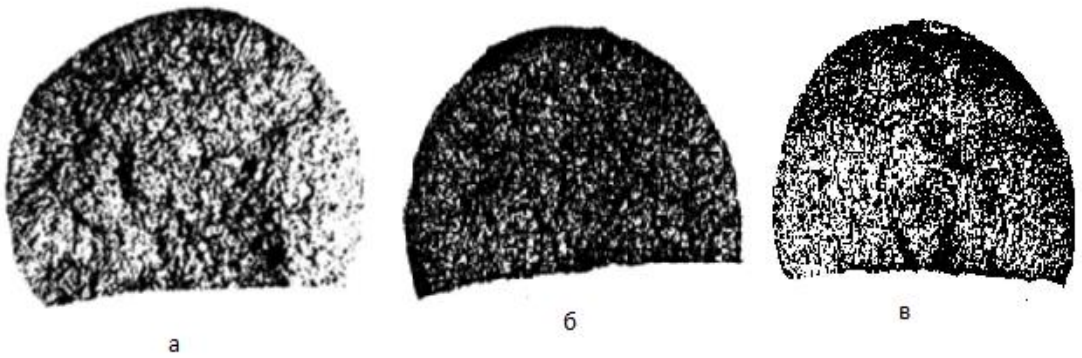


Рисунок 1 - Микроструктура отливок из стали 110Г13Л и той же стали с модификаторами: а – сталь 110Г13Л без модификаторов; б – сталь 110Г13Л с 0,07 – 0,13 % Ti; в – сталь 110Г13Л с 0,2 – 0,3 % V и 0,04 – 0,07 % Ti.[8].

Исследование приведенных микроструктур наглядно показывает, что совместное введении в сталь титана и ванадия резко измельчает зерно структуры. У такой стали способность к наклепу оказалась выше, чем у обычной стали 110Г13ГЛ. Твердость у модифицированной стали на глубине отливки 1мм составила 550 – 600 НВ, между тем как у стали без присадок она составляет 490 – 500 НВ. Сравнительный анализ стойкости 70 броней конусных дробилок из стали 110Г13Л с различными модификаторами приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ стойкости броней конусных дробилок с модификаторами[8].

Броня дробилок из стали 110Г13Л с различными модификаторами	Стойкость брони в часах		
	Без модификатора	Модификатор Ti	Модификатор Ti и V
КСД – 2200	550	700	900
КМД – 2200	385	500	625

Для улучшения комплекса механических и эксплуатационных характеристик материала броней дробилок была разработана новая экспериментальная сталь марки 125Г18Х2МНЛ. Из разработанной стали получены отливки броней для эксплуатируемых дробилок, которые были испытаны в реальных производственных условиях.

На основе проведенных исследований был выполнен анализ применяемой новой стали, определено влияние нового состава и структуры стали на износостойкость и ударную вязкость броней. Химический состав новой стали 125Г18Х2МНЛ приведен в таблице 3, где для сравнения приведен химический состав стали марки 110Г13Л [9-10].

Таблица 2 - Сравнительный химический состав двух сталей, применяемых для изготовления брони дробилок. [9-10].

Марка стали	Химический состав двух сталей							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	Mo	S
110Г13Л	0,9-1,3	11,5-14,5	0,4-1,0	Д$_0$0,05	-	До 0,12	-	-
125Г18Х2МНЛ	1,1-1,4	16,0-20,0	0,3-0,8	1,0-2,0	0,2-0,5	До 0,07	0,2-0,5	До 0,03

В результате успешного испытания на ГОК броней дробилок из новой стали было принято решение о полном переходе при изготовлении новых броней на сталь 125Г18Х2МНЛ.

Улучшение механических и эксплуатационных свойств броней из новой стали было достигнуто, прежде всего, в результате комплексного введения легирующих компонентов – хрома, никеля и молибдена, и снижения содержания фосфора до 0,07 %. Различие процентного содержания химических элементов в новой и ранее применяемой стали наглядно показано в приведенной таблице 3.

Небольшое содержание хрома в стали приводит к резкому упрочнению и меньшей карбидной неоднородности. Наличие молибдена и никеля в стали способствует образованию после закалки мелкозернистой и тонкой структуры аустенита и повышению вязкости стали, что несомненно приводит к повышению прочности и способности к упрочнению при работе в условиях ударного нагружения в сочетании с абразивным износом.Исследования показывают, что применение новой стали позволило увеличить стойкость броней в 1,5 раза. Это, в свою очередь позволило сократить количество плановых ремонтов дробилок, что показано в таблице 4.

Таблица 3 - Уменьшение количества плановых ремонтов дробилок в результате применения для брони новой стали[10].

Тип дробилки	ККД 1500/180	КСД- 3000	КМД - 3000
Сокращения ремонтов в %	42,0%	54,2%	55,3%

Заключение. Наилучшим результатом были получены при новой высокомарганцовистой стали 125Г18Х2МНЛ, у которой сочетание легирующих элементов повышает механические и эксплуатационные свойства броней, ударную вязкость и износостойкость. При этом стойкость броней была увеличена в 1,5 раза, а количество ремонтов дробилок уменьшено на 42,0% … 55,3 %.

Литературы:

[1] Бойко П.Ф. Повышение долговечности броней дробилок. Бойко П.Ф., 324

Мнацаканян В.У., Схиртладзе А.Г., И.И.Зиновьева. Ж. «Ремонт, восстановление, модернизация» №3, 2015.

[2]Бойко П.Ф. Ремонтное восстановление точности конусов дробилок.

Ст. в сб. «Технологические методы восстановления работоспособности горных машин на месте эксплуатации..» Ж. ГИАБ. №1. 2015. с. 12-15.

[3]Бойко П.Ф. Актуальные проблемы механообработки деталей горных машин. Набатников Ю.Ф. Мнацаканян В.У., Бойко П.Ф. Труды международного научного симпозиума «Неделя Горняка -2016», ГИАБ. Специальный выпуск № 1. 2016. с.418 – 428.

[4] Бойко П.Ф. Оценка уровня качества машин. Радкевич Я.М., Бойко П.Ф.

Ст. в сб. «Технологические методы восстановления работоспособности горных машин на месте эксплуатации..» Ж. ГИАБ. №1. 2015. с. 3 - 6.

[5] Бойко П.Ф. Инновационные технологии ремонта дробильно-измельчительного оборудования. Монография. Изд. РОСА. 2016, 327 с.

[6] Борщев В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: учебное пособие, Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. – 75с.

[7] Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учеб. пособиедлявузов. – 4-ед изд., перераб. и доп.- М.: Недра, 1990.- 301 с.:ил.

[8] Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980.

[9] Бойко П.Ф. Восстановление изношенных поверхностей отверстий в деталях машин. Схиртладзе А.Г., Бойко П.Ф., Новиков О.А., Сб. трудов XVII научной конференции «Математическое моделирование и информатика». МГТУ «СТАНКИН». 2015г.

[10] Бойко П.Ф. Оптимизация технического обслуживания и ремонта механического оборудования. Горный журнал №6, 2011 с. 52-54

О.А.Сушкова, А.А Наурызбаева, А.Б. Сейтова

Конустық ұсақтағыштардың броньдарының жұмыс істеу сапасын жаңа болаттан жасау арқылы арттыру

Түйіндеме. Мақалада конустық ұсақтағыштардың броньдарының жұмыс істеу сапасын арттыру әдістерін зерттеу талқыланады.

Конустық ұсатқыштардың флаконы 100...190 т циклдық жүктемелерде үлкен кернеумен жұмыс істейді, бұл тораптардың істен шығуын тудырады және агрегаттардың тоқтап қалуына әкеледі. Ірі ұсақтау агрегатының тоқтап қалуының бір ауысуы барлық технологиялық тізбек бойынша жабдықтың тоқтатылуына әкеп соғады. Осыған сәйкес мақалада жабдықтың тоқтап қалуын қысқарту, оның жұмысының тиімділігі мен ресурсын арттыру мақсатында тау-кен байыту комбинаттарында ұсақтау жабдығының ірі габаритті тозатын бөлшектері мен тораптарының жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтірудің жаңа тиімді кешенді жөндеу технологияларын әзірлеу және зерттеу өзекті ғылыми проблема қойылған, бұл қара металдарды дайындауға өндірістік шығындарды төмендетеді және елдің халық шаруашылығын дамыту үшін ғылыми және практикалық маңыздылығы бар.

Нәтижесінде ең жақсы көрсеткіш ретінде 125Г18Х2МНЛ жаңа жоғары марганецті болатты алынды, онда қоспалаушы элементтердің үйлесімі броньдардың механикалық және эксплуатациялық қасиеттерін, соққы тұтқырлығы мен тозуға төзімділігін арттырады.

Кілттік сөздер:конустық ұсақтағыш, ұсақтау, бронь,болат, деталь, тораптар, на тау-кен байыту комбинаттары, ванадий, аустенит зерносы, титан, микроструктура,зерно сқұрамы.

O.A. Sushkova, A.A. Nauryzbayeva, A.B. Seitova

Analysis improving the quality of armor cone crushers is manufactured from new steel

Abstract. The article analyzes the study of methods to improve the quality of performance of armor cone crushers. The armor of cone crushers operates under high voltage, with cyclic loads of 100 ... 190 t, which causes failures of units and leads to downtime of units. One shift of downtime of the unit of large crushing means to stop the equipment throughout the production chain.

In accordance with this, the article raises an urgent scientific problem of development and research of new effective integrated repair technologies for restoring the efficiency of large-size wear parts and components of crushing and grinding equipment of the mining and processing plants in order to reduce downtime, improve efficiency and resource of its work, which reduces production costs for the manufacture of ferrous metals and has both scientific and practical significance for the development of the national economy.

The best results were obtained with a new high-manganese steel 125G18H2MNL, in which the combination of alloying elements increases the mechanical and operational properties of armor, toughness and wear resistance

Keywords: conecrusher, grinding, armor, steel, part, units, mining and processing plants, vanadium, austenite grain, titanium, microstructure, grain structure

УДК 621.777.2-4

Н.Танатаров, М.Е. Исаметова
Научный руководитель-М.Е. Исаметова, ассоц. профессор,
кандидат технических наук. Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева. Казахстан, г.Алматы
isametova69@mail.ru

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОДНОКАНАЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы оптимизации технологического процесса прессования, приведен один из математических методов оптимизации инструмента прессования- линейное программирование, приведена блок-схема метода линейного програмирования для подбора оптимального угла матрицы, приведены окна созданного автоматизированного модуля по оптимизации углов инструмента, приведены сравнительные график для технологических параметров процесса пресования.*

Ключевые слова: *прессование, параметры, технологический процесс, матрица, алгоритм, блок-схема.*

Из практики прессования известно наличие оптимальных углов наклона образующей конической матрицы к оси прессования αм (рисунок 1). От угла αм зависят составляющие Тпл и Тм, поэтому оптимизация геометрии прессовой матрицы заключается в определении оптимального значения угла αм. методика определения оптимального значения угла $\alpha_м$ из условия обеспечения минимального значения усилия прессования изделий круглого сечения. [1]

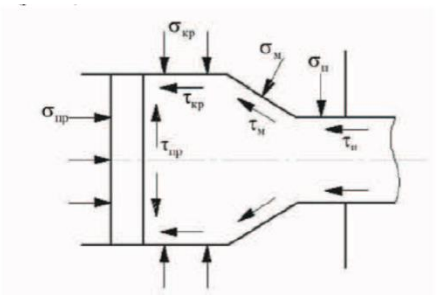


Рисунок 1 - Схема сил, действующих при прессовании

Задачи оптимального планирования, связанные с отысканием оптимума заданной целевой функции (линейной формы) при наличии ограничений в виде линейных уравнений или линейных неравенств относятся к задачам линейного программирования.

Линейное программирование – это направление математического программирования, изучающее методы решения экстремальных задач, которые характеризуются линейной зависимостью между переменными [2]

Сущность линейного программирования состоит в нахождении точек наибольшего или наименьшего значения некоторой функции при определенном наборе ограничений, налагаемых на аргументы и образующих систему ограничений, которая имеет, как правило, бесконечное множество решений. Каждая совокупность значений переменных (аргументов функции ***F***), которые удовлетворяют системе ограничений, называется допустимым планом задачи линейного программирования. Функция ***F***, максимум или минимум которой определяется, называется целевой функцией задачи. Допустимый план, на котором достигается максимум или минимум функции F, называется оптимальным планом задачи.

Система ограничений, определяющая множество планов, диктуется условиями производства. Задачей линейного программирования (ЗЛП) является выбор из множества допустимых планов наиболее выгодного (оптимального).

В общей постановке задача линейного программирования выглядит следующим образом:

Имеются какие-то переменные $x = (x_1, x_2, \dots x_n)$ и функция этих переменных $f(x) = f(x_1, x_2, \dots x_n)$, которая носит название целевой функции. Ставится задача: найти экстремум (максимум или минимум) целевой функции f(x) при условии, что переменные $\boldsymbol{x}$ принадлежат некоторой области G:

$$\begin{cases} f(x) \Longrightarrow extr \\ x \in G \end{cases}$$

В зависимости от вида функции f(x) и области G и различают разделы математического программирования: квадратичное программирование, выпуклое программирование, целочисленное программирование и т.д. Линейное программирование характеризуется тем, что,

а) функция f(x) является линейной функцией переменных $x_1, x_2, \dots x_n$

б) область G определяется системой линейных равенств или неравенств.

Математическая модель любой задачи линейного программирования включает в себя:

- максимум или минимум целевой функции (критерий оптимальности);
- систему ограничений в форме линейных уравнений и неравенств;
- требование неотрицательности переменных.

В других ситуациях могут возникать задачи с большим количеством переменных, в систему ограничений, которых, кроме неравенств, могут входить и равенства. Поэтому в наиболее общей форме задачу линейного программирования формулируют следующим образом: [3]

$$\begin{cases} \alpha_{11}x_1 + \alpha_{12}x_2 + \dots + \alpha_{1n}x_n \{\leq, \geq, =\} j \\ \alpha_{21}x_1 + \alpha_{22}x_2 + \dots + \alpha_{2n}x_n \{\leq, \geq, =\} i \\ \dots \dots \\ \alpha_{m1}x_1 + \alpha_{m2}x_2 + \dots + \alpha_{mn}x_n \{\leq, \geq, =\} \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq o, \dots, x_n \geq 0$$

$$F = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \to max$$

Коэффициенты $a_{i,j}$, b_i, c_j, j = 1, 2, ... , n, i =1, 2, ... ,

Для оптимизации усилия прессования используем задачу отыскания минимума напряжений как функции зависящей от многих параметров, а именно параметров $\sigma_S, \lambda, \alpha_м$. Нахождения минимума функции обоснована определением минимального усилие прессования с целью снижения энергозатрат. Назначаем целевую функцию

$$\sigma_{max} = \sigma_S \left[\ln\lambda + \frac{4}{3\sqrt{3}}\tan\alpha_м\right] + \frac{\sigma_S((\lambda-1))f\ \mathrm{ctg}\ \alpha_м}{\lambda} \to min$$

σ_{max} −полное напряжение прессование

Условия ограничения будут следующими: угол матрицы $\alpha_м \leq 90^\circ$, коэффициенты обжатия λмогут принимать значение действительных чисел от 1 до 5 , коэффициент трения f=0,01;0,05;0,1;0,02,σ_S=120 МПА

Для реализации задачи нахождения наименьшего значения напряжения прессования и оптимального угла наклона образующей матрицы к оси прессования используем современные алгоритмические языки программирования.

Блок схема алгоритма нахождения оптимальных технологических параметров. Приведена на рисунке 2

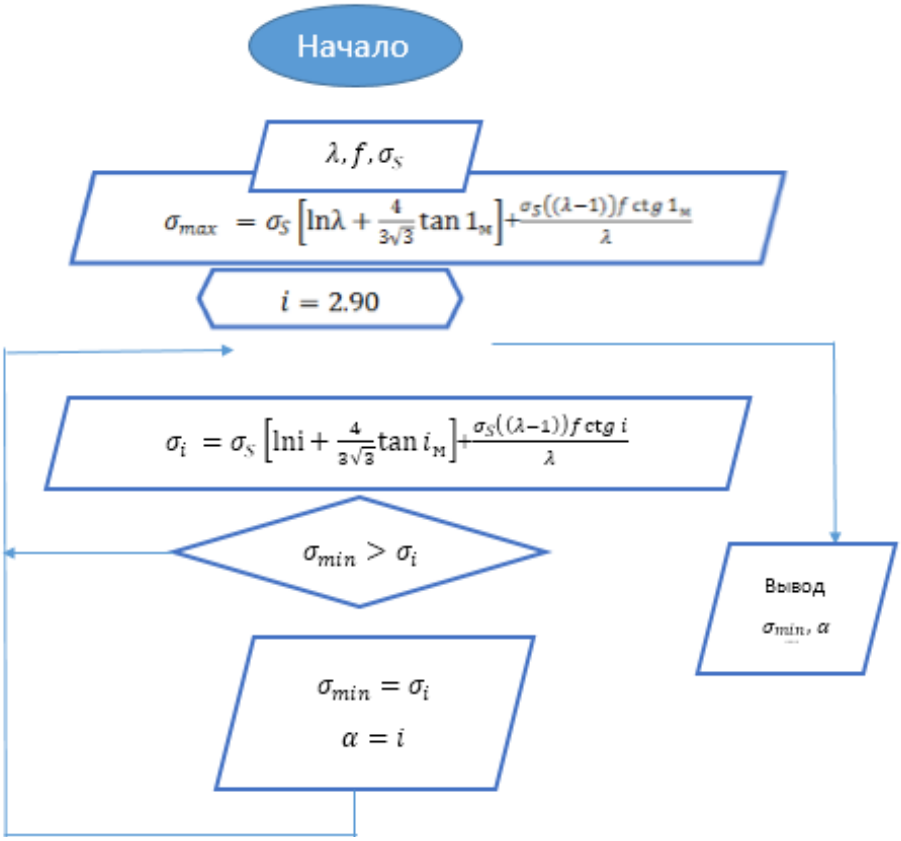


Рисунок 2 - Блок схема алгоритма оптимизации

Для реализации отыскания оптимального напряжения пресования и оптимального угла конусности матрицы использовали объектно-ориентированный язык Java

Язык Java Ф - это новый объектно-ориентированный язык программирования, созданный фирмой Sun для разработки программ, распространяемых по сети Internet. Система программирования Java позволяет использовать World Wide Web (WWW) для распространения небольших интерактивных прикладных программ (апплетов).

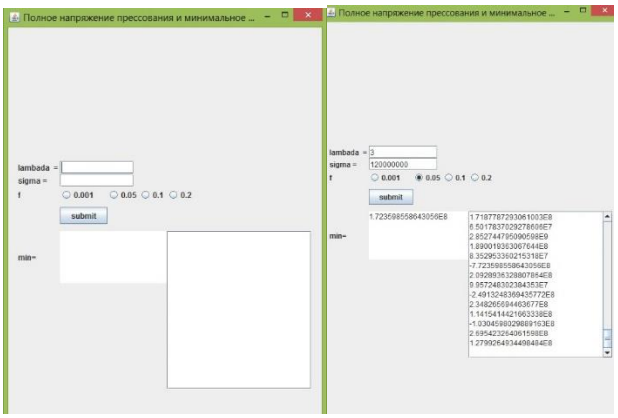


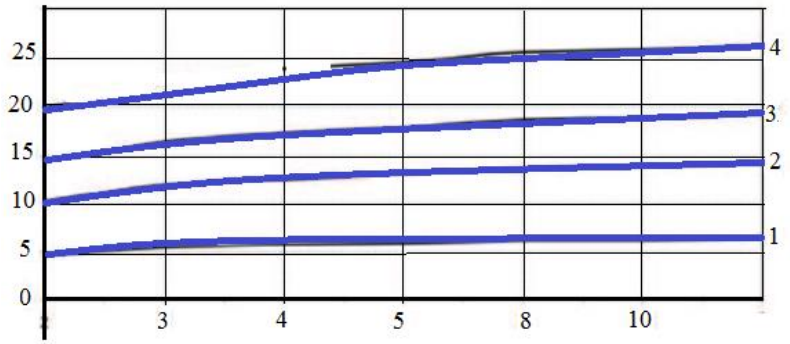
Рисунок 3 - Диалоговое окно с результатами расчета

Из диалогового окна видно что при переборе 99 значений -угла конической матрицы, при коэффициенте деформации λ=3 и коэффициенте трения $f = 0{,}05$ мы имеем минимальное значение $\sigma_{min} = 172\ МПА$, зная σ_{min} по формуле

$$\sigma_{пр} = \frac{\mathrm{P}}{F_0}$$

Можно вычислить оптимальное усилие прессование и вывести в результат оптимальный угол конической матрицы α=23°

На рис.4 приведены расчетные значения оптимальных углов матриц при прессовании в зависимости от вытяжки для различных значений коэффициента трения. Из рис.2 следует, что с увеличением λ и уменьшением f оптимальные углы матриц возрастают.



$1 - f = 0{,}01; 2 - f = 0{,}05; 3 - f = 0{,}1; 4 - f = 0{,}02$

Рисунок 4 - Расчетные значения оптимальных углов при прессовании в зависимости от вытяжки для различных значений коэффициента трения

Литературы:

1. Щерба В.Н. Возможности управления качеством пресс-изделий в современных условиях // Цветные металлы. - 1992.- №11.- С. 59 - 62.2.

2. Ларин Р. М., Плясунов А. В., Пяткин А. В. Методы оптимизации. Примеры и задачи: Учеб. пособие, 2-е изд. Новосибирск, 2009.

3. Гольштейн Е. Г., Юдин Д. Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. М.: Либроком, 2010.

Н.Танатаров, М.Е. Исаметова

Бір арналы баспақтау технологиялық процесінің параметрлерін оңтайландыру әдістері

Мақалада баспақтаудың технологиялық үдерісін оңтайландыру мәселелері қарастырылып, баспақтау құралдарын оңтайландырудың математикалық әдістерінің біреуі - сызықтық бағдарламалау қарастырылған. Матрицаның оңтайлы бұрышын таңдауға арналған сызықтық бағдарламалау әдісінің блок- схемасы көрсетілген. Құралдың бұрыштарын оңтайландыру үшін құрылған автоматтандырылған модульдің терезесі көрсетілген. Баспақтау процесінің технологиялық параметрлері үшін салыстырмалы график берілген.

Түйін сөздер: баспақтау, параметрлер, технологиялық процесс, матрица, алгоритм, блок-схема.

N.Tanatarov, M.E. Isametova

Methods of optimization of parameters of technological process of single-channel pressing

The article discusses issues of optimization of the technological process of pressing, provides one of the mathematical methods for optimizing the pressing tool - linear programming, shows a block diagram of the linear programming method for selecting the optimum angle of the matrix, shows the windows of the created automated module for optimizing tool angles, gives a comparative graph for technological parameters pressing process.

Keywords: pressing, parameters, technological process, matrix, algorithm, flowchart

УДК 621.926.52

Таңатаров Н.М., Арымбеков Б.С., ИсаметоваМ.Е
Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, beckemn@gmail.com, isametova69@mail.ru

БІР АРНАЛЫ ПРЕСТЕУ ЖҮЙЕСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ҮШІН, ӘМБЕБАП АЙНАЛМАЛЫ КОМПЕНСАТОРЛЫ ЕСЕПТЕУ БАҒДАРЛАМАСЫН ЕНГІЗУ

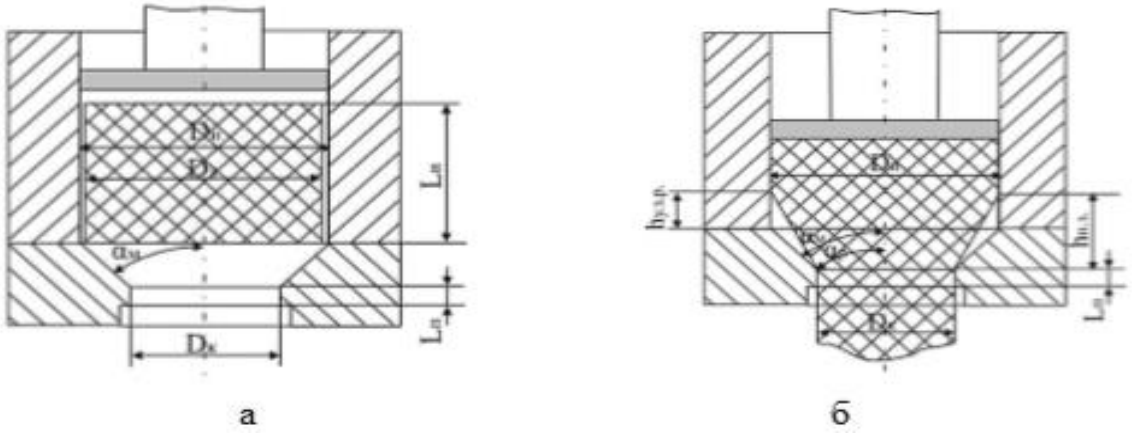
Аңдатпа. *Престеу кезінде серпімді деформацияларды төмендету үшін әртүрлі коппенсациялық элементтер қолданылады, бір арналы престеу жүйесінің қателіктерін төмендету үшін элементтер қолданып есептулер жүргізіп көретін боламыз.*

Түйін сөздер: *бір арналы матрица, контейнер, коппенсатор, пластина, деформация.*

Бір арналы престеу жүйесіндегі ауытқуларды төмендетуге, перспективті бағыттағы коппенсаторлардың түрлі құрылымдарын пайдаланып есептеп, зерттеу жүргіземіз. Алайда әмбебеп бұрылыс коппенсаторын пайдалану үшін оларды конструктивтік параметрмен пайдалану сипаттамаларын алдын ала нақтылыуды талап етеді. Бұл ретте бір арналы престеу жүйесінің қателіктеріне байланысты серпімді коппенсатордың конструктивтік параметрлер таңдауын және оңтайландыру үшін пайдаланылатын әдістерді көзбен шолып, объектілі аймақты бағдарлап ыңғайлы болған жағдайда зерттеу жұмыстарын бастап, бірыңғай бағдарламалық өнімдерді: автоматты интеграцияланған модульдерді және де алгоритмдерді әзірлеу әдістемелерін пайдалануға болады.

Жұмыстың мақсаты: яғни профильді престеу операциясы кезінде, бір арналы престеу жүйесін оңтайландыру үшін, әмбебап айналмалы серпімді коппенсаторды пайдаланып, арнайы бағдарлама немесе бағдарлама құру арқылы зерттеулер жүргізу болып табылады.

Бір арналы матрица арқылы көлденең дөңгелек қима дайындамасынан тұратын тұтас профильдік престеу кезінде айналиалы коппенсатор пайдаланылу қарастырылды.



Сурет 1 -Бір арналы матрица арқылы дөңгелек дайындамадан жасалған тұтас пішінді тікелей өтіп престеу сатылыары а) және металдың бастапқы өтуі б)

Арнаның нақты бұрышына байланысты. $(\alpha_{\text{м}})$ есептік бұрышы $(\alpha_{\text{р}})$ және есептік биіктігі h мына формулалар арқылы анықтаймыз:

$$\begin{cases} \text{егер } \alpha_{\text{м}} \le 60°; \text{онда } \alpha_{\text{р}} = \alpha_{\text{м}}; \\ \text{егер } \alpha_{\text{м}} > 60°; \text{онда } \alpha_{\text{р}} = 60°; \end{cases}$$

$\text{h}= 0;\quad \text{h} = (D_H - D_K)\cdot(0.58 - \cot\alpha_M)/2;$

Мұнда D_H және D_K- ішкі және сыртқы диаметрі контейнердің.

Цилиндрлі дайындаманың көлемін келесі тәсілмен есептейміз:

$$\mathrm{V_З} = \mathrm{L_Н} \cdot \pi \mathrm{D_З^2}/4; \quad \mathrm{D_З} = 0.97 \cdot \mathrm{D_Н};$$

Мұнда $\mathrm{L_Н}$ – контейнердің биіктігі; $\mathrm{D_З}$ – дайындаманың диаметрі;

Нығыздау сатысында дайындаманың ағымдағы диаметрін анықтадық:

$$D_X = 1.13 \cdot \sqrt{V_З/L_X};$$

Мұнда L_X – дайындаманың ағымдағы биіктігі;

Дайындаманың соңғы биіктігін осы кезеңдегі анықтауы:

$$L_{OA} = V_З/(\pi D_H^2/4);$$

Бірінші кезеңде престеу күші мынадай формула бойынша есептеледі:

$$P_{OA} = 20 \cdot \sigma_S \cdot \left[1 + 0.09 \cdot (D_X/L_X) \cdot \sqrt{\mu \cdot D_X/L_X}\right] \cdot \frac{\pi D_X^2}{4};$$

Мұнда: σ_S – дайындама материалының беріктігін есепке ала отырып, деформация кедергісі; μ- үйкеліс коэффициенті; ($\mu = 0{,}3$)

Дерек көзіне сәйкес, металдың аяқталу сатысында престеу күші бойынша анықталады:

$$\mathrm{P}= \left[f_{k.p} K_{k.p} \pi D_H \left(L_H - h_{y.з.p}\right) + \frac{\pi D_H^2}{2} K_{M.б} \cdot \left(\frac{f_{k.M}}{2\sin(\alpha_p)} + \frac{1}{\cos^2(\alpha_p/2)}\right) + \right] 10^{-6} + \\ + \lambda \pi D_{kfk.n} K_{M.K} L_n \cdot 10^{-6};$$

Мұнда: $f_{k.p} = f_{k.M} = f_{k.n} = f = 1$ –сыртқы үйкеліс күші;

$$K_{k.p} = K_{M.б} = K_{M.K} = \mathrm{К} = \frac{\sigma_s}{(3\sqrt{3})} -$$ пластикалық жылжу кернеуі;

$\mathrm{i}= \frac{D_H^2}{D_k^2}$ – деформация көрсеткіші;

$\lambda = 1/\left[1 - \left((D_H^2 - D_k^2)/D_H^2\right)\right]$ – сору коэффициенті.

Сондай-ақ, нығыздау күшін қосымша ақпараттар бойынша есептейміз:

$$\mathrm{P}= \sigma_s \left[\left(\frac{\mu+0.5}{2\sin(\alpha_M)} + \frac{2}{1+\cos(\alpha_M)}\right) \ln\left(\frac{D_H^2}{D_k^2}\right) + \frac{2L_x}{D_K} + \frac{4\mu L_n}{D_H}\right] \frac{\pi D_k^2}{4} \cdot 10^{-6}.$$

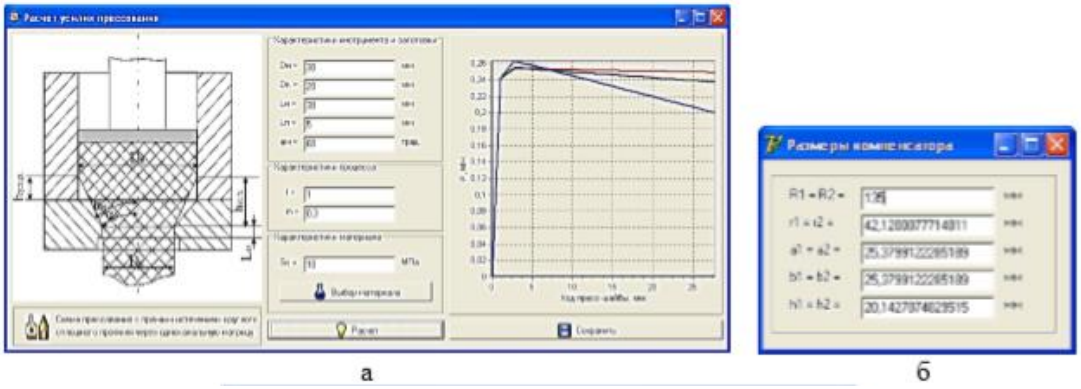
Сондай-ақ ақпарат көзінде көрсетілген формула бойынша есеп жүргізіледі:

$$\mathrm{P}= \sigma_s(1 + f \cdot \tan(\alpha_M)) \left[1 + \tan(\alpha_M) + f + f\left(\frac{L_n}{D_K} + \frac{L_x}{D_H}\right)\right] \ln\left(\frac{D_H^2}{D_k^2}\right) \frac{\pi D_H^2}{4} \cdot 10^{-5}.$$

Әзірленген математикалық модельдің негізінде интерфейсті Borland Delphi 7 ортақтандырылған бағдарламамен қамтамасыз ету жазылған суретте көрсетілгендей.

Бір арналы матрица арқылы дөңгелек көлденең қиманың дайындамасынан тұтас профильдік тік аяқталумен престеу процесі үшін прес жүгнрткісі бағытының қажеттіліктерінің екі қабатты конпенсаторының жұмысын үлгілеу жүргізіледі.

Контейнердің ішкі диаметрі, сыртқы диаметрі және биіктігі тиісінше тең. $D_H = 30$мм, $D_K = 20$мм және $L_\mathrm{Н} = 30$мм матрица белдеуінің биіктігі $L_n = 5$мм матрица арнасының бұрышы $\alpha_M = 60°$. Көрсеткіш пен үйкеліс коэффициенті тиісінше тең f= 1 және $\mu = 0{,}3$;



Сурет – 2. Интерфейс программа

а – престеу күшін есептеу; б – әмбебап айналмалы конпенсатордың бастапқы өлшемдерін анықтау.

Дайындау материалының маңызы бар (бұл қорғасынға зертханалық сынақ материал ретінде сәйкес келеді және ыстық күйінде болат). Прес-шайба жүрісінде P престеу күшінің тәуелділік кестесі түзілді.(сурет-2,а).

Әмбебап серпімді айналмалы конпенсатордың бастапқы өлшемдері анықталды.(сурет-2,б): серпімді пластиналардың радиусы $R_1 = R_2 = 135$мм, пластина тесіктерінің радиусы $r_1 = r_2 = 44.35$мм, серпімді пластиналардағы көршілес тесіктер арасындағы және тесік пен конпенсатор қабырғасының арасындағы қашықтық $a_1 = a_2 = b_1 = b_2 = 25.38$мм, пластинаның биіктігі $h_1 = h_2 = 20{,}14$мм.

Қорытынды

Профильдерді престеу процесіне арналған "бір арналы престеу" жүйесінің қателіктерінің бұрылмалы серпімді компенсаторларының конструктивтік сипаттамаларымен есептеу үшін, бағдарламалық қамтамасыз ету әзірленді. Бағдарламалық өнім мыналарды қамтиды: а) престеу операциясының күштік режимдеріне байланысты престеудің күштік параметрлерінің өзгеруін, және компенсатордың сығылуын есептеу; Б) форманың коэффициентін есептеу және әмбебап айналмалы серпімді компенсатордың оңтайлы геометриялық өлшемдерін анықтау.; в) орнын толтыру коэффициентін және компенсатордың жылжымалы пластинасының бұрылуының оңтайлы бұрышын оның қажетті қаттылығына жету үшін есептеу. Бір арналы престеу операциялары үшін әмбебап бұрылыс компенсаторларды пайдалану, технологиялық жүктемелердің кең диапазонында престеу жабдығының тораптарындағы серпімді деформацияны азайтуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

1. Еднерал П. П. Теория пластической деформации и обработка металлов давлением / П. П. Еднерал, И. Г. Константинов. – М. : Машгиз, 1960. – 334 с.

2. Сторожев М. В. Теория обработки металлов давленим / М. В. Сторожев. Е. А. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1977. – 423 с. : ил.

3. Кухарь В. В. Математическое моделирование и автоматизация расчетов универсальных поворотных компенсаторов погрешностей системы «пресс-штамп» [Электронный ресурс] / В. В. Кухарь, Е. Ю. Балалаева // Научный Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии: сб. науч. тр. – Краматорск, 2009. – № 1 (4Е). – С. 117–122. – Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/VDDMA/2009_1/nomer.htm

4. Балалаева Е. Ю. Расчет универсальных упругих компенсаторов погрешностей системы «прессштамп» для операции вытяжки-формовки / Е. Ю. Балалаева // Обработка материалов давлением : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2011. – № 1 (26). – С. 193–198.

5. Пат. 837 Україна, МПК6 В 21 В 23/00. Компенсатор похибок / Діамантопуло К. К., Василевський О. В. – № 99063674 ; заявл. 11.07.2000 ; опубл. 14.11.2001, Бюл. № 11.

Арымбеков Б.С., ИсаметоваМ.Е, ТанатаровН.М

Внедрение универсальных вращающихся компенсаторных вычислительных программ для оптимизации системы одноканального прессования.

Аннотация: Для снижения упругих деформаций при прессовании используются различные конпенсационные элементы, для снижения погрешностей системы одноканального прессования будем проводить расчеты с использованием элементов.

Ключевые слова: одноканальная матрица, контейнер, конпенсатор, пластина, деформация.

Arymbekov.B.S, Isametova.M.E, Tanatarov.N.M

The introduction of universal rotating compensatory computer programs for the optimization of the single-channel pressing.

Abstract: For reducing elastic deformation during compaction uses a variety of compensation elements to reduce the errors of the system of single-channel extrusion will perform calculations using the elements.

Keywords: single-channel matrix, container, compensator, plate, deformation.

УДК 621.01

М.Д. Бекен, А.К. Токтасынова, Ж. Акан
Ғылыми жетекші - М.Б. Измамбетов, ассоц. профессор, т.ғ.к., доцент
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы
a_toktasynova@mail.ru

ОРТАША ЖЫЛДАМДЫҚ ЕСЕЛІГІ БОЙЫНША ҚАШАУЫШ БІЛДЕК МЕХАНИЗМІНІҢ СИНТЕЗІ

Аңдатпа. *Механизмнің кинематикалық сұлбасын жобалау кезеңінде атқарушы буынның орташа жылдамдығы өзгеруінің қажетті еселігін механизм буындары мен кинематикалық жұптарының геометриялық параметрлерімен байланыстыра отырып қамтамасыз етуге болады. Бұл жұмыста қашауыш білдектің атқарушы механизмі болып табылатын алтыбуынды иінтіректі механизмнің орташа жылдамдықтың өзгеру еселігі бойынша синтезі қарастырылған. Механизм буындары мен кинематикалық жұптарының өзара орналасу параметрлері анықталды. Кинематикалық талдау жасалып, алынған синтездеу нәтижелерінің дұрыстығы көрсетілді.*

Түйінді сөздер: *механизм, сырғақ, кулиса, кинематикалық талдау, параметрлік синтез.*

Атқарушы буынның жұмыс (тура) жүрісі мен бос (кері) жүрістері кезіндегі орташа жылдамдығының өзгеру еселігі механизм жұмысының экономикалық тиімділігінің көрсеткіші болып табылады [1, 2]. Бұл еселік бос жүріске кеткен өнімсіз шығындармен салыстырғанда машинаның жұмыс уақытын пайдалану дәрежесін сипаттайды және атқарушы буынның кері жүрісіндегі орта жылдамдығының тура жүрісіндегі орта жылдамдығына қатынасымен анықталады [2, 3]

$$\lambda_V = \frac{V_{кж}^{орт}}{V_{тж}^{орт}} \geq 1. \qquad (1)$$

Қашауыш білдектерде өнім берілген кесу жылдамдығымен өңделіп, ал кескіш аспаптың кері жүрісі жоғарылау орта жылдамдықпен жүзеге асырылуы керек. Бұл жұмыста осындай талаптарға сәйкес қашауыш білдектің алтыбуынды кулисалы атқарушы механизмінің параметрлік синтезі мен кинематикалық талдауы қарастырылды.

1 Механизмнің параметрлік синтезі

Қашауыш білдектің атқарушы механизмі (1-сурет) 1 айналшақтың айналмалы қозғалысын атқарушы буын 5 сырғақтың қайтымды-ілгерілемелі қозғалысына түрлендіреді. Сырғақтың кері қозғалысы кезіндегі $V_{кж}$ орташа жылдамдығы тура жүрісіндегі $V_{тж}$ орташа жылдамдығынан λ_V есе артық болуы қажет. Бастапқы мәліметтер ретінде атқарушы буын болып табылатын 5 сырғақтың H жүрісі және оның $\lambda_V = V_{кж} / V_{тж}$ орташа жылдамдығының өзгеру еселігінің мәндері берілген деп аламыз.

Қарастырылып отырған механизмнің шеткі орындары OA айналшағы мен AB кулисаның өзара перпендикуляр болатын жағдайларымен анықталады (1-сурет). AB кулисасы және оның жалғасы болып табылатын BC күйентесі де бір шеткі орыннан екінші шеткі орынға ауысқанда тек бірдей бір ғана ψ теңселу бұрышына бұрылса, OA айналшағы тура жүрісте $\varphi_{тж}$, ал кері жүрісте $\varphi_{кж}$ болатын әртүрлі бұрыштарға бұрылып отырады.

Онда жетекші айналшақтың бірқалыпты айналатынын ескеріп, 5 сырғағының орташа жылдамдығының өзгеру еселігін ψ бұрышы арқылы келесі түрде өрнектеуге болады

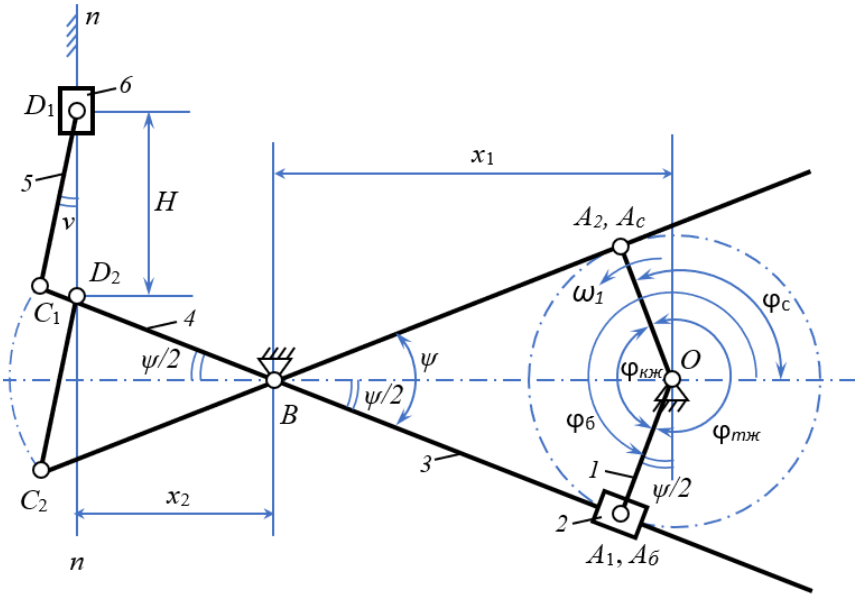
$$\lambda_V = \frac{V_{кж}^{орт}}{V_{тж}^{орт}} = \frac{S/t_{тж}}{S/t_{кж}} = \frac{t_{тж}}{t_{кж}} = \frac{\varphi_{тж}}{\varphi_{кж}} = \frac{180-\theta}{180+\theta} \qquad (2)$$

Олай болса, (2) теңдеуінен ψ теңселу бұрышын анықтаймыз

$$\psi = 180(\lambda_V - 1)/(\lambda_V + 1) \qquad (3)$$

ΔBC_1C_2 үшбұрышынан BC күйентесінің ұзындығы анықталады, яғни

$$l_{BC} = H/2\sin(\psi/2) \qquad (4)$$



1сурет – Қашауыш білдектің атқарушы механизмі

Айналшақ жетекші буын болғандықтан, 2 кулисалық тастан 3 кулисаға күш берілісі кезіндегі қысым бұрышы ν_{32}=0. Ал 4 бұлғақ пен атқарушы 5 сырғақтың арасында ең аз қысым бұрышын қамтамасыз ету үшін сырғақтың бағыттаушы n-n өсін C_1C_2 хордасы керіп тұрған сегменттің h биіктігінің ортасынан жүргізген дұрыс болып табылады.

Сонда ΔCDE үшбұрышынан 4 бұлғағының ұзындығы анықталады

$$l_{CD} = h/2\sin([\nu]), \qquad (5)$$

бұл жердегі $[\nu]$ – мүмкіндік қысым бұрышы, ал

$$h = l_{BC}(1-\cos(\psi/2)). \qquad (6)$$

ΔOA_1B үшбұрышынан O және B тірек топсаларның арақашықтығын анықтаймыз

$$x_1 = l_{OB} = l_{OA}/\sin(\psi/2). \qquad (7)$$

Кулисаның айналу өсі мен 5 сырғақтың бағыттаушы өсінің арақашықтығы

$$x_2 = l_{BC} - h/2 = l_{BC}(1+\cos(\psi/2)/2\,. \qquad (8)$$

Жалпы жағдайда x_2 қашықтығы мен 4 бұлғағының ұзындығы

$$x_2 = l_{BC} - a\,, \quad l_{CD} = a/\sin([\nu]) \qquad (8')$$

өрнектерімен анықталады, бұл жердегі a параметрі конструктивті түрде қысым бұрышының мүмкіндік мәнін ескере отырып, таңдалады.

Сандық эксперимент ретінде бастапқы мәліметтердің келесідей мәндері алынды: H=0,1м; λ_V=1,6; [ν]=17,5°; l_{OA} = 0,08м. Есептеулер нәтижесі 1 кестеде келтірілген.

1 кесте – Механизмнің анықталған геометриялық параметрлері

Ψ, град	l_{BC}, м	h, м	l_{CD}, м	x_1, м	x_2, м
42,64	0,14	0,06	0,1	0,22	0,11

2 Механизмнің кинематикалық талдауы

$\Delta OA_C B$ үшбұрышын қарастырып (1-сурет), айналшақтың бастапқы және соңғы орындарына сәйкес $\varphi_б$ және $\varphi_с$ бұрыштарын, механизмнің тура және кері жүрістерінің $\varphi_{тж}$ және $\varphi_{кж}$ бұрыштарын анықтаймыз:

$\angle\varphi_б = \pi + \angle A_C OB = \pi + \arccos(l_{OA}/l_{OB}) = 248{,}68^0\,(-111{,}32^0)$,

$\angle\varphi_с = \pi - \angle A_C OB = \pi - \arccos(l_{OA}/l_{OB}) = 111{,}32^0$,

$\angle\varphi_{кж} = 2\cdot\angle A_C OB = 2\arccos(l_{OA}/l_{OB}) = 137{,}36^0$, $\angle\varphi_{тж} = 2\pi - \angle\varphi_{кж} = 222{,}64^0$.

Механизмнің кинематикалық сипаттамаларын анықтау үшін *OABO, BCDEB* тұйықталған контурларының сәйкес векторлық теңдеулерін жазамыз (2-сурет)

$$\bar{l}_{OA} + \bar{l}_{AB} + \bar{l}_{BO} = 0 \qquad (9)$$

$$\bar{l}_{BC} + \bar{l}_{CD} + \bar{l}_{DE} + \bar{l}_{EB} = 0 \qquad (10)$$

(9) теңдеуін координат остеріндегі проекциялары келесі екі скаляр теңдеулерге сәйкес келеді

$$\begin{cases} l_{OA}\cos\varphi_1 + l_{AB}\cos\varphi_2 + l_{BO}\cos\varphi_3 = 0, \\ l_{OA}\sin\varphi_1 + l_{AB}\sin\varphi_2 + l_{BO}\sin\varphi_3 = 0. \end{cases} \qquad (11)$$

(11) теңдеулер жүйесінен $\varphi_3 = 0$ екенін ескеріп, φ_2, l_{AB} айнымалы параметрлері анықталады

$$\varphi_2 = arctg\,\frac{l_{OA}\sin\varphi_1}{l_{OA}\cos\varphi_1 + l_{BO}}\,,\; l_{AB} = \frac{l_{OA}\sin\varphi_1}{\sin\varphi_2}\,.$$

(10) теңдеуінен $l_{DE_x} = 0$, $\varphi_7 = 0$ және $l_{EB_y} = 0$ ескеріп, координата өстеріне проекциялаймыз

$$\begin{cases} l_{BC}\cos\varphi_2 + l_{CD}\cos\varphi_5 + l_{EB} = 0, \\ l_{BC}\sin\varphi_2 + l_{CD}\sin\varphi_5 - l_{DE} = 0. \end{cases} \qquad (12)$$

Соңғы теңдеулерден φ_5 және l_{DE} шамаларын анықтаймыз

$$\varphi_5 = \arccos\left(-\frac{l_{BC}\cos\varphi_2 + l_{EB}}{l_{CD}}\right),\ l_{DE} = l_{BC}\sin\varphi_2 + l_{CD}\sin\varphi_5 .$$

Жылдамдық аналогтарын анықтау үшін (11) және (12) теңдеулерін жалпыланған координата бойынша дифференциалдаймыз. Сонда сәйкесінше алатынымыз:

$$\begin{cases} -l_{OA}\sin\varphi_1\cdot\varphi_1' - l_{AB}\sin\varphi_2\cdot\varphi_2' + l_{AB}'\cos\varphi_2 = 0, \\ l_{OA}\cos\varphi_1\cdot\varphi_1' + l_{AB}\cos\varphi_2\cdot\varphi_2' + l_{AB}'\sin\varphi_2 = 0, \end{cases} \tag{13}$$

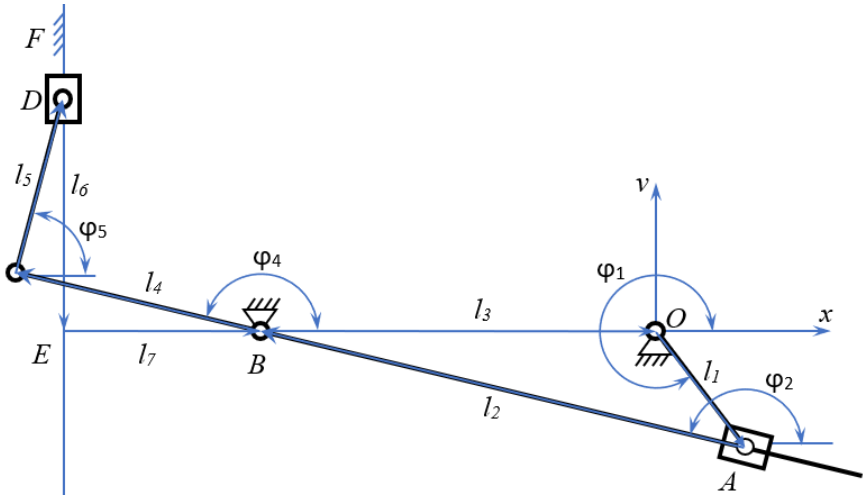
$$\begin{cases} -l_{BC}\sin\varphi_2\cdot\varphi_2' - l_{CD}\sin\varphi_5\cdot\varphi_5' = 0, \\ l_{BC}\cos\varphi_2\cdot\varphi_2' + l_{CD}\cos\varphi_2\cdot\varphi_5' - l_{DE}' = 0, \end{cases} \tag{14}$$

мұндағы $\varphi_1' = 1$, φ_2' – 1 және 2 буындардың бұрыштық жылдамдықтарының аналогтары; l_{AB}' - A нүктесімен беттесетін 2 буынның G нүктесінің салыстырмалы жылдамдығының аналогы.

(13), (14) теңдеулер жүйелерінен келесі жылдамдықтар аналогтарын табамыз

$$\varphi_2' = -\frac{l_{OA}\cos\varphi_1 + l_{AB}'\sin\varphi_2}{l_{AB}\cos\varphi_2},\ l_{AB}' = l_{OA}\sin(\varphi_1 - \varphi_2), \tag{15}$$

$$\varphi_5' = -\frac{l_{BC}\sin\varphi_2\cdot\varphi_2'}{l_{CD}\cos\varphi_5},\ \ l_{DE}' = l_{BC}\cos\varphi_2\cdot\varphi_2' + l_{CD}\cos\varphi_2\cdot\varphi_5', \tag{16}$$



2 сурет – Тұйықталған векторлық контурларды құру

Кинематикалық талдау механизм айналшағының бірдей аралықтарындағы 36 орны үшін орындалды, олардың 22 орны тура жүріске, ал қалған 14 орны кері жүріске сәйкес келеді. Нәтижелері бойынша тұрғызылған диаграммалардан (3-сурет) D нүктесінің, яғни жұмыс атқарушы 5 сырғағының жүрісі (3*а* - сурет)

$$H = Y_D(\varphi_б) - Y_D(\varphi_с) = 0{,}1488 - 0{,}0479 = (0{,}1 + 0{,}0009)\text{м},$$

тура және кері жүрісі кезіндегі орташа жылдамдықтары сәйкесінше (3*б* - сурет)

$$V_{тж} = -0{,}02649 \text{ м/с},$$

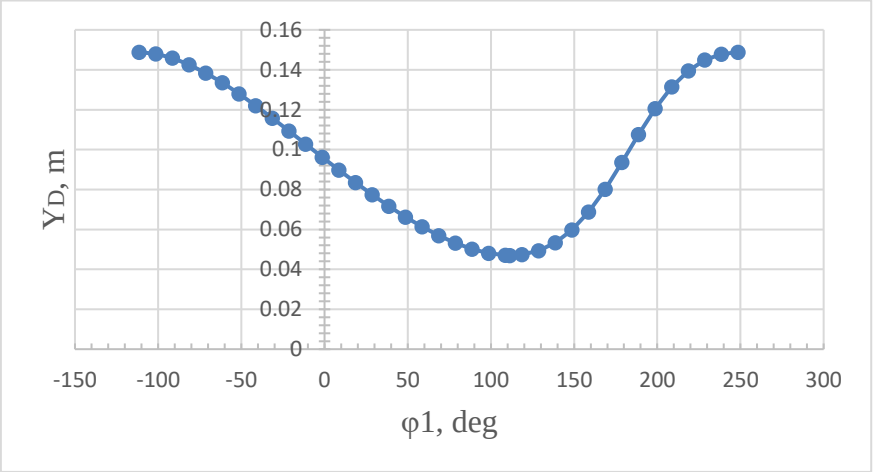
$$V_{кж} = 0{,}04162 \text{ м/с},$$

ал орташа жылдамдықтың өзгеру еселігі

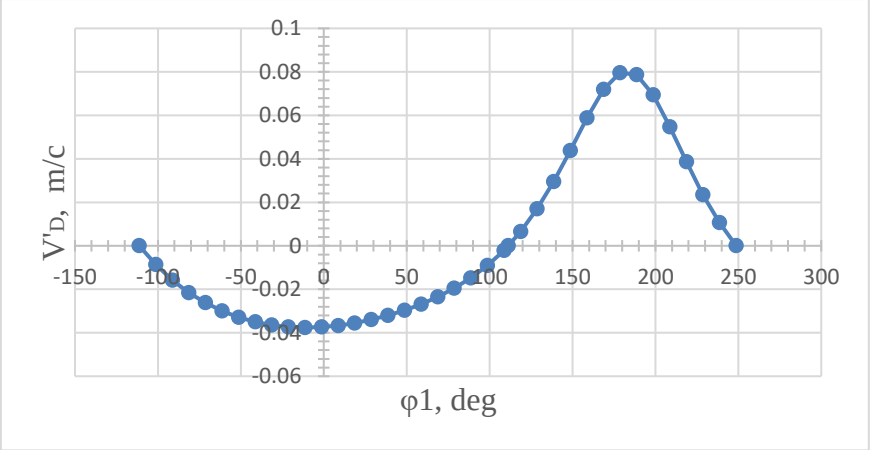
$$\lambda_V = V_{кж}/V_{тж} = 0{,}04162/0{,}02649 = 1{,}57142$$

болатынын анықтаймыз.

Қорыта айтқанда, кинематикалық талдау нәтижелері қарастырылып отырған атқарушы механизмнің синтезделген геометриялық параметрлерінің бастапқы қойылған талаптарға жоғары дәлдікпен сәйкес келетіндігін көрсетеді.



а)



б)

3 сурет – Атқарушы буынның циклдық орын ауыстыруы мен жылдамдығы

Әдебиеттер:

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин/ И. И. Артоболевский. - М., 1988.

2. Жолдасбеков Ө.А. Машиналар механизмдерінің теориясы / «Мектеп» баспасы. – Алматы, 1992.

3. Теория механизмов и механика машин / под ред. К. В. Фролова. - М., 2004.

М.Д. Бекен, А.К. Токтасынова, Ж. Акан

Синтез механизма долбежного станка по коэффициенту средней скорости

Резюме. При проектировании кинематической схемы механизма требуемое значение коэффициента изменения средней скорости рабочего звена можно обеспечить синтезом соответствующих значений геометрических параметров звеньев и кинематических пар. В данной работе рассматривается задача синтеза шестизвенного рычажного механизма, являющегося исполнительным механизмом долбежного станка, по коэффициенту изменения средней скорости. Определены параметры звеньев и взаимного расположения кинематических пар. Выполнен кинематический анализ, показана достоверность результатов синтеза.

Ключевые слова: механизм, ползун, кулиса, кинематический анализ, параметрический синтез.

M.D Beken, A.K. Toktasynova, J. Akan

Synthesis of the slotting machine's mechanism according to the coefficient of average velocity

Summary. When designing the kinematic scheme of the mechanism, the desired value of the coefficient of change of the average speed of the working link can be provided by synthesizing the corresponding values of the

geometrical parameters of the links and kinematic pairs. In this paper, the task of synthesizing a six-link linkage mechanism, which is the executive mechanism of a slotting machine, is considered according to the coefficient of change of the average speed. The parameters of the links and the relative position of the kinematic pairs are determined. The kinematic analysis is performed, the reliability of the results of the synthesis is shown.
Keywords: mechanism, slider, rocker, kinematic analysis, parametric synthesis.

УДК 621.01; 539.3; 519.6

А. Даулетов, Р.Р. Қрықбаев
Научный руководитель – Г. А. Абдраимова, ассоц.проф., к.т.н.
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
gulnara409@mail.ru

НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЗМА ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЕ ЗАХВАТНОЕ УСТРОЙСТВО МАНИПУЛЯТОРА

Аннотация: *В данной работе исследуется напряженно – деформированное состояние и устойчивость упругого плоского механизма применяемая в манипуляторах и робототехнике. Получены расчеты напряженно-деформированного состояния с помощью программного комплекса АРМ Winmachine. Расчеты проводились методом конечных элементов. Проведен подробный анализ, выявлен звено механизма, которое подвергается наибольшему нагружению. Найдены звенья, где возникают максимальные перемещения.*

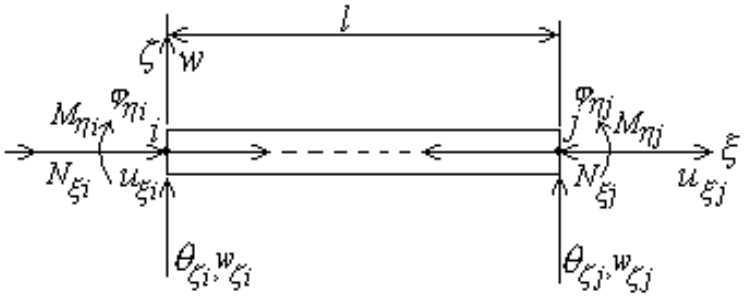
Ключевые слова: *метод конечных элементов, напряжение, деформация, устойчивость, кинематическая пара.*

В данной работе исследуется напряженно - деформированное состояние и устойчивость механизма, рассматриваемая, как конструкция, состоящая из стержневых элементов. Определяются перемещения, деформация и напряжения в звеньях от действия внешних сил, приложенных в узлах. Для этого используем основные зависимости теории упругости: уравнения равновесия, соотношения Коши для стержневых элементов, обобщенный закон Гука для упругого элемента в форме метода конечных элементов. Рассматриваются несколько квазистатические положения механизма, состоящих из прямолинейных упругих стержней, соединенных между собой различными кинематическими парами и находящихся под действием внешних сосредоточенных сил. Предполагается известным кинематический анализ изучаемых механизмов, они представляются совокупностью двухузловых стержневых элементов.

Используя основные соотношения, допущения и принципы метода конечных элементов(МКЭ), находим компоненты перемещения для произвольной точки расчетного двух узлового стержневого элемента в локальной системе координат (ЛСК).[1-3]

Рассмотрим стержневой элемент постоянного сечения (рис. 1).

В исследований механизмов МКЭ рассматриваются два типа узлов: жесткие и шарнирные. В поперечных сечениях конечных стержневых элементов, соединяющихся в жестком узле, возникают все усилия и моменты. В вращательных и цилиндрических кинематических парах конечных стержневых элементов (КСЭ) отсутствуют изгибающие моменты относительно оси вращения, т.е. данный узел не передает одну компоненту реакции, а остальные пять составляющих усилий передаются для всех КСЭ. При этом все КСЭ имеют разные углы поворота прилегающих к шарниру торцевых сечений относительно оси шарнира. Это означает, что шарнир имеет 5 степеней свободы.



l –длина элемента; u, w – линейные перемещения; $\theta_{\xi i}, \theta_{\xi j}$ *- угловые смещения;* $N_{\xi i}, N_{\xi j}$ *- нагрузки;* M_1, M_2 *- моменты.*

Рисунок 1 – Стержневой двух узловой элемент с узлами i, j.

Под действием внешних сил, внутри элемента возникают шесть внутренних усилий: продольная сила *N*, поперечные силы Q_η, Q_ζ ,изгибающие моменты M_η, M_ξ и крутящий момент M. Тогда, на основании обобщенного закона Гука, с учетом уравнения равновесия,[1-3] получим матричное уравнение связи между векторами узловых усилий $\{f_\Lambda^e\}$ и перемещений $\{\delta_\Lambda^e\}$ в виде:

$$\{f_\Lambda^e\} = [k_\Lambda] \cdot \{\delta_\Lambda^e\}, \tag{1}$$

где

$$\{f_\Lambda^e\}^{\mathrm{T}} = (N_{\xi i}, Q_{\eta i}, Q_{\zeta i}, M_{\xi i}, M_{\eta i}, M_{\zeta i}, N_{\xi j}, \ldots, M_{\zeta j}) \tag{2}$$

Здесь $\left[\kappa_\Lambda^e\right] = \left[\kappa_{ij}\right]$ симметричная квадратная матрица жесткости.

$$\left\{f_\Gamma^e\right\} = \left[K_\Gamma^e\right] \cdot \left\{\delta_\Gamma^e\right\} \tag{3}$$

На программном комплексе АРМ WinMachine, основанный выше изложенной теории, исследован напряженно деформированное состояние механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора. Захватное устройство является механизмом II класса с одной степенью свободы (рис 2)[4]. На рисунке 3 показаны разбивка конструкции на элементы и узлы. Координаты узлов разных положений рассмотренного механизма получены с помощью программы AVTAN.[5] Механизм представлен в виде прямолинейных стержневых систем, соединенных с помощью 15 узлов. 15,16,10,11,12,13,14,7,4,6,1,3 узлы соединены с помощью вращательных пар. Остальные узлы не подвижны. Внешние силы, модуль упругости и геометрические размеры таковы:

$$P = 100\,kH, \quad E = 2{,}2 \cdot 10^5\,M\Pi a, \quad F = 6 \cdot 10^{-4}(м^2), J_\zeta = 3{,}25 \cdot 10^{-8}(м^4), \quad \nu = 0{,}28.$$

Внешняя сосредоточенная сила *P* приложена в узле, *E* – модуль Юнга, F площадь поперечного сечения, J_ζ инерции поперечного сечения элемента, ν – коэффициент Пуассона.

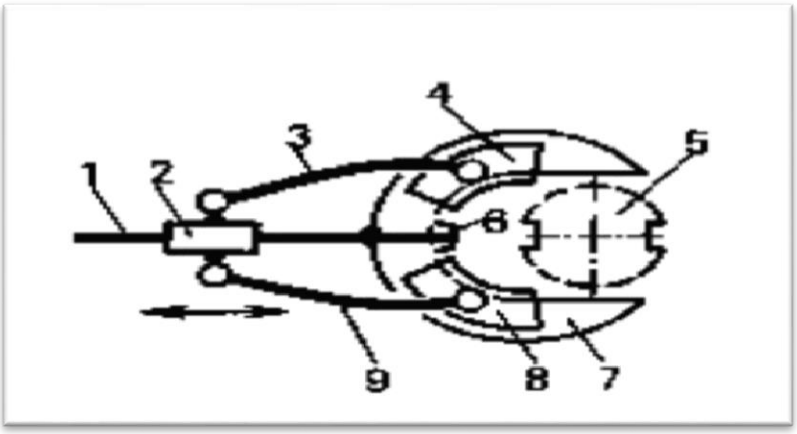


Рисунок 2 – Механизм поддерживающее захватное устройство манипулятора

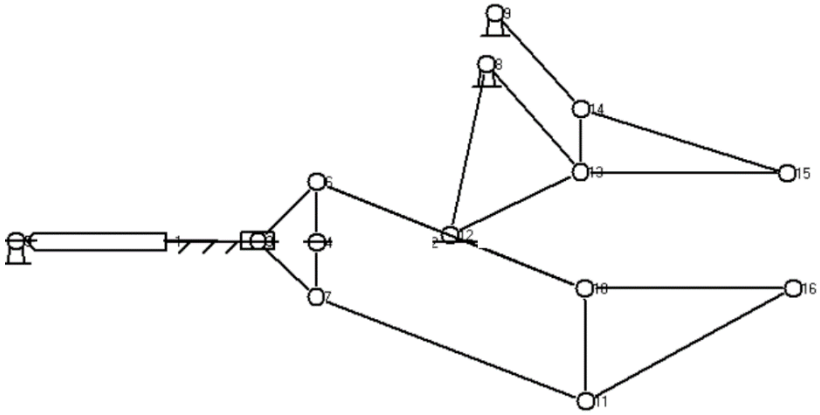


Рисунок 3 – Расчетная схема механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора

В рисунке 4 показано напряжения, возникающие механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора в первом положении, от нагрузки приложенной в узле 16.

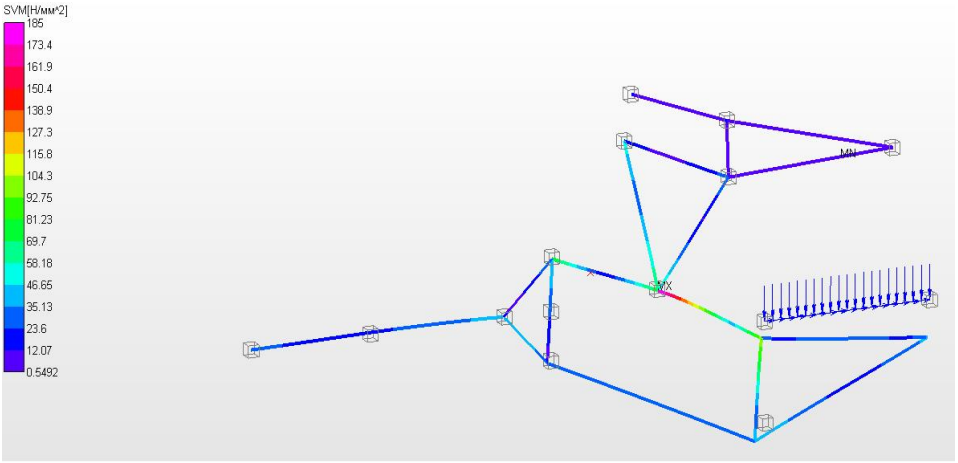


Рисунок 4 – Напряжение в элементах механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора

В рисунке 5 показаны перемещения, возникающие в первом положении в звеньях механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора. Наибольшие перемещения возникают в узле 16 равное 0.4799мм.

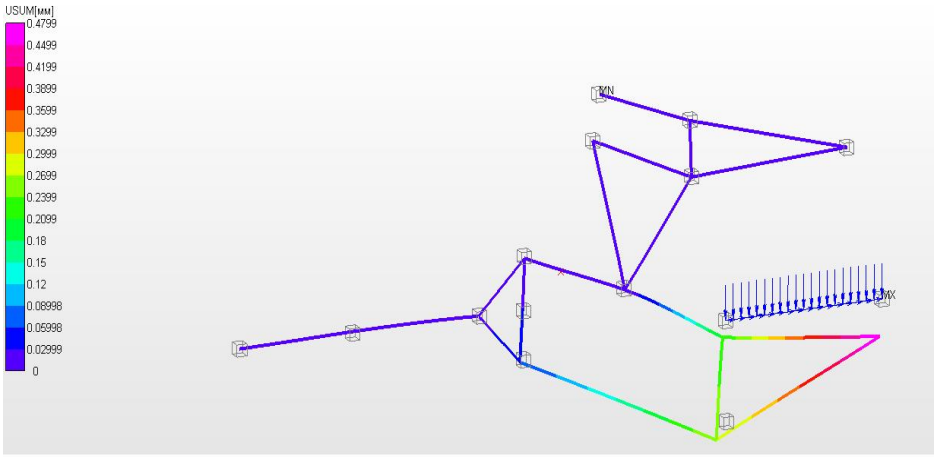


Рисунок 5 – Перемещения, возникающие в звеньях механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора

В рисунке 6 показаны перемещения, возникающие во втором положении в звеньях механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора. Наибольшие перемещения возникают в узле 16 равное 0,4308мм.

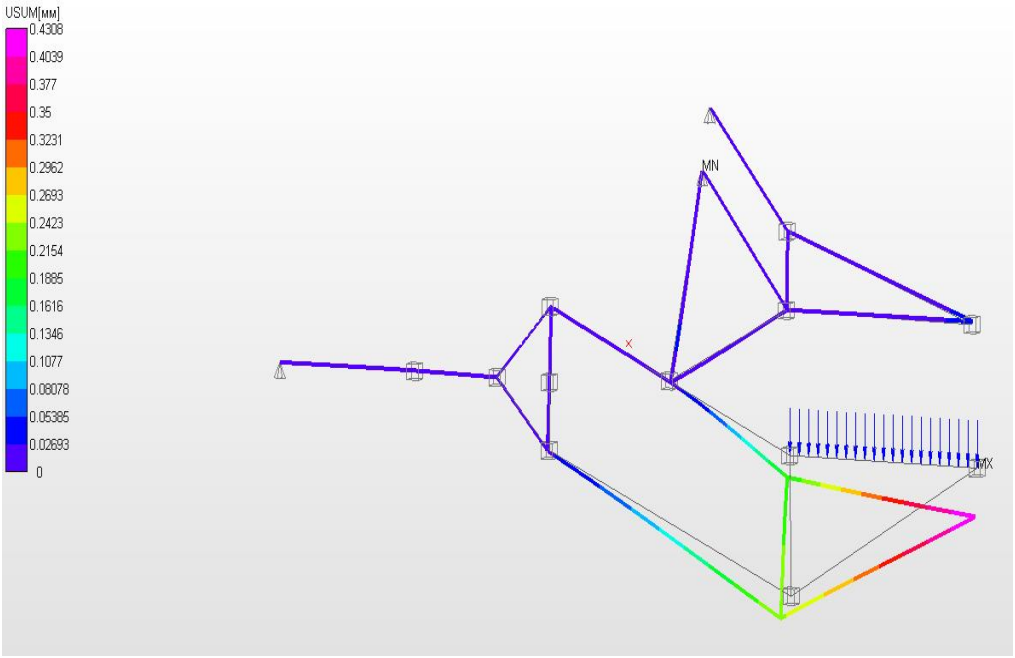


Рисунок 6 – Перемещения возникающие в звеньях механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора

Литературы:

1. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы, М.:Мир, 1984, 428 с.

2. Абдраимова Г.А. Квазистатическая упругая устойчивость плоских и пространственных стержневых систем: Учеб. Пособие. – Алматы: КазНТУ, 2010 – 107 с.

3. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure 3D. – М.: Издательство АПМ, 2006.

4. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам, – М.: Из-во «Машиностроение»,-1987. –560 с.

5. Джамалов Н.К. AVTAN. Компьютерная программа. Свидетельство о регистрации интеллектуальной собственности №37 от 28.06.01.

А. Даулетов, Р.Р. Қрықбаев

Манипулятордың қармағыш құрылғышының механизімінің кернеулі деформациялық күйі

Түйіндеме: Жұмыста – манипуляторлар мен робототехникада қолданылатын механизімнің кернеулі – деформациялық күйі және орнықтылығы APM Winmachine бағдарламалық кешенінде есептелді .Есептеу сандық шекті элементтер әдісімен жүргізілді.Алынған нәтижелерге анализ жасалып, механизімнің кернеулі – деформациялық күйі және ең үлкен орын ауыстыруға ұшырайтын буындары анықталды.

Түйін сөз: шекті элементтер әдісі,кернеу,деформация,орнықтылық,кинематикалық жұп.

Dauletov A., Krikbayev R.R.

Stress-strain state of the mechanism supporting the gripping device of the manipulator

Summary: Research paper examines the stress -strain state and the stability of a flat elastic mechanism applied to manipulators and robotics. Obtained by calculations of stress-strain state of a software system with APM Win machine. Calculations were carried out by finite element method. A detailed analysis revealed a link mechanism, which is most loading. Find the link that is experiencing the maximum displacement.

Keywords: finite element method, stress, deformation, stability, kinematic couple.

УДК 621.01

Х.М.Жарылқасын, М.Т. Сарина

Научный руководитель – Н.С. Иманбаева, ассистент профессор, к.т.н.
Казахский национальный исследовательский университет имени К.И.Сатбаева
Казахстан, город Алматы.
imanbaevan@mail.ru

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ПЛОСКОГО МЕХАНИЗМА МАНИПУЛЯТОРА

Аннотация. *В этой статье рассматриваем кинематическую схему механизма манипулятора, как плоский механизм. Для решения обратной задачи кинематики задаем уравнения движения рабочей точки. Используем метод замкнутых векторных контуров. Схему манипулятора разбиваем в две замкнутые векторные контуры. Проецируя эти контуры на декартовую систему координат, решаем задачу кинематики. В результате получим значения всех угловых характеристик манипулятора как функций времени. Составляя компьютерную модель решения задачи, получим численные решения.*

Ключевые слова: *кинематика, манипулятор, угловые характеристики, векторный контур, компьютерная модель.*

Манипулятор робота представляет собой плоский механизм (рис. 1). Звенья этого устройства образуют «механическую руку» с захватом в точке А.

В заданной системе координат известны уравнения движения рабочей точки А (захвата). Движение точки А длится 1 с.

Определим в этом интервале времени углы φ, ψ, θ и расстояние s. Вычислим также угловые скорости и угловые ускорения звеньев и относительные скорости $\dot{s}$ и ускорения $\ddot{s}$ точки В. Все вычисления производим для промежутка времени от 0 до 1 с с шагом $\Delta t = 0{,}2$ с.

Положительные направления отсчета углов, ψ, θ и расстояния s показаны на рисунках. Считаем, что начальные значения углов $\varphi = \varphi_0$, $\psi = \psi_0$ известны.

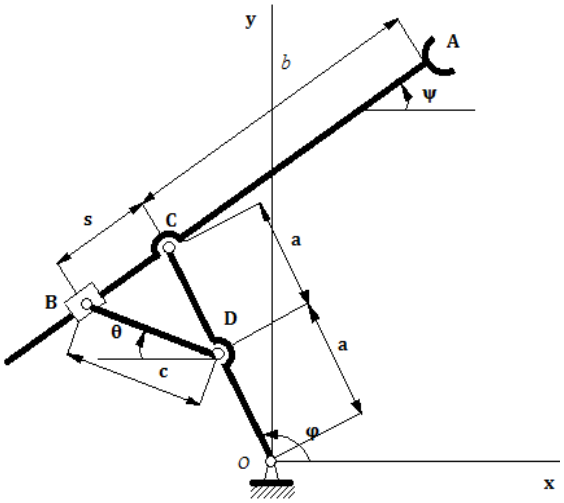


Рисунок 1

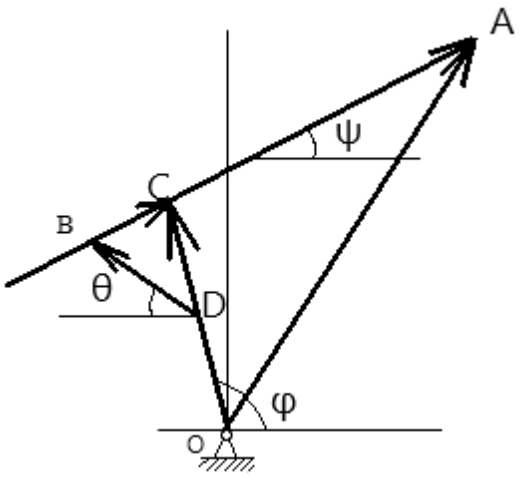


Рисунок 2

На рисунке 1 изображен в начальном положении механизм манипулятора и показаны положительные направления отсчета углов φ, ψ, θ и расстояния s. Размеры звеньев (м): a=0.3, b=0.8, c=0.4.

Захват (точка A) движется согласно уравнениям:

$$\begin{aligned} x_A &= 0.4715м \\ y_A &= 0.8819 + 0.3t \end{aligned} \qquad (1)$$

в течение 1 с.

В начальный момент времени (t=0)

$$\varphi = \varphi_0 = 115^0, \quad \psi = \psi_0 = 25^0$$

Для любого положения механизма справедливы векторные соотношения (рис. 2):

$$\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{OC} + \overrightarrow{CA} \ (2) \qquad \left|\overrightarrow{OC}\right| = 2a = const, \quad \left|\overrightarrow{CA}\right| = b = const$$

$$\overrightarrow{DB} = \overrightarrow{DC} + \overrightarrow{BC} \ (3) \qquad \left|\overrightarrow{DB}\right| = c = const, \quad \left|\overrightarrow{DC}\right| = a = const$$

Проекции (2) на оси координат:

$$\begin{cases} x_A = -2 * a * \cos\varphi + b * \cos\psi \\ y_A = 2 * a * \sin\varphi - b * \sin\psi \end{cases} \qquad (4)$$

После дифференцирования (4) по t имеем:

$$\begin{cases} 2 * a * \sin\varphi * \dot{\varphi} - b * \sin\psi * \dot{\psi} = 0 \\ 2 * a * \cos\varphi * \dot{\varphi} - b * \cos\psi * \dot{\psi} = 0.3 \end{cases} \qquad (4)'$$

Решая данную систему уравнении, имея начальные значения, находим:

$$\dot{\varphi} = 0{,}33; \quad \dot{\psi} = 0{,}53$$

После дифференцирования по (4)’ имеет вид:

$$\begin{cases} 2*a*\sin\varphi*\ddot{\varphi}+b*\sin\psi*\ddot{\psi}=2*a*\cos\varphi*\dot{\varphi}^2-b*\cos\psi*\dot{\psi}^2 \\ 2*a*\cos\varphi*\ddot{\varphi}-b*\cos\psi*\ddot{\psi}=-2*a*\sin\varphi*\dot{\varphi}^2-b*\sin\psi*\dot{\psi}^2 \end{cases} \quad (4)''$$

Решая данную систему уравнении, имея начальные значения, находим:

$$\ddot{\varphi}=0.7134; \quad \ddot{\psi}=0.4625$$

Проекции (3) на оси координат:

$$\begin{cases} -c*\cos\theta=s*\cos\psi-a*\cos\varphi, \\ c*\sin\theta=a*\sin\varphi+s*\sin\psi \end{cases} \quad (5)$$

Находим параметры S и θ для t=0:

$$\begin{cases} (-c*\cos\theta)^2=(s*\cos\psi-a*\cos\varphi)^2, \\ (c*\sin\theta)^2=(a*\sin\varphi+s*\sin\psi)^2 \end{cases}$$

$c^2=a^2+2*a*s*\sin(\varphi-\psi)+s^2$, отсюда s=0.1

Разделив первое уравнение (5) на второе, имеем:

$$tg\theta_0=\frac{a*\sin\varphi+s*\sin\psi}{a*\cos\varphi-s*\cos\psi}=-1.444, \quad \theta_0=125^0$$

После дифференцирования (5) по тимеем:

$$\begin{cases} c*\sin\theta*\dot{\theta}-\cos\psi*\dot{s}=-s*\dot{\psi}*\sin\psi-a*\dot{\varphi}*\sin\varphi, \\ c*\cos\theta*\dot{\theta}-\cos\psi*\dot{s}=s*\dot{\psi}*\cos\psi+a*\dot{\varphi}*\cos\varphi \end{cases} \quad (5)'$$

Решая данную систему уравнении, имея начальные значения, находим:

$$\dot{\theta}=0.067; \quad \dot{s}=-0.05$$

После дифференцирования (5)’по t имеем:

$$\begin{cases} c*\sin\theta*\ddot{\theta}-\cos\psi*\ddot{s}=-2*\dot{s}*\dot{\psi}*\sin\psi+a*(\ddot{\varphi}*\sin\varphi+\cos\varphi*\dot{\varphi}^2)-s*(\ddot{\psi}*\sin\psi+\dot{\psi}^2*\cos\psi), \\ c*\cos\theta*\ddot{\theta}-\sin\psi*\ddot{s}=2*\dot{s}*\dot{\psi}*\cos\psi+a*(\ddot{\varphi}*\cos\varphi-\sin\varphi*\dot{\varphi}^2)+s*(\ddot{\psi}*\cos\psi-\dot{\psi}^2*\sin\psi) \end{cases} \quad (5)''$$

Решая данную систему уравнении, имея начальные значения, находим:

$$\ddot{\theta}=0.5528; \quad \ddot{s}=0.0252$$

Далее для каждого шага Δt =0.2 с составляем компьютерную модель вычисления угловых параметров манипулятора. Полученные результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1

t	φ	ψ	θ	s	$\dot{\varphi}$	$\dot{\psi}$	$\dot{\theta}$	$\dot{s}$	$\ddot{\varphi}$	$\ddot{\psi}$	$\ddot{\theta}$	$\ddot{s}$
0	115	25	125	0.1	0.328	0.528	0.065	-0.050	0.501	0.126	0.507	0.056
0,2	115.075	25.108	125.023	0.091	0.331	0.530	0.065	-0.050	0.501	0.126	0.507	0.056
0,4	115.248	25.330	125.090	0.075	0.336	0.534	0.066	-0.050	0.505	0.128	0.509	0.056
0,6	115.5416	25.674	125.221	0.055	0.345	0.540	0.069	-0.051	0.515	0.132	0.515	0.058
0,8	115.983	26.148	125.441	0.033	0.358	0.549	0.073	-0.051	0.531	0.139	0.527	0.060
1	116.608	26.767	125.778	0.011	0.377	0.562	0.079	-0.053	0.555	0.150	0.545	0.064

Литература:

1. «Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для технических вузов»; Под ред. А. А. Яблонского. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1985. – 367 с., ил.
2. S. Ibraev, N. Imanbaeva, A. Nurmaganbetova Computerized modeling of kinematics and kineto-statics of sucker-rod pump power units Engineering for rural development, Vol. 16, pp. 904-909 2017 ISSN: 1691-5976 (Thomson Reuters, IF=0.436) ELSEVIER (SCOPUS)
3. Н.С. Иманбаева, А.Т. Нурмаганбетова Оптимизация схемы привода двухконтурных механизмов высоких класса Вестник КазГАСА №3(65), 2017 –С.99-104.(импакт-фактор по данным Казахстанской базы цитирования – 0,03)

Х.М.Жарылқасын, М.Т. Сарина

Жазық манипулятор механизмінің кинематикасының кері есебін шешу

Резюме: Бұл мақалада манипулятор механизмінің кинематикалық сұлбасын жазық механизм ретінде қарастырамыз. Кинематиканың кері есебін шешу үшін операциялық нүктенің қозғалыс теңдеуін жазамыз. Тұйықталған векторлық контурлар тәсілін пайдаланамыз. Манипулятор сұлбасын екі тұйық векторлық контурға жіктейміз. Алынған контурларды декарттық координаталар жүйесіне проециялап, кинематика есебін шешеміз. Нәтижесінде манипулятордың барлық бұрыштық сипаттамаларын уақыт функциясы ретінде аламыз. Компьютерлік моделін құру арқылы сандық шешімдерін аламыз.

Түйінді сөздер: кинематика, манипулятор, бұрыштық сипаттамалар, векторлық контур, компьютерлік модель.

K.M.Zharylkasyn, M.T.Sarina

The solution of the inverse problem of the kinematics of the plane mechanism of the manipulator

Summary: In this article, we consider the kinematic scheme of the manipulator mechanism as a flat mechanism. To solve the inverse problem of kinematics, we define the equations of motion of the working point. We use the method of closed vector contours. The manipulator circuit is divided into two closed vector contours. Projecting these contours on the Cartesian coordinate system, we solve the kinematics problem. As a result, we obtain the values of all angular characteristics of the manipulator as functions of time. Compiling a computer model for solving a problem, we obtain numerical solutions.

Keywords: kinematics, manipulator, angular characteristics, vector contour, computer model**.**

УДК 621.01,539.3, 519.6

М.Е. Жамалов
Ғылыми жетекшілер – А.Б. Әлімбетов PhD, Нұрбақыт М., техникалық ғылымның магистрі; Күренбай А.,техникалық ғылымның магистрі;
Қ.И.Сатбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қаласы
mikozhez07@gmail.com

ҚОҚЫС ӨҢДЕУ ПРОЦЕССІ КЕЗІНДЕГІ ПЛАСТИКТІ БӨЛУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ

Аңдатпа. *XXI ғасырдың өзекті проблемаларының бірі пластик болып табылады, себебі қазіргі таңда қолданыстағы заттардың көбісі осы пластиктен жасалатыны бәрімізге айқын және оның ыдырауы 100-300 жыл аралығында болады. Сондықтан өз жұмысымды осы пластик өңдеуге(Қайта қолданысқа әкелу)арнадым. Бұл мақаламда айтылатын басты мәселе қайта өңдеу процессін Қазақстанның өмірінің айқындығына арнап жасалатын сеппратор туралы айтылмақ.*

Сепаратордың жұмыс жасау принципі мен негізгі шешуге және дайындауға кететін процесстер айырмашылығы туралы айтылмақ.

- Бұл процесстің өнімділігі және қанша уақыт ішінде өңделетін, бөлінетін пластиктер туралы зерттеулер

- Материалдардың құрастыруға кететін бөлігі. Қанша соммада қаржат кететіні. Оның экономикалық тұрғыдан тиімділігі.

- Басқа сепараторлық құрылғылардан айырмашылығы неде?

- Не себептен бұл құрылғы Қазақстан мусор өңдеу процессі кезіндегі басты ерекшелігі неде?

Түйінді сөздер: *сепаратор, құрылғы, қайта өңдеу.*

RAND корпорациясының талдаушысы Д. Петер соның пікірінше, " біздің аймақтың барлық экологиялық қауіптерінен қатты қалдықтармен байланысты қауіп... ең аз құжатталған". Алайда, баспасөз беттеріне және үкіметтік баяндамаларға уақыт өте келе түсетін фактілерден, үлкен өнеркәсіптік дамыған КСРО өз қалдықтарымен үшінші әлем елдеріне ұқсас, ісжүзінде оларды қай жерде және қалай тастау маңызыдылығы жоқ туралы түсінік.Қазақстандада осындай жағдай орын алып отыр.(1 сурет)

1 сурет – Қоқыстың кесірінен ластанған орта

Батыс елдермен салыстырғанда Қазақстанның ерекшелігі муниципалдық қалдықтардың абсолюттік көпшілігі (әртүрлі көздер бойынша 96-98%) қоқыс тастайтын жерлерге (2-кесте.

Қосымшаны қараңыз). 1972 жылдан бастап КСРО қалаларының ондығына Чехословакия өндірісінің қоқыс өртеу зауыттары орнатылды. Мұның барлығы - бірінші буынның МСЗ деп аталатын-яғни, іс жүзінде ауа тазарту құрылғыларынсыз және жылу немесе электр энергиясын өндірмейтін. Қалдықтарды жағумен байланысты аса қауіпті диоксиндік ластанулар еш бақыланбаған - бұған тиісті заңдар да, тіпті ең үздік қазақстандық зертханаларда да, қажетті аспаптар да болған жоқ (және жоқ).

Бүгінгі таңда Қазақстандағы ТҚҚ проблемасына әсер ететін факторлар арасында ең алдымен мыналарды атап өткен жөн:

1. Тұтыну мәдениетіндегі айырмашылықтар және тұтыну қызметтері мен тауарларының таяудағы тапшылығы Батыста жан басына шаққандағы ҚТҚ көлемдеріне қарағанда аз көлемдерге алып келді;

2. Нашар экологиялық заңнама және жерге меншіктің болмауы Қалдықтарды кәдеге жаратуды өте арзан етті;

3. Қазіргі экономикалық жүйе ресурстар мен материалдарды тиімді пайдалануды қамтамасыз етпеді;

4. Зерттеудің құпиялылығы мен кемшіліктері мәселе бойынша сенімді ақпараттың кеңістігімен жасады.

Қазіргі уақытта Қазақстанда болып жатқан процестер тұрмыстық қалдықтардың саны мен алуан түрлілігінің күрт өсуіне алып келеді. Оларды кәдеге жарату үшін жауапкершілік ауыртпалығы жергілікті билікке, соның ішінде муниципалитеттерге жылжытылады. Жергілікті биліктің дербестігінің артуы ТҚҚ кәдеге жарату жөніндегі кәсіпорындар "бөтен" жерде қоқыс тастау мүмкін емес - ешкім бөтен қоқыстарды қаламайды.

Қазақстанда 22 миллиард тонна қалдық жинақталған, оның 96 миллионы - тұрмыстық. Оларды жою мәселесі болды, бар және болады, дейді экологтар. Қоқыс полигондары қайта тиелген. Қоқыс тастайтын жерлерде улы заттар топыраққа және жер асты суларына енеді, төңірегіндегі желмен себіледі. Көптеген қазақстандық экологтар Еуропа тәжірибесін қабылдап, қоқысты сұрыптауды ұсынады. Сондай-ақ қалдықтарды қайта өңдеуді және қайта пайдалануды дамыту қажет. Жыл сайын әрбір алматылық 300 килограмм қатты тұрмыстық қалдықтарды тастайды. Қала бойынша қоқыс пакеттерінің саяхаты осылай басталады. Олар үйлерден контейнерлерге, сол жерден қоқыс тасушыларға түседі. Содан кейін, егер жол болмаса, оларды қатты қалдықтарды қайта өңдеу зауытына, егер болмаса - полигонға жеткізеді. Алматыда бір қоқыс орны бар: Қарасай ауданында. Жыл сайын мұнда 450 000 тонна қоқыс әкелінеді. Химиялық өнімдер ыдыраған кезде топырақ пен суға кіретін улы заттар түзіледі.

Өнеркәсіптік туралы айтпағанда, тұрмыстық қоқыста қауіпті заттар бар. Бұл, мысалы, сынап шамдары. Бұрын градусниктер болған, бұл сынаптың жарты граммы бар сияқты, бірақ бұл лайықты орынды улау үшін жеткілікті.

Мысалы, Германияда үйлердің жанында түрлі - түсті контейнерлер тұр, онда немістер қоқыстың әр түрін тастайды: тамақ қалдықтары - бір адамға, банктерге - екінші адамға, пластик-үшінші адамға. Содан кейін ол екінші рет пайдалану үшін кәсіпорындарға жіберіледі.

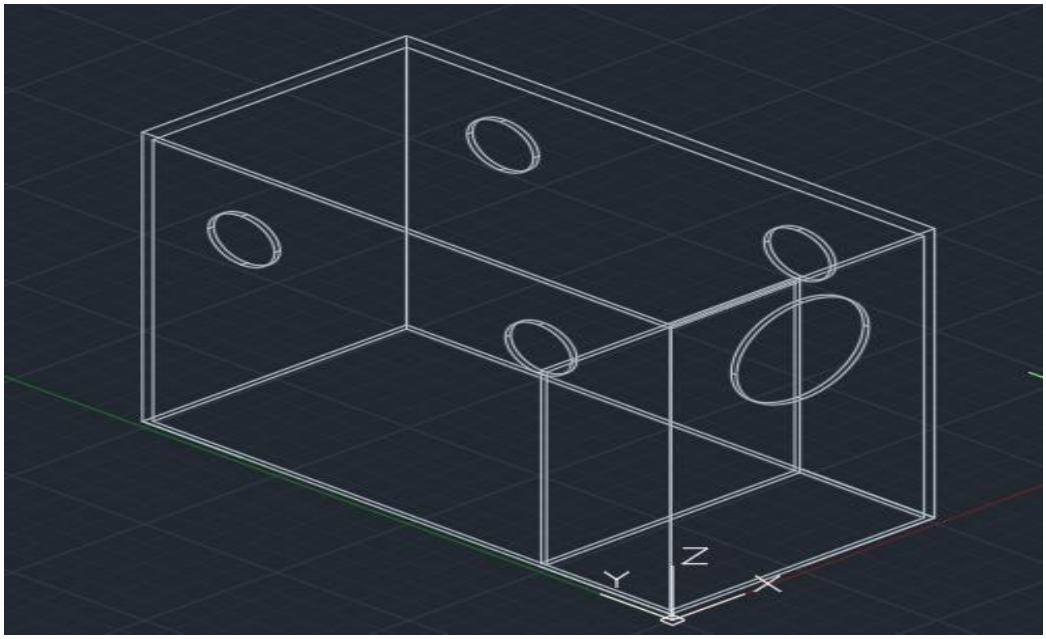
Алматыда қоқыс өңдейтін зауыт бар. Мұнда қалдықтардан орау лентасы мен пластикалық түйіршіктер өндіріледі. Қоқыс шығарумен айналысатын компания өкілінің айтуынша, 70% - ы осы зауытқа, ал 30-ы полигонға жіберіледі. Сұрыптау сатысында проблема жоқ.

Міне, қарапайым мысал - пластикалық бөтелке. Одан бағалы өнім алуға болады-лавсан, оның ішінде транспортер таспалары, арнайы киім және басқа да көптеген тауарлар. Бірақ шөлмекті жобалағанда, оны қалай тиімді деп ойлаған жоқ. Нәтижесінде ол тиімсіз болды. Мысалы, бөтелкені ашқаннан кейін сақина қалады. Оны жою үшін қымбат гликоль ванналары қажет. Жапсырма? Ол тікелей корпусқа желімдейді. Алып тастау-тұтас мәселе, бұл бір тиын. Сонымен қатар желім-лавсанды ластаушы.(2 сурет) Бірақ, шығынды бөтелкені "тиімді" етіп айналдыру өте оңай. Конструкцияны сәл өзгерту жеткілікті: жапырақ тығынын

жасау, ал жапсырманың шеттерін бір - біріне жапсыру-бөтелкедегі ойықтың ішінде айналсын.

2 сурет – Батыс елдеріндегі қоқысты өз ретімен тастау жәшіктері

Осыған орай менің өз ғылыми тұрғыдан зерттелген сепарациялық қасиетке ие аспабымды төмендегі 3 суреттен көре аласыздар. Негізінде ол ауыр материалдардан жеңіл пластиктін майда бөлшектерін желдің көмегімен бөліп алу болып алу болып табылады.



3 сурет – Қоқысты сепарациялық бөлу құрылғысы

Техникалық сипаттамасы:

- Материалы - Ст 3кп
- Беті 131 МПа қаттылығы бар.
- Болаттың тығыздығы біркелкі емес, салмағы үлкен ауқымда өзгеруі мүмкін.
- Дәнекерлеу қандай да бір шектеулермен сипатталмайды.

Мен осы құрылғым арқылы пластикті қоқыстан бөліп алу процессін қамтамасыз ету жолын қарастырдым. Бұл құрылғының сипаттамасы:

- желдету а6666рқылы пластикті ауыр материалдан іріктеп алу
- іріктелген материалды құрылғы кеңістігінің бір бөлігіне жинап, одан кейін кәдеге жарату амалы
- іріктелген пластикті тікелей түс сепараторына жеткізгіштігі

Алдағы уақытта осы құрылғы көмегімен Қазақстандағы қоқысты қайта өңдеу зауыттарын реконструкцияжұмыстарын жүргізіп, негізігі өзекті осы пластик проблемасын шешу болып табылады.

Әдебиеттер:

1. Бобович Б. Б. және Девяткин В. В.," өндіріс және тұтыну қалдықтарын қайта өңдеу", М2000г.

2. "қатты қалдықтарды кәдеге жарату", ред.А. П. Цыганкова. – М.: Құрылысиздат, 1982ж.

3. Мазур И. И. және т.б., "Инженерлік экология, Т1: инженерлік экологияның теориялық негіздері", 1996ж.

4. Акимова Т. А.,Хаскин Т. В. Экология: жоғарыоқуорындарынаарналғаноқулық. - М.:ЮНИТИ. --1999 ж.

М.Е.Жамалов

Отделения пластика в процессе мусороперерабатки

Резюме: Я рассматривал пути обеспечения процесса извлечения пластикового мусора с помощью этого устройства. Описание этого устройства:

- отбор из тяжелого пластикового материала путем проветривания
- способ сбора отобранного материала в часть пространства устройства и последующей утилизации
- приводимость отобранного пластика к прямому цветовому сепаратору

В ближайшее время с помощью этого устройства будет проведена реконструкция мусороперерабатывающих заводов в Казахстане и решение проблем этого пластикового ядра.

Ключевые слова: сепаратор, устройство, переработка

M.E. Zhamalov

Plastic separation in the process of waste processing

Summary: I have considered ways to ensure the process of removing plastic debris with this device. Description of this device:

- selection of heavy-duty plastic material by aeration
- method of collecting the selected material in part of the space of the device and subsequent disposal
- reducibility of the selected plastic to the direct color separator

In the near future, with the help of this device, the reconstruction of garbage processing plants in Kazakhstan and the solution of the problems of this plastic core will be carried out.

Keywords: separator, device, processing.

УДК 621.01

С.М.Ибраев[2], Н.С.Иманбаева[1], Г.Айдашева[2]
Казахский национальный исследовательский университет имени К.И.Сатбаева
Институт механики и машиноведения имени У.А.Джолдасбекова МОН РК,
Казахстан, город Алматы.
imanbaevan@mail.ru

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ БАЛАНСИРНОГО УРАВНОВЕШИВАНИЯ ПРЕОБРАЗУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ШНУ

Аннотация. *Здесь рассматриваем кинематическую схему механизма, как простой кривошипно-шатунный механизм, так как в схеме механизма кривошип и шатун соединены через траверсу. Попытаемся найти аналитическое решение задачи оптимального динамического уравновешивания преобразующего механизма станка-качалки при балансирном уравновешиваний. Для чего используем принцип возможных перемещении. Из полученного выражения находим M_i, выразив его через остальные значения мощностей:. Из условия минимума среднеквадратического значения крутящего момента М, получим аналитическое решение.*

Ключевые слова: *преобразующий механизм, кривошип, шатун, балансир, штанговая насосная установка, уравновещивающий момент.*

В рассматриваемом преобразующем механизме штанговых насосных установок (ШНУ) (кинематическая схема с балансиром, представляющая собой рычаг второго рода), действуют нагрузка в устьевом сальнике скважины и силы тяжести звеньев и грузов (Рисунок 1):

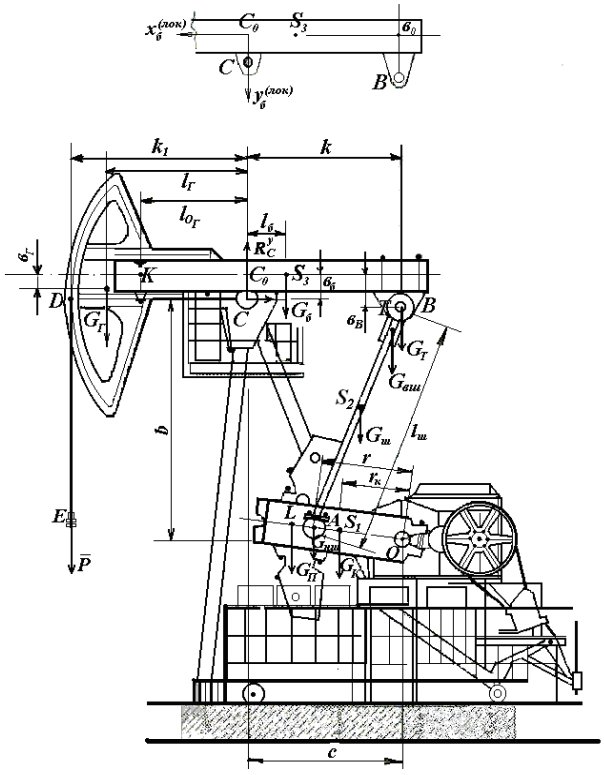


Рисунок 1 - Преобразующийо механизм ШНУ

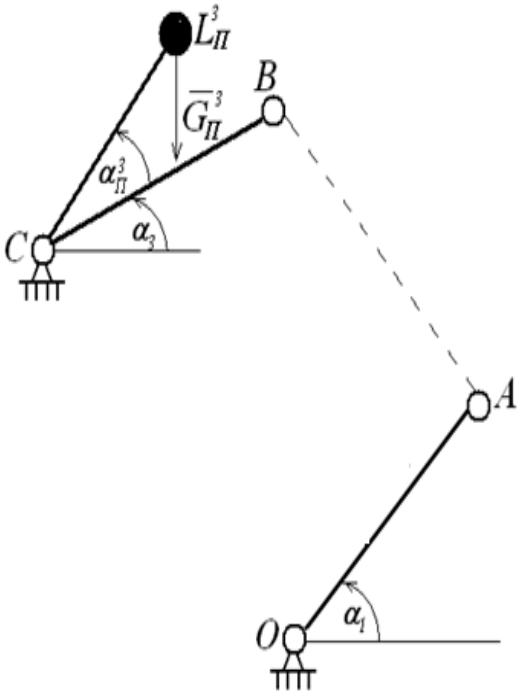


Рисунок 2 – Размещение дополнительного груза на балансире

$G_{кр}$ –вес кривошипа (должен быть удвоен);
G_{21}=2 $G_{нш}$, где $G_{нш}$ –вес нижней головки шатуна;
G_{22}= $2G_{ш}$,, где $G_{ш}$ вес шатуна;
G_{23}=$G_{вш}$ –вес траверсы;
G_{31}= $G_{Т}$ –вес опоры траверсы на балансире;
G_{32}=$G_{б}$ –вес балансира;
G_{33}=$G_{Г}$ –вес головки балансира;
G_{Q} –вес жидкости;
$G_{П}$ –вес противовеса.

Рассмотрим задачу балансирного уравновешивания преобразующего механизма (ШНУ), когда противовес размещается не на кривошипе, а на балансире. Необходимо решить в общем виде задачу оптимального динамического уравновешивания. Попытаемся найти аналитическое решение задачи. Кроме того считаем, что противовес на балансире смещен на угол $\alpha_{П}^{3}$ (Рисунок 2).

Исходным является принцип возможных перемещении, который записан в виде выражения

$$\begin{aligned}\overline{G}_{кр}\,\overline{V}_{Ss_{1_i}} + \overline{G}_{21}\overline{V}_{A_i} + \overline{G}_{22}\overline{V}_{S_{2_i}} + \overline{G}_{23}\overline{V}_{T_i} + \overline{G}_{31}\overline{V}_{B_i} + \overline{G}_{32}\overline{V}_{S_{3_i}} + \overline{G}_{Г}\overline{V}_{Г_i} + \overline{G}_{П}^{3}\overline{V}_{П}^{3} \\ + \overline{G}_{Q_i}\overline{V}_{Q_i} + M_i\omega_{OA} = 0, \quad i = 1,\ldots, N\end{aligned} \tag{1}$$

На рисунке 2 показан кривошип и балансир, промежуточные звенья показаны пунктиром.

Тогда для соответствующей слагаемой в выражении (1) имеем

$$\begin{aligned}\overline{G}_{П}^{3}\overline{V}_{П}^{3} = -\omega_{3_i}G_{П}^{3}l_{П}^{3}\cos\left(\varphi_{CB_i} + \alpha_{П}^{3}\right) = -\omega_{3_i}G_{П}^{3}l_{П}^{3}\cos\alpha_{П}^{3}\cos\varphi_{CB_i} + \\ \omega_{3_i}G_{П}^{3}l_{П}^{3}\sin\alpha_{П}^{3}\sin\varphi_{CB_i}\end{aligned} \tag{2}$$

Введем переменные:

$$x_1 = G_{П}^{3}l_{П}^{3}\cos\alpha_{П}^{3},\ x_2 = G_{П}^{3}l_{П}^{3}\sin\alpha_{П}^{3}. \tag{3}$$

Тогда выражение (1) переписываем в следующем виде

$$\begin{aligned}\overline{G}_{кр}\,\overline{V}_{Ss_{1_i}} + \overline{G}_{21}\overline{V}_{A_i} + \overline{G}_{22}\overline{V}_{S_{2_i}} + \overline{G}_{23}\overline{V}_{T_i} + \overline{G}_{31}\overline{V}_{B_i} + \overline{G}_{32}\overline{V}_{S_{3_i}} + \overline{G}_{Г}\overline{V}_{Г_i} - x_1\omega_{3_i}\cos\varphi_{CB_i} - x_2\omega_{3_i}\sin\varphi_{CB_i} \\ + \overline{G}_{Q_i}\overline{V}_{Q_i} + M_i\omega_{OA} = 0, \quad i = 1,\ldots, N\end{aligned} \tag{4}$$

Введем обозначения:

$$c_i^{*} = \frac{\omega_{3_i}}{\omega_{OA}}\cos\varphi_{CB_i},\ s_i^{*} = \frac{\omega_{3_i}}{\omega_{OA}}\sin\varphi_{CB_i},\ b_i = -\frac{1}{\omega_{OA}}\cdot\sum\overline{F}_i\cdot\overline{V}_i\ .$$

Переписываем выражение (4), с учетом введенных переменных и обозначения для каждого i -го положения механизма, $i=1,\ldots,N$.

$$M_i = b_i + x_1\cdot c_i^{*} - x_2\cdot s_i^{*}, \tag{5}$$

отыскиваем такое значение x_1, x_2, при котором достигается минимум среднеквадратического значения крутящего момента *M.*

$$S(x_1, x_2) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} M_i^{\,2} \Rightarrow \min_{x_1, x_2} \tag{6}$$

Из необходимого условия минимума функции S получим два уравнения с двумя неизвестными

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{N} c_i^{*2} \cdot x_1 - \sum_{i=1}^{N} c_i^{*} \cdot s_i^{*} \cdot x_2 = -\sum_{i=1}^{N} c_i^{*} \cdot b_i \\ \sum_{i=1}^{N} s_i^{*} \cdot c_i^{*} \cdot x_1 - \sum_{i=1}^{N} s_i^{*2} \cdot x_2 = -\sum_{i=1}^{N} s_i^{*} \cdot b_i \end{cases} \tag{7}$$

Решая систему уравнений известными численными методами, получим решение. Аналитическое решение задачи при $\det A \neq 0$ получено в виде

$$\bar{x} = A^{-1} \cdot \bar{b}\,, \tag{8}$$

где

$$A = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{N} c^{*2}_{\,i} & -\sum_{i=1}^{N} c_i^{*} \cdot s_i^{*} \\ \sum_{i=1}^{N} s_i^{*} \cdot c_i^{*} & \sum_{i=1}^{N} s_i^{*2} \end{bmatrix},\ \bar{b} = \begin{bmatrix} -\sum_{i=1}^{N} c_i^{*} \\ -\sum_{i=1}^{N} s_i^{*} \end{bmatrix},\ \bar{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

Литературы:

1. Г.В.Молчанов, А.Г. Молчанов Машины и обороудование для добычи нефти и газа Москва «Недра», 2006г.

2. S. Ibraev, N. Imanbaeva, A. Nurmaganbetova Computerized modeling of kinematics and kineto-statics of sucker-rod pump power units Engineering for rural development, Vol. 16, pp. 904-909 2017 ISSN: 1691-5976 (Thomson Reuters, IF=0.436) ELSEVIER (SCOPUS)

3. S. Ibraev, N. Imanbaeva, A. Nurmaganbetova, A. Rahmatullina «Optimal design of leading kinematical chain of eight linked planar load lifting linkage» / Advanses in Natural and Applied Sciences 8(4) April 2014, Pages 275-278.

4. Baigunchekov Z., Ibrayev S., Izmambetov M., Baigunchekov T., MustafaA. Synthesis of cartesian manipulator of a class RoboMech Mechanisms and Machine Science, Volume 66, 2019, Pages 69-76, Издатель: Springer Netherlands, ISSN: 22110984, IF Scopus 0.19

С.М.Ибраев, Н.С.Иманбаева, Г.Айдашева

Штангалы сорғы қондырғысының түрлендіруші механизмін балансирлі теңгеру есебінің аналитикалық шешімі

Аңдатпа. Бұл мақалада механизм схемасында қосарланған айналшақ пен бұлғақ траверса арқылы қосиінге жалғанғандықтан, кинематикалық талдау жасағанда механизм схемасын қарапайым айналшақты-бұлғақты механизм ретінде қарастырамыз. Штангалы сорғы қондырғысының түрлендіруші механизмін балансирлі теңгеру есебінің аналитикалық шешімі табамыз. Ол үшін мүмкін орынауыстырулар принципін қолданамыз. Бұраушы моменттің ортаквадраттық минимум шартынан аналитикалық шешімді аламыз.

Түйін сөздер: түрлендіруші механизм, айналшақ, бұлғақ, балансир, штангалы піспекті қондырғы, теңгеруші момент.

S.Ibraev, N. Imanbaeva, G. Aidasheva

Analytical decision of task balancing the transforming mechanism drive of Barbell Pumping Options

Abstract. Here we consider the kinematic scheme of the mechanism as a simple crank mechanism, since in the scheme of the mechanism the crank and the rod are connected via a traverse. We will try to find an analytical solution to

the problem of optimal dynamic balancing of the transforming mechanism of the pumping unit with balance balancing. For what we use the principle of possible displacement. From the resulting expression we find Mi, expressing it through the remaining values of the powers :. From the condition of the minimum of the mean square value of the torque M, we obtain an analytical solution.

Keywords: a transforming mechanism, a crank, a connecting rod, balance bar, sucker-rod pumping unit, balancing moment.

УДК 621.01, 539.3, 519.6

А.Б. Ибадулла
Ғылыми жетекші – Е.Т. Бекенов, ассоц. проф.,техника ғылымдарының кандидаты
Қ.И.Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы
abekeforgames@mail.ru

БІЛІК-ТІСТЕГЕРІШТІ КОМПАС-3D БАҒДАРЛАМАСЫНЫҢ APM FEM БЕРІКТІК АНАЛИЗ ЖҮЙЕСІНДЕ ЕСЕПТЕУ

Аңдатпа: *XXI ғасырдың басы компьютерлік технологиялардың қарқынды дамуымен сипатталады. Барлық есептерді компьютерлік жобалармен шығару қазіргі заманның талабы болып табылады. Соның бірі осы мақаламда заманауи талаптарға сай материалдар кедергісін есептеу үшін аспаптық құрал ретінде жаңа КОМПАС 3D жүйесін қолданыладым,бұл ресейлік АСКОН компаниясы әзірлеген.*

Кез келген қолданба сияқты, бұл бағдарламаның өз ерекшеліктері бар және Компас 3D шолу мүмкіндігінше көп қамтиды. Бұдан әрі біз бұл бағдарламаның қызықты екенін және басқалардан айырмашылығы неде екенін атап өтеміз:

- Бағдарлама қолданба функциясын барынша қолдайтын жеке, бірегей ядрода құрылған

-Қолданба орыс тілінде толық және оңай және түсінікті интерфейсі бар, оны түсіну қиын емес

- Басқа бағдарламалармен интеграциялау. Компаста жасалған барлығы басқа АЖЖ-ға көшіруге және бастапқы деректермен жұмыс істеуге кедергі жоқ мүмкіндік бар

- Түрлі файл пішімдерін қолдау. Жасалған өнімді экспорттау немесе импорттау кезінде қиындықтар туындамайды, бағдарлама ең танымал файл пішімдерін қолдайды.

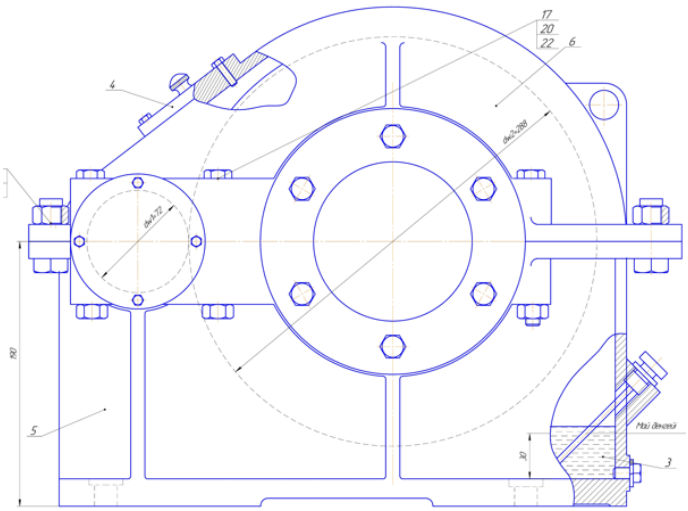
Бұл бағдарламамен прокаттау білдегінің жетегін есептеп шығардым. Редуктордың ішіндегі білік – тістегеріштің 3d моделін құрып, беріктікке және төзімділікке зерттедім. Бұл мақаланың мақсаты–компьютерлік бағдарламаның тез арада жұмыс жасауы, уақыт ұтымдылығы және қателіктің аз болуында.

Түйінді сөздер: *КОМПАС 3D, редуктор, біліктістегеріш, APM FEM, кернеу.*

Машинаның жетегі техникада ерекше орын алады, өйткені онсыз кез келген құрылғының механикалық қозғалысы мүмкін емес. Жетектің кинематикалық сұлбасын ұтымды таңдаудан және дұрыс кинематикалық күштік есептеуден көп жағдайда жобаланатын машиналарға қойылатын маңызды талаптар, сол габариттер кезінде қуатты арттыру, жылдамдық пен өнімділікті арттыру, КПД арттыру, сондай-ақ дайындаудың ең аз массасы мен төмен өзіндік құны тәуелді болады.

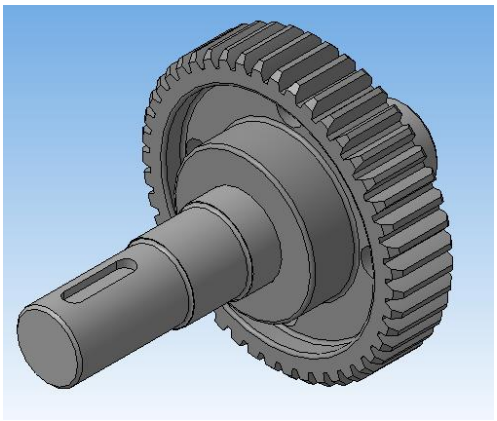
Машиналарда кең таралған механикалық жетектер болады. Жұмыс машинасының механикалық жетегінің жалпыланған схемасы қозғалтқышты, беріліс механизмін, жұмыс машинасын және жалғастырушы муфталарды қамтиды. Қозғалтқыш білігінің және жұмыс машинасының жетекші білігінің бұрыштық жылдамдығы, әдетте, бір-біріне тең емес болғандықтан, механикалық жетекте келісу үшін механикалық беріліс жиынтығынан тұратын беру механизмі қолданылады.

Редуктор жетегі – жалпы өнеркәсіптік қолданудағы заманауи механикалық жүйелердің кең таралған түрлерінің бірі. Редуктор айналудың бұрыштық жылдамдығын төмендетуге және айналмалы сәттің ұлғаюына арналған. Редукторлар мен мотор – редукторлардың жұмыс қабілеттілігі мен ресурсына көп жағдайда талап етілетін функционалдық параметрлерді және машинаның жалпы сенімділігін қамтамасыз ету тәуелді. Редуктордың Компас 3D жүйесіңде сызылған компоновкасы 1-суретте көрсетілген.



1 сурет – Редуктордың бүйір жақ көрінісі

Редуктор корпусында біліктерде қозғалыссыз бекітілген тісті немесе құрттық берілістер орналасқан. Редукторды дұрыс таңдау жоспардан тыс тұрып қалу, жөндеу шығындарының көбеюі және т.б. салдарынан айтарлықтай экономикалық шығындарға әкелуі мүмкін. Қазіргі редуктор – қозғалтқышпен және жұмыс машинасымен муфталармен немесе ашық механикалық берілістермен жалғанатын аяқталған механизм. Менің бұл есептеулерде алған редукторым бірсатылы цилиндрлі редуктор , өйткені бұл редукторпрокаттау білдегінің барлық параметрлеріне сәйкес келеді және тиімді болып табылады. Редуктордың құрамындағы білік-тістегеріштің атқаратын қызметі маңызды болып табылады. Сондықтан оның сапалы көрсеткішін анықтау үшін беріктікке, аққыштық қорына және т.б. маңызды параметрлерге зерттеуіміз қажет. Осының мысалы ретінде Компас 3D жүйесінде 3D моделін сызып, APM FEM беріктік анализін құрдым (2– сурет).

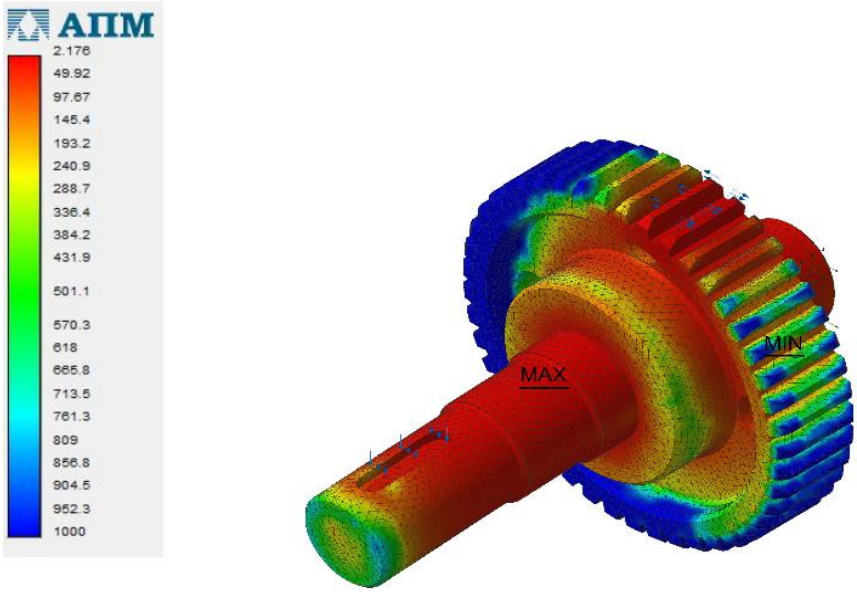


2 сурет - Компас-3D бағдарламасында білік-тістегерішті жобалау

Аққыштық бойынша алынған ақпараттар 1-кестеде көрсетілген. Аққыштық қоры графикалық түрде 3-суретте көрсетілген.

1 кесте – Аққыштық қорының минималды және максималды шамасы

Атауы	**Минималды шама**
Аққыштық бойынша қор коэффициенті	2,17631

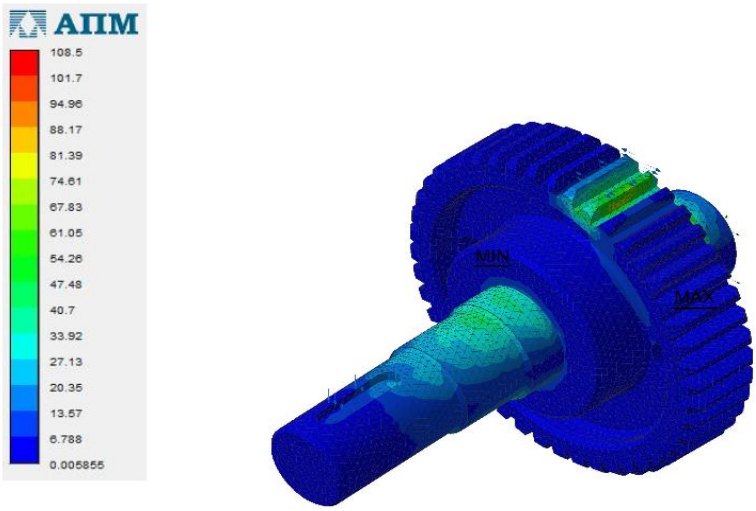


3 сурет – Аққыштықтың қор коэффициенті

Статикалық есептеу натижесіндегі кернеулердің шамалары 2-кестеде көрсетілген. 4-суретте кернеулер графикалық түрде көрсетілген.

2 кесте – Минималды және максималды кернеудың шамалары

Атауы	Тип	Минималды шама	Максималды шама
Мизес бойынша эквивалентті кернеу	SVM [МПа]	0,005855	108,52



4 сурет – Детальдағы кернеулер

Әдебиеттер:

1. Аскон: КОМПАС 3D Инстукция ползователя (томI, том II, томIII).

2. ЧернавскийС. А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 2017. - 415 с.

3. Решетов Д.Н.Детали машин. -М.: Машиностроение, 2009. -655 с.

А.Б. Ибадулла

Расчет вала шестерни в системе анализа прочности АРМ FEM программы Компас-3D

Резюме: В данной статье приведены результаты прочностного и жесткостного расчета вал-шестерни цилиндрического редуктора аналитически и в системе анализа прочности АРМ FEM программы Компас-3D. Расхождение результатовпри аналитическом расчете и компьютерном расчетене превысили по некоторым показателям4-5 %. Это хороший показатель, показывающий точность полученных результатов. Проведение этих расчетов убедительно показало эффективность использования прочностных и жескостных расчетов в системе АРМ FEM программы Компас-3D.

Ключевые слова: КОМПАС 3D, редуктор,вал-шестерня, АРМ FEM,напряжение.

A. B. Ibadulla

Calculation of the gross gear in the strength analysis system APM FEM program Compass-3D

Summary: This article presents the results of strength and stiffness calculation of the cylindrical gear shaft analytically and in the strength analysis system APM FEM program Compass-3D. The discrepancy between the results of the analytical calculation and the computer calculation did not exceed 4-5% for some indicators. This is a good indicator showing the accuracy of the results. Carrying out these calculations has convincingly shown the effectiveness of the use of strength and stiffness calculations in the APM FEM system of the Compass-3D program.

Keywords: 3D COMPASS, gear reducer, gross gear, APM FEM, stress.

УДК 621.01, 539.3, 519.6

А.Б. Ибадулла

5В071200 – Машина жассау мамандығының 4 курс студенті, ӨИИ

Ғылыми жетекші – Е.Т. Бекенов, ассоц. проф.,техника ғылымдарының кандидаты

Қаныш Сатпаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,

Қазақстан, Алматы қаласы

abekeforgames@mail.ru

ТҮЗУТІСТІ ЦИЛИНДРЛІ БЕРІЛІСТІ АРМ TRANS МОДУЛІНДЕ ЕСЕПТЕУ

Аңдатпа. *Қазіргі таңда кез-келгенқозғалыстағы техника немесе машиналық механизмдер қозғалтқыш арқылы жүреді. Ал сол қозғалтқыш редуктордың көмегімен жүзеге асады. Редуктор берілістердің түріне, тістердің формасына байланысты бірнеше түрге бөлінеді. Атап өтетін болсақ белдікті, шынжырлы, конусты, цилиндрлі және құртты берілістер. Редуктор – білік тістегеріш пен шестерняның ашық механикалық берілістермен жалғанатын механизм.*

Редуктордың барлық параметрлерін тез арада және нақты есептеу үшін АРМ TRANS бағдарламасын ұсынамын. Оның құрамына геометриялық, материалдық,нормальдің параметрлері, ілінісу сапасының параметрлері және ілінісу күштері кіреді.

АРМ TRANS модулі ең жақсы конструктивтік нұсқаларды таңдау мақсатында ең жиі кездесетін түрдегі берілістердің жобалаушы және тексеруші есептеулерін орындауға арналған. Бұл қамтамасыз етіледі:

- жүктеудің еркін түрі тапсырмасының функциясының болуы немесе деректер базасынан үлгілік жүктеуді таңдау

- теңшелетін материалдардың деректер қорын, рұқсаттамаларды, бастапқы контурдың параметрлерін және басқа да стандартты параметрлерді бастапқы деректерді беру кезінде және есептеу процесінде пайдалану

- қажетті стандарттарға АРМ TRANS модулін теңшеу мүмкіндігі

- RTF пішімінде есептерді қалыптастыру

- есептеу нәтижелерінің мәтіндік ақпаратын RTF, INI, XLS форматтары файлдарына, ал графикалық ақпаратты AGR (APM GRAPH графикалық редакторының APM WinMachine жүйесіне кіретін формат), DXF және SolidEdge (.par).

Түйінді сөздер: *шестерня, редуктор, біліктістегеріш, APM TRANS, APM WinMachine*

Айналу берілістері айналмалы қозғалысты қашықтыққа беруге және осы қозғалыстың механикалық сипаттамаларын түрлендіруге арналған.

APM TRANS модулі берілістердің жобалаушы және тексеруші есептеулерінің барлық кешенін орындауға, осы берілістердің неғұрлым ұтымды параметрлерін таңдауға, сондай-ақ жетекші және жетекші дөңгелектердің, шкивтердің, жұлдызшалардың және т.б. жұмыс сызбаларын алуға мүмкіндік береді.

APM TRANS APM WinMachine жүйесіне біріктірілген, бірақ тәуелсіз бағдарламалық өнім ретінде жұмыс істей алады.

Берілістерді есептеу нәтижесінде еркін берілген бастапқы контурға ілгекпен алуға болады:

- берілген жүктемелер мен беріктігі бойынша берудің геометриялық өлшемдері
- барлық қажетті геометриялық беру параметрлері
- қоршаудағы күштер
- қолданыстағы түйіспелі кернеулердің және иілу кернеулерінің мәндері
- рұқсат етілген шаршау түйіспелі кернеулердің және иілу кернеулерінің шамалары
- барлық белгілі хабарлар нұсқаларына арналған бақылау параметрлері
- іліну сапасының параметрлері
- іліну және жалпы беру бөлшектерінің негізгі сызықтық өлшемдеріне рұқсат беру
- бүйірлік саңылаудың және басқа да дәлдік параметрлерінің шамасы мен рұқсат етілуі
- сүйекті-кесікті бақылау үшін таптау әдісімен алынған эвольвентті тістің нысаны
- интерференция болмауын тексеру үшін дөңгелектерді ілу процесін модельдеу
- ілгек бөлшектерінің автоматты түрде жасалған сызбалары.

Иілгіш байланыс берілісін есептеу нәтижесі болып табылады:

- шкивтер мен жұлдызшалардың геометриялық өлшемдері
- жұмыс беру режимінде әрекет ететін жүктемелер
- шкивтер мен жұлдызшалардың автоматты түрде жасалған сызбалары.

Жобалаушы, берілген жүктемелер, кинематикалық параметрлер, Материалдар, жұмыс уақыты және жүктеу режимдері бойынша негізгі геометриялық өлшемдер және берудің барлық қалған параметрлері анықталғанда

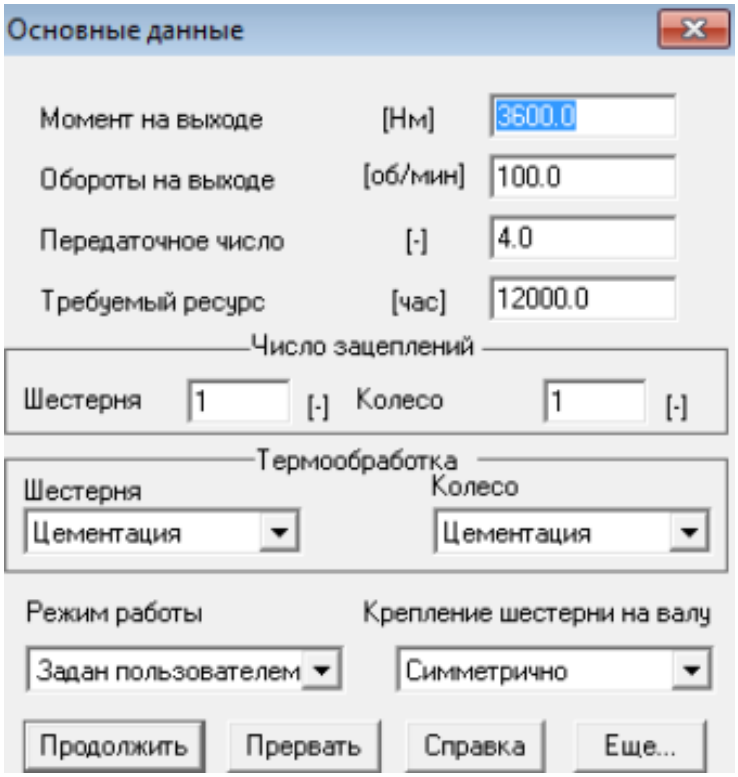
1 Бір қатар тіркелген шығыс параметрлері кезінде берілісті жобалау қажет болған кезде шектеулермен жобаланған

2 Берілген геометриялық параметрлер бойынша берілетін беру сәті анықталған сәтте тексеру

3 Берілген геометриялық параметрлер бойынша берілістің ұзақ мерзімділігі есептеледі.

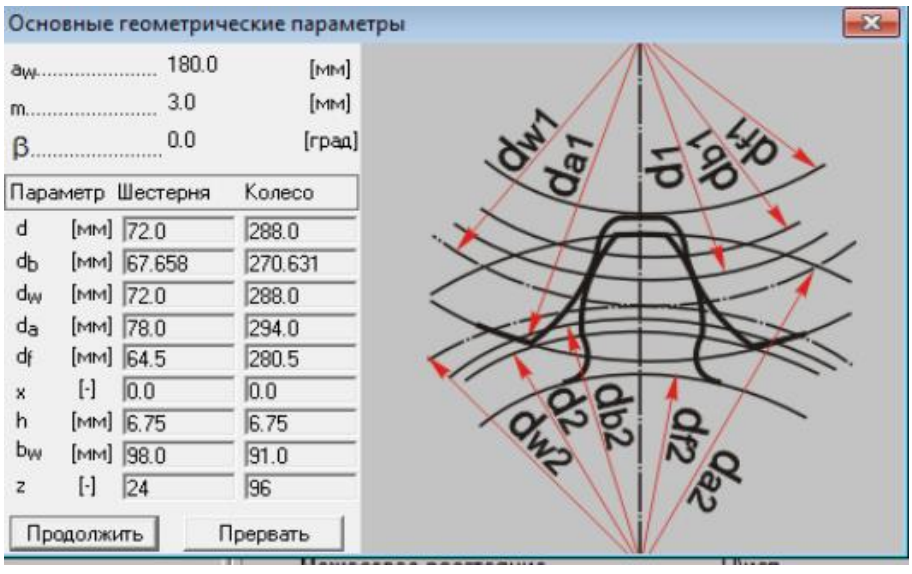
4 Берілген деп саналатын геометриялық параметрлердің қатары бойынша қалғандары анықталады.

«Тип» - «Расчет» - «Проектировочный» батырмасын басып, өзімізге керек сан мәнін береміз (1 сурет)



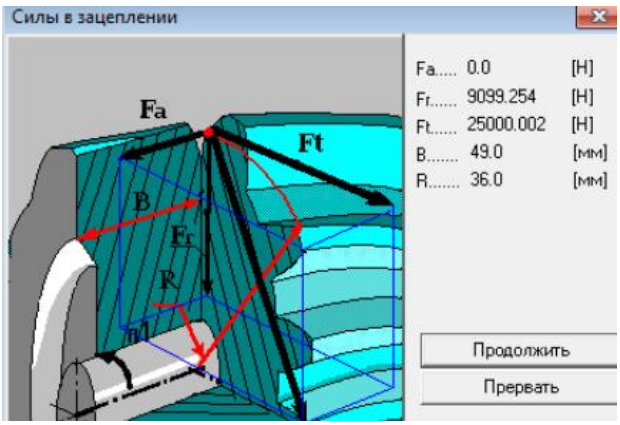
1 сурет – Негізгі деректер

Қысқаша түрде парамтрлердің түрлерінен геометриялық және күш факторларын көрсетемін (2 сурет)

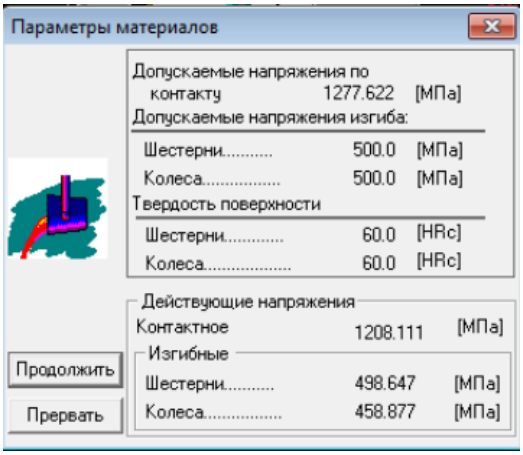


2 сурет – Негізгі геометриялық параметрлер

Тісті жұптың ілінуінде пайда болатын күш факторлары (3 сурет)



3 сурет - Қолданыстағы және рұқсат етілетін кернеулердің шамалары (4 сурет)



4 сурет – Материалдың параметрлері

APM TRANS Модулінің мүмкіндіктері де тексеру есебін жүргізуге мүмкіндік береді.

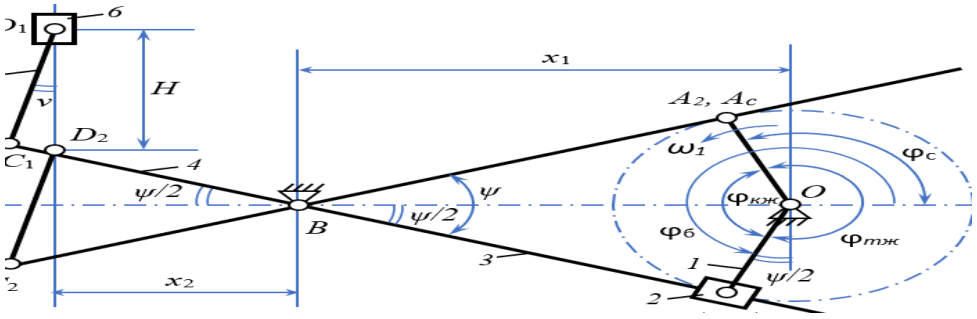
Тексеру есебінің көмегімен параметрлердің берілген мәндері (геометриялық өлшемдер, конструкциялық материалдардың сипаттамалары және т. б.) кезінде берудің жүктеме қабілеті анықталады.

APM TRANS модулінде тексеру есептерінің екі түрі жүзеге асырылды:

- берілген ұзақ уақыт кезінде берілетін максималды моментті анықтау
- берілген жүктеме кезінде беріктікті анықтау.

Мен бірінші түрін қолдандым яғни, берілген ұзақ уақыт кезінде берілетін максималды моментті анықтадым.

Есептеу барысында тексеру басындағы есепке сәйкес келді. Біздің тексеру нәтижелеріміз дұрыс орындалған (5 сурет).



5 сурет

Әдебиеттер:

1. http://apm.ru/produkti/programmnie_kompleksi/APM_WinMachine/APM_Trans/
2. ЧернавскийС. А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 2017. - 415 с.
3. Решетов Д.Н.Детали машин. -М.: Машиностроение, 2009. -655 с.

Ибадулла А.Б.

Расчет прямозубой цилиндрическойпередачи в модуле APM TRANS

Резюме: В данной статье приведены результаты расчета прямозубой цилиндрической передачи. В его состав входят геометрические параметры, величины действующих и допустимых напряжений и силовые факторы, возникающие в зубчатом зацеплении. Применение APM TRANS позволяет быстро подсчитать все геометрические показатели, силовые показатели, контактные, изгибные и действующие напряжения, вводя основные входные параметры в начале программы.После окончания подсчета всех параметров проведена проверка путем сравнения с результатами моих аналитических расчетов.

Ключевые слова:шестерня, редуктор, зубчатое зацепление, APM TRANS, APM WinMachine.

Ibadulla A. B.

Calculation of a straight-tooth cylindrical transmission in the module APM TRANS

Summary: This article presents the results of calculation of straight-tooth cylindrical transmission. It consists of geometric parameters, the magnitude of the acting and permissible stresses and force factors arising in the gear engagement. The application of APM TRANS allows you to quickly calculate all the geometric parameters, power parameters, contact, bending and operating voltages, entering the main input parameters at the beginning of the program. After the calculation of all parameters is completed, a check is made by comparison with the results of my analytical calculations.

Key words: gear, reducer, gearing, APM TRANS, APM WinMachine.

УДК 681.513

Канапия М., Момбеков М., Муратхан Д.

Научный руководитель –Сейдахмет А.Ж., ассоц.профессор, к.т.н., доцент

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы.

mako_judo.kz@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РУКИ РОБОТА UARM

Аннотация. *Проектирование робота типа uArm осуществлялось в системе AutodeskInventor. Спроектированный робот имеет четыре степени свободы. Сервоприводы поворота и подъема звеньев робота компактно расположены внизу у основания. Схват управляется сервоприводом и имеет одну степень свободы. Все плоские звенья нарезаны на лазерном станке. В сборке использовались металлические болты и гайки. Выводными данными являются перемещение схвата и для управления используется кинематическая модель.*

Ключевые слова: *робот, степени свободы, сервопривод, Arduino*

Целью было создание такого макета руки робота, который был бы дешевым в изготовлении, простым в использованиии обслуживании и его управление можно было бы легко редактировать в зависимости от различных задач. Для управления сервоприводами, а такжеразличными имеющимсядатчикамииспользуется микроконтроллерная плата Arduino.

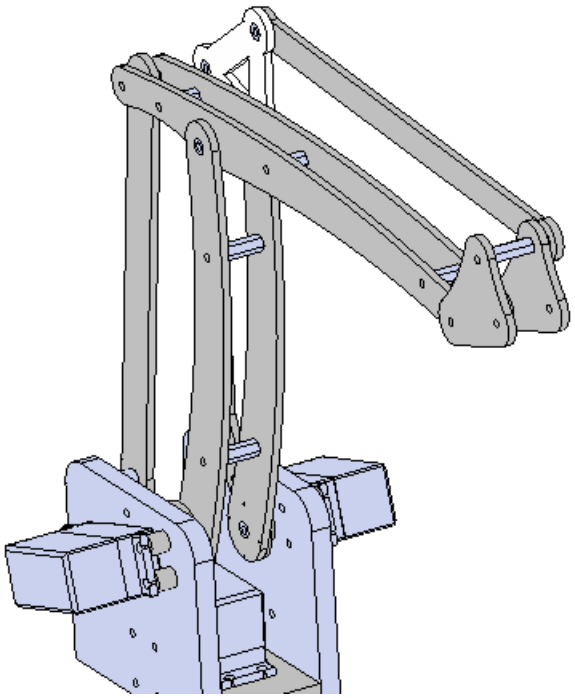


Рисунок 1 – 3Dмодель макета роботав системе AutodeskInventor

В качестве прототипа для изготовления макета робота был взят робот uArm [1]. Детали робота моделировались в компьютерной системе AutodeskInventor. Затем была проведена компьютерная сборка робота. Робот имеет четыре степени свободы. Для управления движением робота использовались сервоприводы MX-64. Преимущества данной схемы робота в том, что три сервопривода управляющие движением расположены внизу у основания робота.Все плоские детали робота были вырезаны из плавтика толщиной 4 мм на лазерном станке. В сборке использовались металлические болты и гайки.Для управления движением робота использовалась кинематическая модель робота. В системе Matlabбыла составлена программауправляющая четырьмя движениями робота.

В заключении можно отметить, что создан макет робота uArmимеющий четыре степени свободы. Так как многие детали робота изготовлялись из пластика, то стоимость изготовления получилась дешевой. В будущем планируется улучшить систему управления роботом.

Литературы:

1. https://ru.aliexpress.com/Uarm Swift робот.

2. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. –624 с.

3. Savasgard E. Arduino: 101 beginners guide: how to get started with yourArduino. – Kindle ed. – Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2008. – 38 p.

Канапия М., Момбеков М., Муратхан Д.

Проектирование, изготовление и кинематический анализ руки робота uArm

Аңдатпа. UArm типті роботты жобалауы Autodesk Inventor жүйесінде жүзеге асырылды. Жобаланған роботта төрт еркіндік дәрежесі бар. Роботтың звеноларын бұру және көтеру төменгі жағында орналасқан сервоприводтармен жасалынады. Схват сервоприводпен басқарылады және оның бір еркіндік дәрежесі бар. Барлық жалпақ звенолар лазерлік станокта кесілген. Құрастыруда металлды болттар мен гайкалар қолданылды. Шығу мәліметтер схваттың орынауыстыруы болып табылады және басқару үшін кинематикалық модель қолданылады.

Түйін сөздер: робот, еркіндік дәрежесі, сервопривод, Arduino

Canapia M., Mombekov M., Muratkhan D.
Design, construction and kinematic analysis of a robot arm uArm

Summary. The design of the uArm type robot was carried out in the Autodesk Inventor system. The designed robot has four degrees of freedom. The motors of the turning and lifting links of the robot are compactly located at the bottom of the base. The grab is controlled by a servo and has one degree of freedom. All flat links are cut on a laser machine. Metal bolts and nuts were used in the assembly. The output data is the movement of the grab and a kinematic model is used to control.

Keywords: robot, degrees of freedom, servo, Arduino

УДК 621.01

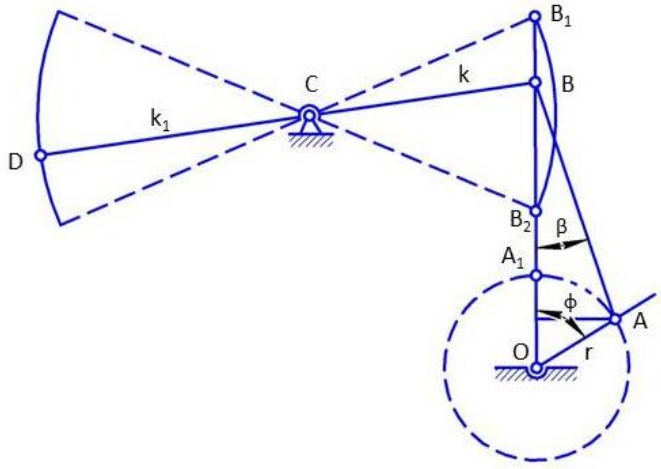
Б.Ж.Кожагельдиев, Б.М. Әбілхайыр
Ғылыми жетекші – Н.С.Иманбаева, ассистент профессор, т.ғ.к.
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы.
imanbaevan@mail.ru

ҚОС ИІНДІ ШТАНГАЛЫ ПІСПЕКТІ ҚОНДЫРҒЫНЫҢ ТҮРЛЕНДІРУШІ МЕХАНИЗМІНІҢ КИНЕМАТИКАСЫ МЕН ТЕҢГЕРІЛУІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. *Бұл мақалада штангалы піспекті қондырғының түрлендіруші механизмінің кинематикалық талдауы толығымен жасалады. Анықталған жылдамдықтар арқылы мүмкін орынауыстырулар принципі бойынша механизмнің теңгеруші моменттін анықтаймыз. Механизм схемасында қосарланған айналшақ пен бұлғақ траверса арқылы қос-иінге жалғанғандықтан, кинематикалық талдау жасағанда механизм схемасын қарапайым айналшақты-бұлғақты механизм ретінде қарастырамыз. Кинематикалық схеманы қарастыра отырып керек заңдылықтарды тригонометриялық түрлендіру арқылы немесе графикалық жолмен анықтаймыз. Кинематикалық талдау нәтижесі арқылы, механизмнің теңгерілуін зерттейміз.*

Түйінді сөздер: *түрлендіруші механизм, кинематика, айналшақ, бұлғақ, қос иін, штангалы піспекті қондырғы.*

Қазіргі уақытта тербелмелі білдектің түрлендіруші механизмінің кинематикалық талдауында үш тәсіл кеңінен қолданылады. Бұл әдістер, штангаларын D ілу нүктесінің орын ауыстыруын, жылдамдығы және жылдамдығының өзгеру заңын түрлі дәлдікпен табуға мүмкіндік береді(1-сурет).



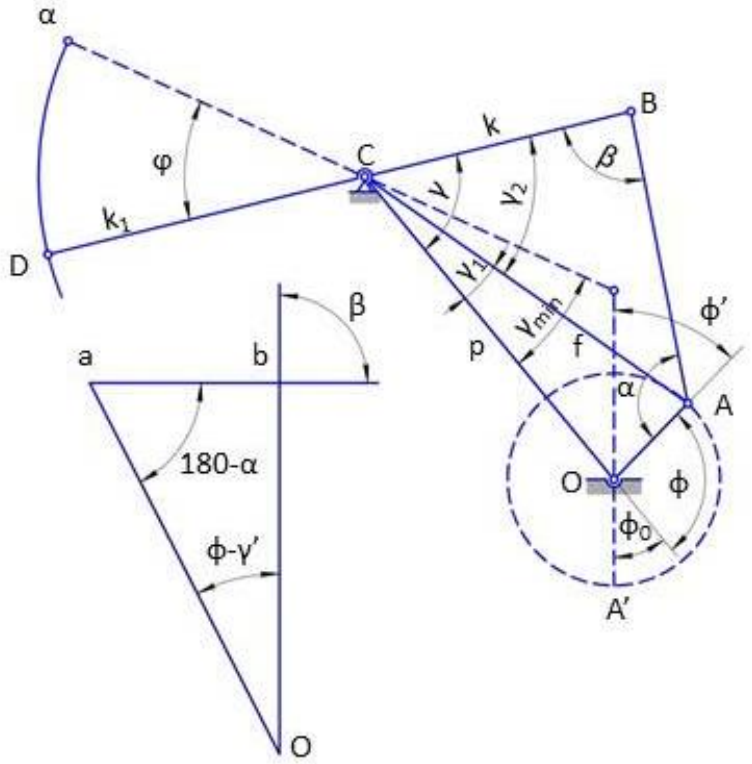
1 сурет - Түрлендіруші мехазмнің кинематикалық схемасы.

Тербелмелі білдектің түрлендіруші механизмі қарапайым айналшақты-бұлғақты механизм(яғни r/l → 0; r / k →0) ретінде қарастырылады.

Демек, D штангаларын ілу нүктелері айналшақты-бұлғақты механизм теориясының көмегімен анықталуы мүмкін.

Штангалардың ілу нүктесіндегі орын ауыстыруын, жылдамдығын және үдеуін нақты тәуелділік заң бойынша өзгеруін тригонометриялық түрлендіру арқылы немесе графикалық жолмен анықтауға болады. Графикалық жол – механизмдердің орынауыстыру планы, жылдамдықтар планы және айналшақтың түрлі бұрышына сәйкес үдеулер планы арқылы іске асады.

Кинематикалық схеманы қарастыра отырып керек заңдылықтарды орнатамыз. Айналшақтағы В нүктесіне дейінгі φ бұрышқа бұрылған S_B жолы B_1B қимасына сегментіне тең болады. А нүктесін вертикаль B_1O-ға жобалап, $B_1B = OB_1 - OB$, бұл жердегі OB_1,=r+l ал OB = Oa+aB. Oa мен aB ұзындықтары BaA және Ол үшбұрыштары арқылы табылады: Ba = $l\cos\beta$, $Oa = r\cos\varphi$(2сурет).



2 сурет - Түрлендіруші мехазмнің кинематикалық схемасы және жылдамдықтар планы.

Сонда:

$$S_B = r + l - (l\cos\beta + r\cos\varphi) = r(1 - \cos\varphi) + l(1 - \cos\beta)$$я

Синустар теоремасы бойынша OAB үшбұрышы үшін:

$r/\sin\beta = l/\sin\varphi$ бұл жердегі $\sin\beta = (r/l)\sin\varphi$

Сондай-ақ: $\cos\beta = \sqrt{1-(r/l)^2\sin^2\varphi} \approx 1 - 0{,}5(r/l)^2\sin^2\varphi.$

Бастапқы S_B арналған формулаға тапқан мәндерімізді қоя отырып, $\varphi = \omega t$ алмастырсақ:

$$S_B = r(1-\cos\omega t) + (r^2/2l)\sin^2\omega t.$$

k_1/k иіндерінің қатынасы бойынша В нүктесінің қозғалысы арқылы D нүктесін таба аламыз:

$$S_D = \frac{k_1}{k} r\left[(1-\cos\omega t) + (r/2l)\sin^2\omega t\right]$$

Бұл өрнекті дифференциалдау арқылы D нүктесінің жылдамдығын табуға болады:

$$V_D = \frac{k_1}{k}\omega r\left[\sin\omega t + (r/2l)\sin 2\omega t\right]$$

Тербелмелі білдектің түрлендіруші механизмінің теңгеру есебі теңгеруші жүктің G_T салмағының айналшақтын өсіндегі l_T айналшақтың біліктеріндегі теңгеруші моменттерінің минималды пиктің мәндерін қамтамасыз етеу үшін шешіледі. Практикада $M_{теңг}$ - айналшақтың білігіндегі бұраушы моментінің мәндерінің шамаларын екі пиктік мәндерін салыстыру, яғни эмпирикалық жолмен анықталып жүзеге асырылады.

Айналшақтың айналушы өсінің массалар орталығынан теңгеруші салмақтың арақашықтығы бірінші жақындатылу кезінде былай анықталады:

$$OL = H_E\,(P_{жоғ} + P_{төм})/(4*G_T),$$

Мұндағы H_E – штангалар бағаналарының жүрісінің ұзындығы,$P_{жоғ}$,$P_{төм}$ – жоғары және төмен жүргендегі штангалар ілгішінің нүктесінде жүктемелер, G_T – теңгеруші салмақтын суммасы.

Мүмкін орынауыстырулар принципін қолданайық. Бір ғана еркіндік дәрежесі бар механизм жағдайында бұл принцип мына түрде жазылады:

$$\sum \delta A = 0 \qquad \sum N_i = 0$$

Біздің механизмге (екінші түрдегі рычагтың балансирдің кинематикалық схемасы) жүктемелермен звеноларға ауырлық күштері және сальниктің аузына жүктеулер әсер етеді:

G_1=2 $G_{айн}$, – айналшақтың салмағы;

G_{21}=2 $G_{тб}$, мұндағы $G_{тб}$ – бұлғақтың төменгі басының салмағы;

G_{22}= 2$G_Б$,, мұндағы $G_Б$ бұлғақ салмағы;

G_{23}=G_T –маңдайша салмағы;

G_{31}= G_{TT} – балансирдегі маңдайша тірегінің салмағы;

G_{32}=$G_б$ – балансир салмағы;

G_{33}=$G_{бб}$ –балансир басының салмағы;

G_Q –сұйықтың салмағы;

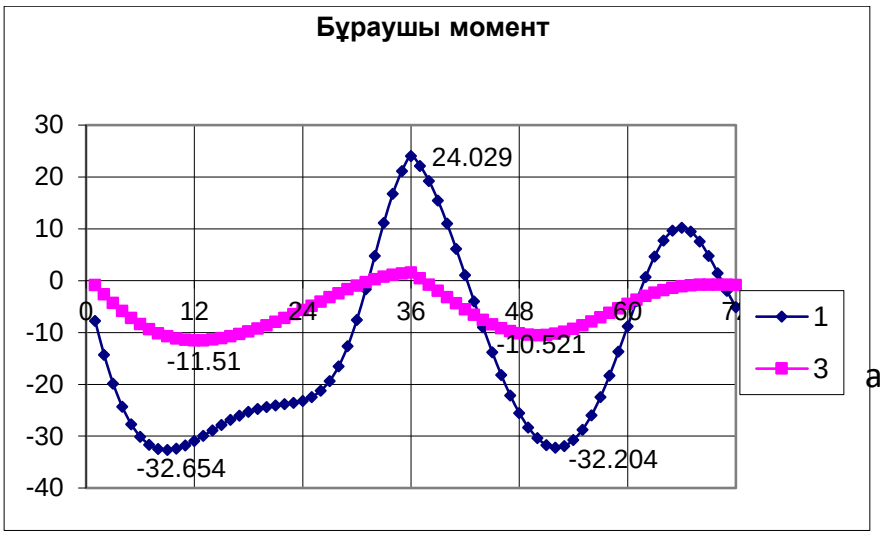
G_T –теңгеруші салмақ;

Мүмкін орынауыстыру принципі бойынша осы күштердің қуаты нөлге тең. Біздің есеп үшін қуаттар қосындысы:

$$\overline{G}_{айн}\overline{V}_{S_ш} + \overline{G}_{21}\overline{V}_A + \overline{G}_{22}\overline{V}_{S_2} + \overline{G}_{23}\overline{V}_T + \overline{G}_{31}\overline{V}_{B_i} + \overline{G}_{32}\overline{V}_{S_3} + \overline{G}_{бб}\overline{V}_{бб} +$$
$$+ G_T\overline{V}_L + \overline{G}_Q\overline{V}_Q + M_i\omega_{айн} = 0$$

Мұнда, $\overline{V}_i$ - бұл ауырлық күштерінің нүктелеріне қатысты жылдамдықтар; $\omega_{айн}$- айналшақтын бұрыштық жылдамдығы; M – бұраушы момент(3-сурет).

Осы теңдеуден M – бұраушы моменттің мәнін табамыз.



3 сурет - Бұраушы моменттің өзгерісі (кНм)

1 – n=6,8 об/мин, r=1,195 м.

3 – n=6,8 об/мин, r=0,570 м.

$P_В$ = 80 кН, $P_Н$ = 53 кН

Әдебиеттер:

1. Г.В.Молчанов, А.Г. Молчанов Машины и обороудование для добычи нефти и газа Москва «Недра», 2006г.

2. S. Ibraev, N. Imanbaeva, A. Nurmaganbetova Computerized modeling of kinematics and kineto-statics of sucker-rod pump power units Engineering for rural development, Vol. 16, pp. 904-909 2017 ISSN: 1691-5976 (Thomson Reuters, IF=0.436) ELSEVIER (SCOPUS)

3. Н.С. Иманбаева, А.Т. Нурмаганбетова Оптимизация схемы привода двухконтурных механизмов высоких класса Вестник КазГАСА №3(65), 2017 –С.99-104.(импакт-фактор по данным Казахстанской базы цитирования – 0,03)

4. S. Ibraev, N. Imanbaeva, A. Nurmaganbetova, A. Rahmatullina «Optimal design of leading kinematical chain of eight linked planar load lifting linkage» / Advanses in Natural and Applied Sciences 8(4) April 2014, Pages 275-278.

Б.Ж. Кожагельдиев, Б.М. Әбілхайыр

Исследование кинематики и уравновешивания преобразующего механизма станка-качалки с двуплечим балансиром.

Резюме: В этой статье полностью делаем кинематический анализ преобразующего механизма станка-качалки. Рассматриваем кинематическую схему механизма, как простой кривошипно-шатунный механизм, так как в схеме механизма кривошип и шатун соединены через траверсу. Анализируя кинематическую схему находим нужные законы методом тригонометрического преобразования или графическим способом. С помощью анализа кинематической схемы механизма изучаем уравновешивания механизма.

Ключевые слова: преобразующий механизм, кинематика, кривошип, шатун, двуплечий станок-качалка, штанговая насосная установка.

B. Kozhageldiyev, B.M. Abulkhair

Research of kinematics and balancing the transforming mechanism of drive of Barbell Pumping Options with a two-ram balancer.

Abstract: In this article, we make a complete kinematic analysis of the transforming mechanism of the rocking machine. We consider the kinematic scheme of the mechanism as a simple crank mechanism, as in the scheme of the mechanism crank and connecting rod are connected through a traverse. Analyzing kinematics find the laws by the method of trigonometric transform, or graphically. By analyzing the kinematic scheme of the mechanism, we study the equilibration of the mechanism.

Keywords: a transforming mechanism, a kinematics, a crank, a connecting rod, a two-ram balancer, Barbell Pumping Options.

УДК 536.2:532/533; 532.72; 66.021.3; 621.472

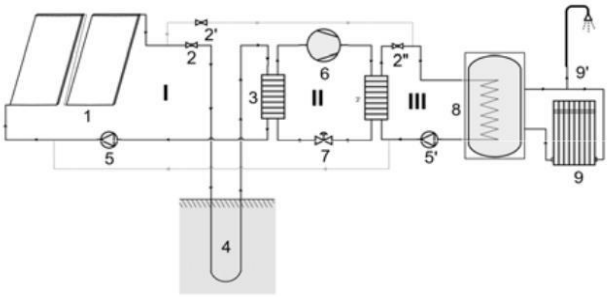
Б.Ж. Кожагельдиев, Е. Омар
Ғылыми жетекші – Е. К. Беляев, Ассоц. профессор, доктор Ph.D.
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Қазақстан, Алматы қаласы.
yerzhan.belyayev@gmail.com

КҮН ЖӘНЕ ЖЕР ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН ҚОЛДАНАТЫН ГИБРИДТІ ЖЫЛУ СОРҒЫЛАРЫНЫҢ ЖЫЛУ ПРОЦЕСТЕРІН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУІ

Аңдатпа. *Бұл жұмыста Қазақстанның қысқы ауа-райында күн-геотермальды гибридті жылу сорғыларының жылу көрсеткіштерін болжау үшін сандық энергия теңгерімінің үлгісі ұсынылған. Сандық модельдеу жыл бойы континенталды климат жағдайында орындалды. Энергия теңгерімінің моделі термодинамиканың бірінші заңы негізінде жасалған. Ұсынылған жылу сорғының конфигурациясы күн сәулесі сағаттарында және күн сәулесінің сағаттарында геотермалдық модельде күн режимінде жұмыс істейді. Сонымен қатар, күн және геотермальды көздер жеткіліксіз болған кезде буландырғыш жүктемесін қанағаттандыру үшін күн жүйесіндегі гибридтік модельде жұмыс істейді. Кәдімгі геотермиялық көздер мен күн-жерге гибридті көзді жылу сорғысы конфигурациялары арасындағы энергия өнімділігін салыстыру жүргізілді. Күн қарқындылығының, қоршаған ортаның температурасының, жылу сорғының жұмыс температурасының әсері талқыланады.*

Түйінді сөздер: *гибридті жылу сорғысы; Жылу беру; Сандық модельдеу.*

Кеңістікті жылыту және тұрмыстық ыстық суды қолдану үшін қолданылатын күн-геотермалдық көзі гибридті жылу сорғысының (КГКГЖС) схемалық көрінісі 1-суретте көрсетілген. КГКГЖС үш тізбектен тұрады, атап айтқанда, күн және геотермальды гибридті көз тізбегі I, жылу сорғысы II және суды жылыту III. Жылу сорғысының II тізбегі барлық компоненттерден тұрады, мысалы, компрессор (6), конденсатор (3), кеңейту клапаны (7) және пластинаның түріндегі буландырғыш (3'). Бұдан басқа, бақылау әйнегі, сұйықтықты қабылдағыш, фильтр-құрғақтағыш жүйенің жұмысын жақсарту үшін қолданады. Жүйенің жұмыс параметрлерін бақылау үшін қысым мен температура өлшеуіш элементтері пайдаланылды. Күн-геотермальды тізбек I екі күн термиялық коллекторлардан, геотермиялық жылу алмастырғыштардан (4), екі центрифугалы сорғылардан (5), (5') және соленоидті ағындарды басқару клапандарынан (2), (2'), (2'') тұрады. Ыстық су схемасы III сорғы (5'), ыстық су сақтау резервуары (8), пластина түріндегі жылу алмастырғыш (3'), бөлме радиаторлары (9) және ыстық суды (9') құрайды.



1 сурет - Күн-геотермальды гибридті көздің жылу сорғысы

Жүйе келесі екі режимде жұмыс істейді: (I) күн жылу режимі және (II) жерасты гибридті жылу сорғысы режимі. Күннің жылу режимінде күн жинағыштары арқылы жиналған күн

энергиясын тікелей ауысады және ыстық су сақтау қоймасында тұрмыстық су жылыту және этиленгликолды қолдану арқылы жылыту үшін сақталады. Жылу сорғысы режимінде этиленгликоль күн энергиясын жинау үшін күн энергиясын жинаушылар арқылы таратылады және геотермалдық энергияны алу үшін геотермалдық жылу алмастырғыштар арқылы таратылады. Біріктірілген күн-геотермальды гибридті көз жылу сорғының буландырғышында қолданылады.

Математикалық модельде үш негізгі теңдеулер бар: күн панелінің термалды коллекторы үшін екі өлшемді жылу беру теңдеуі (1), негізгі тақтаны және мыс катушканы қамтиды; күн коллекторының түтігінде (8) жылу тасымалдағыш сұйықтығы (антифриз) және тігінен геотермальды көзді жылу алмастырғышта (9) жылу энергиясын сақтау теңдеулері.

Жылу жинағыштың екі өлшемді жылу теңдеуі. Жылу қорытқышы екі элементтен тұрады: мыс катушкасы, мыс пластинасы. Байланыс бетіндегі жылу кедергісін елемей, осы екі элементтің температурасы кез келген анықтамалық көлемде бірдей деп есептеледі. Әрбір бақылау көлемінің жылу өткізгіштік теңдеуі концентрацияланған массасы m_c ерекше жылу C_c және жылу өткізгіштік λ_c түрінде жазылады:

$$m_c C_c \frac{\partial T_c}{\partial t} = G(\tau\beta)_c A_c + \alpha_{a-c} A_c (T_a - T_c) + \alpha_{r,a-c} A_c (T_{sky} - T_c) + \alpha_f A_f (T_f - T_c) + \\ + A_c \frac{T_a - T_c}{R_b} + \lambda_{c,y} l_{c,y} A_c \frac{\partial^2 T_c}{\partial y^2} + \lambda_{c,z} l_{c,z} A_c \frac{\partial^2 T_c}{\partial z^2} \quad (1)$$

мұнда, G – күн радиациясы; (τβ) – термалды коллектордың тиімді сіңірілуі; $\alpha_{a\text{-}c}$ және $\alpha_{r,a\text{-}c}$ – коллектор мен қоршаған орта арасындағы жылулық конвективтік және радиациялық жылу коэффициенттері; R_b – жылу коллекторының және қоршаған орта арасындағы артқы жағы арасындағы жылу кедергісі; $l_{c,y}$ және $l_{c,z}$ – тиісінше Y және Z бағыттары бойынша тиімді қалыңдығы.

Жоғарыда келтірілген параметрлер:

$$(\tau\beta)_c = \frac{\tau_c \beta_c}{1-(1-\beta_c)\cdot r} \quad (2)$$

$$\alpha_{a-c} = 2.8 + 3.0 \cdot u_{wind} \quad (3)$$

$$\alpha_{r,a-c} = \varepsilon_c \sigma (T_c^2 + T_{sky}^2)(T_c + T_{sky}) \quad (4)$$

мұндағы, $(\tau\beta)_c$ – күн коллекторының абсорберді сіңіргіштігі; τ_c және r – абсорбердің өткізгіштігі мен көрсететін қабілетін; u_{wind} – желдің жылдамдығы; T_{sky} – аспан температурасы, ол анықталды:

$$T_{sky} = 0.0552 T_a^{1.5} \quad (5)$$

$$\tau_c = \frac{1-r}{1+r} \quad (6)$$

$$r = \frac{\sin^2(\theta_1 - \theta_2)}{\sin^2(\theta_1 + \theta_2)} + \frac{\tan^2(\theta_1 - \theta_2)}{\tan^2(\theta_1 + \theta_2)} \quad (7)$$

мұндағы, θ_1 және θ_2 – күн сәулелерінің жиіліктері мен сынуы бұрыштары.

Жұмысшы сұйықтықты буландырғыштың және геотермалды жылу алмастырғыштың түтікшелерінде беру процесі сұйықтықтың энергиясын сақтау заңдарына негізделген жартылай дифференциалдық теңдеулердің математикалық жүйесімен сипатталуы мүмкін. Мынадай болжамдар жасалды:

- жұмыс сұйықтық ағымы бір өлшемді және сығылмайтын;

- энергия теңдеуіндегі кинетикалық және потенциалды энергияның өзгеруі ескерілмейді.

Жоғарыда келтірілген болжамдарға сәйкес, жұмыс сұйықтығының ағынын оңайлатылған үлгі ретінде келесідей жазуға болады:

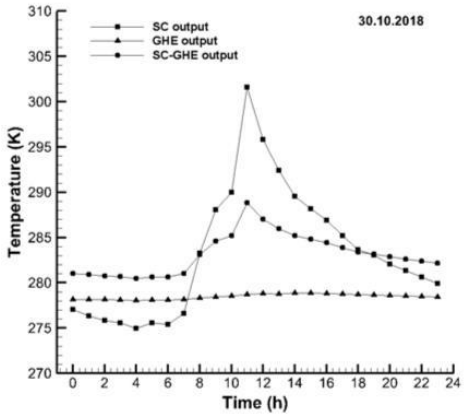
$$m_f C_f \frac{\partial T_f}{\partial t} + m_f C_f u \frac{\partial T_f}{\partial z} = A_f \alpha_f \left(T_c - T_f\right) \tag{8}$$

$$m_f C_f \frac{\partial T_f}{\partial t} + m_f C_f u \frac{\partial T_f}{\partial z} = A_f \frac{\left(T_g - T_f\right)}{R_{g-f}} \tag{9}$$

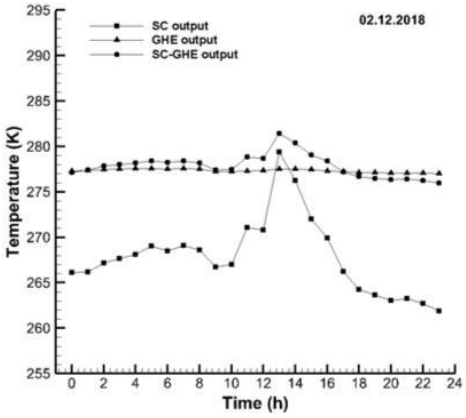
мұндағы, m_f – сұйықтықтың массасы, C_f – тән жылу, күн коллекторының түтігінде түтіндік коэффициенті, $R_{g\text{-}f}$ – жұмыс сұйықтығы мен қоршаған ортаға (жерге) жылу кедергісі.

$$R_{g-f} = \frac{l_{U-pipe}}{\lambda_{U-pipe}} \tag{10}$$

мұнда, $l_{\text{u-pipe}}$ – құбыр қабырғасының қалыңдығы, $\lambda_{\text{u-pipe}}$ – құбыр қабырғасының жылулық өткізгіштік. жылу алмастырғыштың жұмыс сұйықтығы мен жердегі температурасы өзгереді. Құбыр қабырғасының жылу балансының теңдеуін бөлек есептеудің орнына, құбыр қабырғасының топырақ пен жұмыс сұйықтығы арасындағы жылу алмасуына әсері термиялық кедергі коэффициенті (10) арқылы ескерілді.



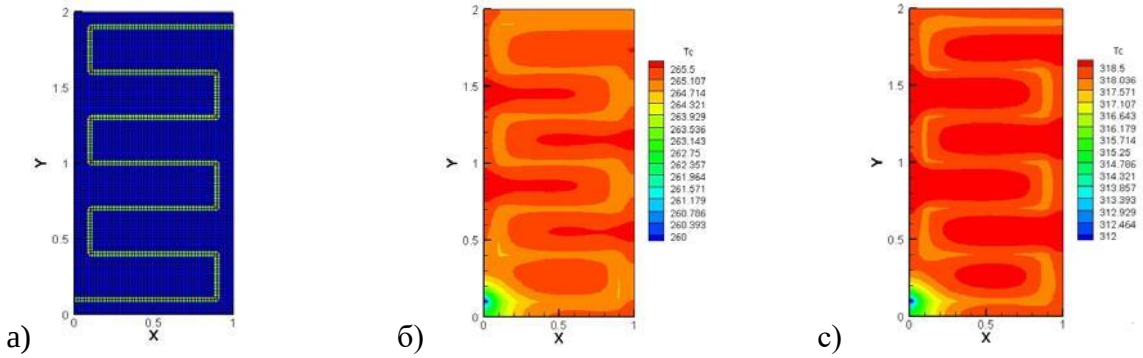
2 сурет - Күн және геотермиялық коллекторлардағы жұмыс сұйықтығының температурасы (30.10.2018)



3 сурет - Күн және геотермиялық коллекторлардағы жұмыс сұйықтығының температурасы (02.12.2018)

2-3-суреттен күн коллекторының шығысындағы жұмыс сұйықтығының температурасы қоршаған ортаның температурасына және күн радиациясына байланысты екенін көруге болады. Сонымен қатар, жұмыс істейтін сұйықтық температурасы геотермалдық көздің жылу алмастырғыштарындағы шығыс бөлме температурасына тәуелді емес. Жер коллекторы мен күн коллекторын дәйектілікпен пайдалану күндізгі уақытта күн энергиясын шектен тыс жерге жібереді, күн энергиясының жоқтығы (түнгі уақытта) болмаса, жылу сорғыш буландырғыш үшін пайдаланылады. Жоғары температуралық сығымдаудың тиімділігі жоғары, қыздыру схемасында (кеңістіктік жылу және сумен жабдықтау) жылу сорғыларында және +50-60ºС жоғары температура алу үшін, хладагент булануы үшін оң температура +5-10ºС болады. Сондықтан, континенталды климаттық жағдайларда жылуды сорғыш буландырғышына екі төменгі жылу көздерінің – күн және жерге қосуға арналған жиынтықтарды пайдалану ұсынылады.

Күн радиациясының термиялық коллекторының абсорбер пластинасында температураны бөлудің екі өлшемді нәтижелері келтірілген. Тордың өлшемі 50х100 (4-сурет).



а) б) с)

4 сурет - Күн жылу жинағышының абсорберлік тақтасында температураны бөлу (а – сандық жүйе, б – қаңтар айы, с – шілде айы)

Әдебиеттер:

1. Mohanraj, M., Belyayev, Ye., Jayaraj, S., Kaltayev, A. Research and developments on solar assisted compression heat pump systems - A comprehensive review (Part A: Modeling and modifications). Renewable and Sustainable Energy Reviews 83, (2018).

2. Yang, W., Zhang, H., Liang X. Experimental performance evaluation and parametric study of a solar-ground source heat pump system operated in heating modes. Energy 149, (2018).

3. Kayaci, N., Demir, H. Numerical modelling of transient soil temperature distribution for horizontal ground heat exchanger of ground source heat pump. Geothermics 73, (2018).

Б.Ж. Кожагельдиев, Е. Омар

Численное моделирование теплопередачи солнечно-геотермального гибридного источника теплового насоса в климате Казахстана

Резюме: В данной работе была предложена численная модель энергетического баланса для прогнозирования тепловых характеристик солнечно-геотермальных гибридных тепловых насосов-источников в зимнем климате Казахстана. Численное моделирование проводилось для круглогодичных континентальных климатических условий. Модель энергетического баланса была разработана на основе первого закона термодинамики. Предлагаемая конфигурация теплового насоса работает в солнечном режиме в солнечные часы, а геотермальная модель - в нерабочее время. Кроме того, система работает в солнечно-геотермальной гибридной модели, чтобы удовлетворить нагрузку испарителя при недостаточной доступности солнечных и геотермальных источников. Проведено сравнение энергетических характеристик между традиционными конфигурациями теплового насоса с геотермальным источником и гибридным источником солнечной энергии. Обсуждается влияние интенсивности солнечного излучения, температуры окружающей среды, рабочих температур теплового насоса.

Ключевые слова: Солнечно-геотермальный источник гибридного теплового насоса; Теплопередача; Численное моделирование.

B. Kozhageldiyev, Ye. Omar

Numerical heat transfer simulation of solar-geothermal hybrid source heat pump in Kazakhstan climates

Summary: A numerical energy balance model has been proposed in this work for predicting the thermal performances of solar-geothermal hybrid source heat pumps in winter climates of Kazakhstan. The numerical simulation was performed for the year round continental climate conditions. The energy balance model has been developed based on first law of thermodynamics. The proposed heat pump configuration is working in solar mode during sunshine hours and geothermal model during off sunshine hours. Moreover, the system is operating in solar-geothermal hybrid model to meet the evaporator load during insufficient availability of solar and geothermal sources. The energy performance comparison between conventional geothermal source and solar-ground hybrid source heat pump configurations has been made. The influences of solar intensity, ambient temperature, heat pump operating temperatures are discussed.

Keywords: Solar-geothermal source hybrid heat pump; Heat transfer; Numerical simulation.

УДК 621.01

Р.Қ.Құдайберлі
Ғылыми жетекші – Н.С. Иманбаева, ассистент профессор, т.ғ.к.
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Қазақстан, Алматы қаласы
imanbaevan@mail.ru

ЖҰМЫС НҮКТЕСІНІҢ БЕРІЛГЕН ҚОЗҒАЛЫСЫ АРҚЫЛЫ ЖАЗЫҚ МАНИПУЛЯТОР МЕХАНИЗМІ ЗВЕНОЛАРЫНЫҢ БҰРЫШТЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. *Мақалада жазық манипулятор механизмінің кинематикалық сұлбасын жазық механизм ретінде қарастырамыз. Манипулятордың жұмыс нүктесінің қозғалыс теңдеуі координаталық тәсілмен беріледі. Механизм звеноларының бұрыштық сипатамаларын анықтау үшін, тұйықталған векторлық контурлар тәсілін пайдаланамыз. Манипулятор сұлбасын екі тұйық векторлық контурға жіктейміз. Алынған контурларды декарттық координаталар жүйесіне проекциялап, кинематика есебін шешеміз. Нәтижесінде манипулятордың барлық бұрыштық сипаттамалары уақытқа тәуелді функция ретінде анықтаймыз. Компьютерлік моделін құру арқылы сандық шешімдерін, параметрлердің уақытқа тәуелді графиктерін аламыз.*

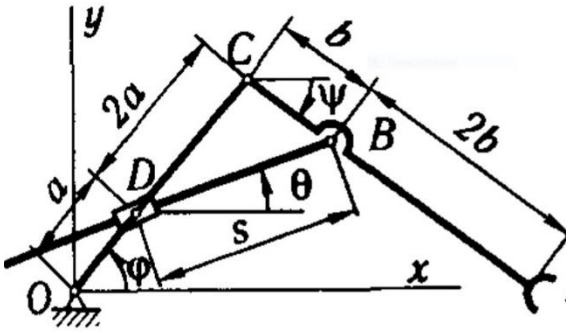
Түйінді сөздер: *кинематика, манипулятор, бұрыштық сипаттамалар, векторлық контур, компьютерлік модель.*

Робот манипуляторының механизмі, жазық механизм болып табылады (1-сурет). Осы құрылғының байланыстары А нүктесінде ұстап тұратын «механикалық қол» құрайды.

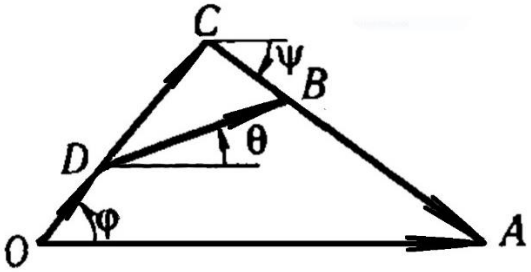
Декарттық координат жүйесінде А нүктесінің қозғалыс теңдеуі белгілі. А нүктесінің қозғалысы 2 секундқа созылады.

Осы уақыт аралығында біз φ, ψ, θ және s қашықтығын анықтаймыз. Сондай-ақ, бұрыштық жылдамдықтарын және бұрыштық үдеулерін және Д нүктесіне байланысты салыстырмалы жылдамдықтарды ṡ және үдеуін ds · есептеп шығарамыз. Барлық есептеулер 0 мен 2 секунд аралығындағы уақыт аралығы үшін Δt = 0.2 с қадамымен орындалады.

Суретте бұрыштар, ψ, θ және s қашықтығы көрсетілген. Мысалы, бұрыштардың бастапқы мәндері φ = φ0, ψ = ψ0 белгілі.



1 сурет - Жазық манипулятор сұлбасы



2 сурет - Механизм сұлбасын векторлық контурларға бөлу

1 суретте манипулятордың механизмі және бұрыштардың φ, ψ, θ және s қашықтығы үшін оң бағыттары көрсетілген. Сілтеме өлшемдері (м): a=0.28, b=0.34.

Манипулятордың жұмыс нүктесі (А нүктесі) келесі заңдылықпен қозғалады.

$$\begin{aligned} x_A &= 1.3213м \\ y_A &= -0.0122 + 0.3t \end{aligned} \quad (1)$$

Ағым 2 с.

Бастапқы уақытта (t=0)

$$\phi = \phi_0 = 50^0, \quad \psi = \psi_0 = 40^0$$

Механизмнің кез-келген позициясына келесі векторлық контурларды қарастырамыз (2 сурет):

$$\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{OC} + \overrightarrow{CA} \quad (2)$$
$$\left|\overrightarrow{OC}\right| = 3a = const, \quad \left|\overrightarrow{CA}\right| = 3b = const$$

$$\overrightarrow{DB} = \overrightarrow{DC} + \overrightarrow{CB} \quad (3)$$
$$\left|\overrightarrow{CB}\right| = b = const, \quad \left|\overrightarrow{DC}\right| = 2a = const$$

Координаталарға проекциясы(2):

$$\begin{cases} x_A = 3 * a * \cos\phi + 3 * b * \cos\psi \\ y_A = 3 * a * \sin\phi - 3 * b * \sin\psi \end{cases} \quad (4)$$

(4) теңдеуден t-уақыт бойынша туынды аламыз:

$$\begin{cases} -3 * a * \sin\phi * \dot{\phi} - 3 * b * \sin\psi * \dot{\psi} = 0 \\ 3 * a * \cos\phi * \dot{\phi} - 3 * b * \cos\psi * \dot{\psi} = 0.3 \end{cases} \quad (4)'$$

Осы теңдеулерді шеше отырып, ОС және СА звеносының бұрыштық жылдамдықтарын анықтаймыз:

$$\dot{\phi} = 0,23; \quad \dot{\psi} = -0,22$$

(4)' теңдеуінен тағы да уақыт бойынша туынды алсақ:

$$\begin{cases} -3 * a * \sin\phi * \ddot{\phi} - 3 * b * \sin\psi * \ddot{\psi} = 3 * a * \cos\phi * \dot{\phi}^2 + 3 * b * \cos\psi * \dot{\psi}^2 \\ 3 * a * \cos\phi * \ddot{\phi} - 3 * b * \cos\psi * \ddot{\psi} = 3 * a * \sin\phi * \dot{\phi}^2 - 3 * b * \sin\psi * \dot{\psi}^2 \end{cases} \quad (4)''$$

Бұл теңдеулерді шешу арқылы ОС және СА звеносының бұрыштық үдеулері анықталады

$$\ddot{\phi} = -0.06; \quad \ddot{\psi} = -0.04$$

(3) векторлық контурды координата осьтеріне проекцияласақ:

$$\begin{cases} s * \cos\theta = 2 * a * \cos\phi + b * \cos\psi, \\ s * \sin\theta = 2 * a * \sin\phi - b * \sin\psi \end{cases} \quad (5)$$

t=0 уақытындағы S және θ параметрлерін анықтаймыз:

$$\begin{cases} \left(s * \cos\theta\right)^2 = \left(2 * a * \cos\phi + b * \cos\psi\right)^2, \\ \left(s * \sin\theta\right)^2 = \left(2 * a * \sin\phi - b * \sin\psi\right)^2 \end{cases}$$

$s^2 = b^2 + 4 * a^2 - 4 * a * b * \cos\left(180 - \phi - \psi\right)$, отсюда s=0.6551

(5) жүйедегі бірінші теңдеуді екіншісіне бөліп, анықтаймыз:

$$tg\theta_0 = \frac{2*a*\sin\phi - b*\sin\psi}{2*a*\cos\phi + b*\cos\psi} = 0.3387, \quad \theta_0 = 18.7^0$$

Уақыт бойынша (5) теңдеулерді дифференциалдаймыз:

$$\begin{cases} -2*a*\dot{\phi}*\sin\phi - b*\dot{\psi}*\sin\psi + s*\sin\theta*\dot{\theta} - \dot{s}*\cos\theta = 0, \\ 2*a*\dot{\phi}*\cos\phi - b*\dot{\psi}*\cos\psi - s*\cos\theta*\dot{\theta} - \dot{s}*\sin\theta = 0 \end{cases} \quad (5)'$$

Осы теңдеулерді шеше отырып DB звеносының бұрыштық жылдамдығы мен ұзындығының өзгеру жылдамдығын анықтаймыз:

$$\dot{\theta} = 0.2285; \quad \dot{s} = -0.0013$$

Уақыт бойынша(5) ’ теңдеулерді дифференциалдасақ:

$$\begin{cases} -2*a*\ddot{\phi}*\sin\phi - b*\ddot{\psi}*\sin\psi + s*\sin\theta*\ddot{\theta} - \ddot{s}*\cos\theta = 2*a*\cos\phi*\dot{\phi}^2 + b*\dot{\psi}^2*\cos\psi - 2*\dot{s}*\dot{\theta}*\sin\theta - s*\dot{\theta}^2*\cos\theta, \\ 2*a*\ddot{\phi}*\cos\phi - b*\ddot{\psi}*\cos\psi - s*\cos\theta*\ddot{\theta} - \ddot{s}*\sin\theta = 2*a*\sin\phi*\dot{\phi}^2 - b*\dot{\psi}^2*\sin\psi + 2*\dot{s}*\dot{\theta}*\cos\theta - s*\dot{\theta}^2*\sin\theta \end{cases} \quad (5)''$$

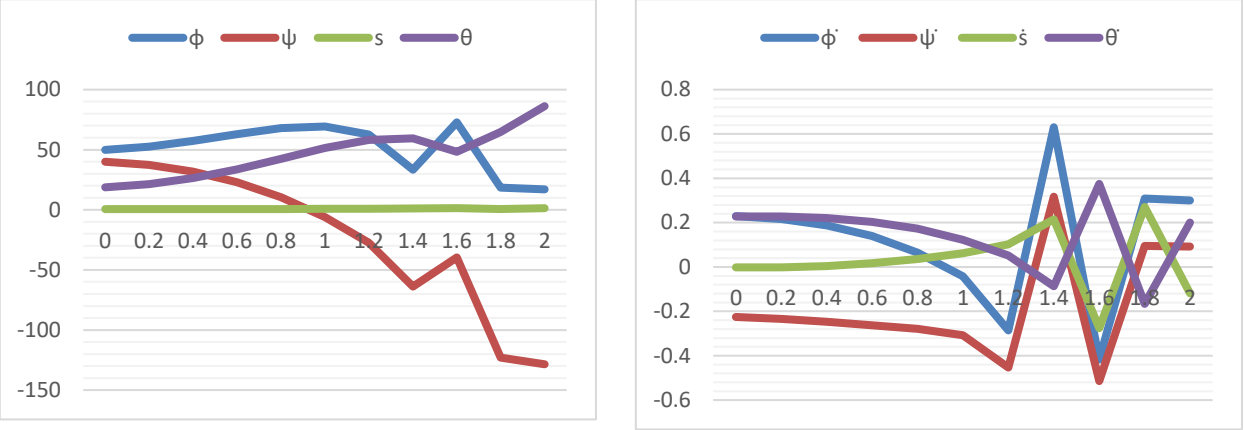
Осы теңдеулерді шеше отырып келесі параметрлерді анықтаймыз:

$$\ddot{\theta} = -0.0333; \quad \ddot{s} = 0.0305$$

Әрі қарай әр қадамды Δt =0.2 с деп алып, бұрыштық параметрлерді анықтайтын компьютерлік модель құрамыз. Программа нәтижесі 1- таблицада көрсетілген. 3-суретте манипулятордың бұрыштық харатеристикаларының уақытқа тәуелді графиктері алынған.

Таблица1

t	φ	ψ	s	θ	φ˙	ψ˙	ṡ	θ˙	φ¨	ψ¨	s¨	θ¨
0	50	40	0,655	18,71	0,2296	-0,2253	-0,0013	0,2285	-0,0616	-0,0434	0,0305	-0,0333
0,2	52,56	37,36	0,655	21,29	0,2168	-0,2335	-0,0013	0,2285	-0,0616	-0,0434	0,0305	-0,0333
0,4	57,24	31,81	0,657	26,37	0,1883	-0,2474	0,0048	0,2213	-0,0662	-0,0387	0,0326	-0,0291
0,6	63,03	22,91	0,666	33,68	0,1394	-0,2628	0,0171	0,2042	-0,0743	-0,0292	0,0348	-0,0298
0,8	68,06	10,33	0,690	42,49	0,0654	-0,2785	0,0358	0,1727	-0,0839	-0,016	0,0359	-0,0351
1	69,40	-6,082	0,744	51,38	-0,0423	-0,3081	0,0619	0,1228	-0,0942	-0,0035	0,0328	-0,0434
1,2	62,61	-27,41	0,842	58,03	-0,2852	-0,453	0,1018	0,0522	-0,1153	-0,0015	0,0207	-0,0498
1,4	33,26	-63,83	1,005	59,42	0,6303	0,3172	0,2146	-0,0862	-0,2492	-0,067	-0,0394	-0,0451
1,6	72,76	-39,66	1,298	48,21	-0,4174	-0,5144	-0,2755	0,3749	-0,1222	-0,3272	-0,1111	-0,2393
1,8	18,37	-123,0	0,622	64,67	0,3094	0,0959	0,2709	-0,1662	-0,3213	-0,1435	0,0926	0,3543
2	17,01	-128,5	1,349	86,22	0,3003	0,0925	-0,1179	0,2002	-0,0112	-0,0788	0,1058	-0,097



3 сурет - Манипулятордың бұрыштық харатеристикаларының уақытқа тәуелді графиктері

Әдебиеттер:

1. «Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для технических вузов»; Под ред. А. А. Яблонского. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1985. – 367 с., ил.

2. S. Ibraev, N. Imanbaeva, A. Nurmaganbetova Computerized modeling of kinematics and kineto-statics of sucker-rod pump power units Engineering for rural development, Vol. 16, pp. 904-909 2017 ISSN: 1691-5976 (Thomson Reuters, IF=0.436) ELSEVIER (SCOPUS)

3. Н.С. Иманбаева, А.Т. Нурмаганбетова Оптимизация схемы привода двухконтурных механизмов высоких класса Вестник КазГАСА №3(65), 2017 –С.99-104.(импакт-фактор по данным Казахстанской базы цитирования – 0,03)

К.Р. Кудайберли

Определение угловых характеристик звеньев плоского механизма манипулятора по заданному движению рабочей точки

Аннотация. В статье рассматривается кинематическая схема механизма плоского манипулятора как плоского механизма. Уравнение движения рабочей точки манипулятора задается методом координат. Для определения угловых характеристик механизма мы используем замкнутый векторный контур. Разобьем схему манипулятора на два замкнутых векторных контура. Мы решаем проекции полученного контура с помощью декартовой системы координат и решаем задачу кинематики. В результате мы определяем угловые характеристики манипулятора как зависящую от времени функцию. Создавая компьютерную модель, мы получаем цифровые решения, зависящие от времени графики параметров.

Ключевые слова: кинематика, манипулятор, угловые характеристики, векторный контур, компьютерная модель.

K.R. Kudaiberli

Determination of the angular characteristics of the links of the flat manipulator mechanism for a given movement of the operating point

Summary. The article discusses the kinematic scheme of the mechanism of a flat manipulator as a flat mechanism. The equation of motion of the working point of the manipulator is given by the method of coordinates. To determine the angular characteristics of the mechanism, we use a closed vector contour. We divide the manipulator circuit into two closed vector contours. We solve the projections of the resulting contour with the help of the Cartesian coordinate system and solve the kinematic problem. As a result, we define the angular characteristics of the manipulator as a time-dependent function. Creating a computer model, we get digital solutions, time-dependent graphics parameters.

Keywords: kinematics, manipulator, angular characteristics, vector contour, computer model**.**

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарные

Кенжалиев Б.К.
Құттықтау сөз 3
Куандыков Б.М.
Стратегия поиска новых залежей нефти и газа в Казахстане 3
Сейтмуратов Э.Ю.
Комментарии к современному состоянию минерально-сырьевой базы страны и о роли научных исследований в геологической отрасли 6

Секция «Расширение минерально-сырьевой базы - залог успеха экономики страны», подсекция 1

Акшолаков Е.Б., Тогизов К.С.
Характер распространения редкоземельных месторождений Казахстана в корах выветривания. 12
Антоненко А.А., Муратханов Д.Б.
Ванадиеносные сланцы Большого Каратау 16
Антоненко А.А., Ходжимуратова А., Дуйсенбек А.Е., Карбозова Ж.А.
К изученности экзокарста Большого Каратау 20
Байбатша А.Б., Дюсембаева К Ш., Абенова А.
Накопленные хвосты обогатительных фабрик как техногенное рудное сырье 24
Байбатша А.Б., Маманов Е.Ж., Ибраев К.О.
Перспективы использования космоснимков для прогноза полезных ископаемых 30
Баратов Р.Т.
Предварительные результаты изучения некоторых кольцевых структур Центрального Казахстана 38
Демеева М.С.
Перспективы палеозойских отложений Бузачинского свода 42
Ергалиев Г.К.
Уникальный лидер геологической науки Казахстана 47
Кобегенов О.А., Мушрапилов А.А., Жасымбеков Б.Е., Кембаев М.К.
Методика сооружения технологических скважин с применением универсального щелевого фильтра с различной гравийной обсыпкой в кожухе в условиях АО «Волковгеология» 51
Истекова С.А., Ан Е.А.
К вопросу о применение высокоразрешающей 3D сейсморазведки на рудных месторождениях Казахстана 54
Каженов М.Б.
Центр дистанционного сопровождения бурения online 62
Калитов Д.К., Завалей В.А., Кисмельева Б.Р., Калитова А.Д.
Результаты разведочных работ на геотермальные подземные воды на участке Жаркунак Жаркентского бассейна в Алматинской области Республики Казахстан 66
Кожахмет Қ.Ә., Демегенов А.М., Өмірбеков Б.Б.
Схема стратиграфий триасовых отложений Сегендинской депрессии 73
Кожахмет Қ.Ә., Құрақбаева А.Ж., Молдабекова Ш.Е.
Корреляция триасовых отложений западной части Северного Устюрта 78
Мусаев А.М., Джуманиязов Д.И., Нематуллаев С.Ю.
Значение альбитизации для концентрации редкоземельного оруденения на месторождении Урталик (Западный Узбекистан) 81
Нигматова С.А., Байшашов Б.У., Иманкулова Р.Б.
Биостратиграфическое значение кайнозойских отложении Зайсанской впадины 84
Нурмамбетов Э.И.
К 120-летию К.И. Сатпаева (Воспоминания о Каныше Имантаевиче Сатпаеве) 87
Райкулова Л. Х.
Гидрогеологическое обоснование утилизации попутно-добываемых вод (на примере полигона утилизации на месторождений Боранколь) и перспективы захоронения попутно-добываемых вод разрабатываемых углеводородных месторождений 91
Сакабеков А., Аужани Е.
Применение анализа добычи при адаптации постоянно -действующих геолого-технологических моделей к истории разработки 101

Танирбергенов А.Г., Атахан Е.Е. 106
Исследование процесса формирования солянокупольных структур в зависимости от граничных условий
Третьяков А.В.
Развитие представлений К.И. Сатпаева о перспективах древних россыпей золота в Казахстане 110
Тураева А. Д.
Особенности подсчета запасов нефти и растворенного газа в терригенных коллекторах на примере неокомского горизонта месторождения Жалгизтобе 118
Түзелбаева А.Қ., Тарасенко Г.В.
Общая характеристика и оценка нефтегазового потенциала триасовых отложений Карагиинской седловины 125
Junussov M. A., Umarbekova Z.T.
Петрографическое изучение полисульфидного минералов и углеродистых материалов Бакырчыкского золоторудного черносланцевого месторождения 129

Секция «Расширение минерально-сырьевой базы - залог успеха экономики страны», подсекция 2

Абдрахманов А., Байбатша Ә.Б.
Геологическое строение уранового месторождения Канжуган и геотехнологическая характеристика вскрытия пластов 134
Абдулаева Ж.Р., Аршамов Я.К.
Минералого – геохимические и формационно – генетические особенности рудных тел на месторождении Южное Заречное (Сырдарьинская провинция) 137
Абенов У.Ш., Селезнева В.Ю., Седышев С.А.
Роль комплексных геолого-геофизический исследований при разведке урановых месторождений гидрогенного типа для выявления геотехнологических особенностей урановых руд и вмещающих их пород и обоснования причин их влияния на неравномерную добычу (на примере месторождения Заречное Сыр-Дарьинской провинции) 140
Ажихан А.А., Каменский Н.Г., Асубаева С.К.
Использование 3D моделирования рудных тел для эффективной отработки месторождения Северный Харасан 143
Алкенова А.С., Байбатша А.Б.
О минеральном составе хвостов Балхашской обогатительной фабрики 148
Алмасов Р.Р., Джексенбаев Н.К.
Модернизация системы защиты от коррозии Магистрального газопровода (МГ) ТОО «Азиатский Газопровод» нитки «С» на участке 309-448 км 151
Алтыбаев М.И., Асанов А.М.
Геологическое строение уранового месторождения Инкай и методика проведения геологоразведочных работ 155
Ашыков Ш.С., Бекботаева А.А.
Выявление и отработка техногенных и останцовых руд на месторождении Акдала участок «Ближний» 158
Ахметова К.О., Гребенюкова Л.Н.
Изучение Семейтауского комплекса витрофиров 161
Байгереева А., Омарова Г.М.
Конодонты позднего кембрия и раннего ордовика Казахстана 165
Баймаханов Г.А., Барашева А.
Увеличение нефтеотдачи микробиологическими методами 169
Бакытжан Н., Омарова Г.М.
Циркон – как геохронометр 174
Бақытбекұлы М., Матаева Г. Ғ.
Дельбегетей массиві 177
Батырханов Р.А., Мусин А.Т.
Пневмосоққылы бұрғылау. Rc бұрғылау 183
Бейсенбиев Б.З., Селезнева В.Ю.
Геологические особенности и эффективность отработки мертвых рудных зон методам перекрытия фильтровых колон на месторождении Центральный Мынкудук 186
Дәулетұлы А., Кембаев М.К.
Особенности геологического строения участка 2 Буденновского месторождения 190

Ерназарова Д.Т., Мендыгалиев А.А., Аршамов Я.К. 194
Выбор оптимального метода подсчета вскрытых запасов урана для их многоэтажной отработки способом подземного скважинного выщелачивания на примере участка «Центральный» месторождения Мынкудук
Жанденов Р.К., Мустапаева С.Н.
Применение дополнительного химического реагента (H2O2) на руднике «Семизбай» 199
Исмагулов Ш.Б., Бекботаева А.А.
Особенности химической обработи фильтров и прифильтовых зон в геотехнологических скважинах на месторождение «Ирколь» 202
Касымбеков А.Д., Бекботаева А.А.
Особенности геологического и гидрогеологического строения Участка 4 месторождения Буденновское 205
Муңылықов А.Р., Оралбаев А.Е.
Модификация – өмір талабы 209
Мухашев А.Б., Ибраев К.О., Аршамов Я.К.
Геолого-структурные особенности формирования золотоносных кор выветривания на месторождениях Жананского рудного поля (Восточный Казахстан) 212
Тагбергенов А.Ж., Байбатша А.Б.
Перспективность полиметаллического месторождения Дюсембай для попутного извлечения редких земель 216
Тулеуов Н.К., Селезнева В.Ю.
Геолого-технологические особенности руд участка «Западный Мынкудук» и их влияние на добычу урана 222
Туменбаева М.С., Лось В.Л.
Особенности оптимизации схемы вскрытия и отработка урановых залежей на руднике «Семизбай». 225
Тунгышбаев Т.К., Бекботаева А.А.
Применение химического комплекса реагентов многофункционального назначения для увеличения межремонтного цикла геотехнологических скважин в условиях месторождения «Ирколь» 229
Тутебаев Р.К., Байсалова А.О.
Проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин способом гидросвабирования рудника «Центральный Мынкудук» 232
Шайыахмет Т.К., Байбатша А.Б.
Некоторые особенности геологического строения золоторудного месторождения Бескемпир 236
Юсуфи А., Бекботаева А.А. Muszynki A.
Петрография ультрабазитов Логарского района Афганистана 241
Ashirov Zh. Zh., Mataeva G.G.
Gold resources of East Kazakhstan region 244
Pugach Andriy M., Dereviahina Nataliia I.
Study of dynamics of deformations of foundation base in conditions of technogenic stage-by-stage underflooding of a loess massif 249

Секция «Нефтегазовая, инженерная геология и гидрогеология»

Абдрасил Г.С., Ким Д.В.
Исследование и оценка степени загрязнения подземных вод после полного затопления рудника Миргалимсай и возникновение опасных геологических процессов 254
Асқар А.Е.
Геохимическая характеристика материнских пород нижнего карбона в Кокпансорском прогибе 258
Әлиасқар И.С.
Литолого-стратиграфическая характеристика и нефтегазоносность Северо-Устюртско-Аральского осадочного бассейна 261
Бостан А.Қ.
Подбарханные линзы пресных подземных вод пустыни и способы их эксплуатации 265
Емберген Д.Е., Досхожаев А.С., Садыкова А.К.
Изучение подземных вод Каратальского р-на Алматинской области с целью комплексного проектирования систем водоснабжения в селе Кальпе 269
Жукова Т.В., Ибраимов В.М., Султанмуратов Р.С.
Особенности разведки эксплуатационных запасов трещинных подземных вод для технического водоснабжения Верхне-Андасайского золоторудного месторождения 274
Ким Д.В., Абдрасил Г.С.
Особенности строения и гидрохимическая зональность горняцкого месторождения подземных вод 278

Кулагин В.В., Макыжанова А.Т., Жакып А.Е., Нуракын А.Т.
Влияние Капшагайского водохранилища на подземный отток грунтовых вод с Шенгельдинского массива орошения 282
Кулбекова Ш.А., Альжигитова М.М.
Күнгей Алатауындағы қауіпті сырғыма аймағының туындау ерекшеліктері 287
Кульдеева Э.М., Батырбекова К.С.
Жер асты суларының қорларын жасанды түрде толықтыру кезінде ашық бассейндерде инфильтрацияны натурлы зерттеу 291
Кулумбетова Г.Е., Жолтаев Г.Ж.
Литологический состав и условия осадконакопления терригенных толщ нижнего карбона восточного борта Прикаспийской впадины 294
Қырғызбай М.Ж.,Үсенбекова С.
Оңтүстік – шығыс қазақстан үшін жерасты сулары қорларының жасанды толу процестерінің ғылыми зерттеулері құрамында репрезентативті телімдерді ұйымдастырудың гидрогеологиялық негіздері 298
Маметов Ш.Х.
Формирование залежей углеводородов в Зайсанской впадине 302
Сабыргазыева Ж.С., Назарханов Е.Р.
Изучение физико-фильтрационных свойств и водоносных горизонтов медьсодержащих руд на площади Коктас в целях построения гидродинамической модели прогноза притоков подземных вод в карьер 305
Садыкова А.К., Емберген Д.Е.
Особенности проведения гидрогеологических разведочных работ на месторождениях с глубоким залеганием водоносных горизонтов (на примере месторождения Асар в Мангыстауской области) 309
Санатбеков М.Е., Жолтаев Г.Ж.
Особенности формирования подземных вод мезо - кайнозойских отложений Алакольской впадины 313
Сапаргалиев Д.С.
О гидрогеологических условиях месторождения подземных вод Ащиколь для производственно-технического водоснабжения нефтяного месторождения Северная Трува 317
Светлакова К.Р.
Оптимизация добычи урана на месторождениях Казахстана в условиях четвертой промышленной революции 321
Тлеуова Ж.Т., Мухамеджанов М.А.
Экологические проблемы Южного Казахстана и загрязнение питьевых подземных вод 323
Тойбаева М.М.
Анализ гидрогеологических условий Арыскумского артезианского бассейна в связи с организацией технического водоснабжения объектов нефтегазового комплекса 327
Узбекгалиев Р.Х., Ходжаев Р.Г.
Перспективы нефтегазоносности триасовых отложений Южно-Мангышлакского бассейна 331
Урлешова Р.Д.
Литолого-стратиграфические особенности отложений Бузачинского нефтегазоносного района 336
Урманова Д.Э., Борисов В.Н., Завалей В.А.
Мониторинг опасных геологических процессов Заижаркуehvfvнурмамунаклийского Алатау 340
Утегенова М.А., Шайторов В.Н.
Анализ геоэкологической эффективности геофизических методов исследований на участке Балапан 344
Abdullayeva T.L.
Regional evaluation of the engineering-geological conditions of the Karatau territories and the creation of a GIS database 348
Yensepbayev T., Izart A., Baimagambetov B., Urmanova D., Amanzhol K.
Characterization of essetiels Geochemical parameters of source rocks at the eastern part of the Precaspian basin 351
Utegenova A. E., Yensepbaev T.A.
Study of gas-water inclusions of Paleozoic rocks of the Caspian syncline and the Sakmar zone of Mugodzhar 355

Секция «Проблемы научно-технического прогресса в нефтегазовой отрасли»

Абдели Д. Ж., Сейден А. Б., Рахметов О. Ж.
Определение рациональных параметров технологии подготовки пластовой воды применением фильтров из зернистых материалов с переменной крупностью частиц 360

Абдели Д.Ж., Ыскак А.С., Рахметов О.Ж., Лэй Т., Ван Ц. 364
Установление рациональных параметров процесса герметизации заколонного пространства в призабойной зоне нефтяных скважин
Абдели Д.Ж., Ыскак А.С., Рахметов О.Ж., Лэй Т., Ван Ц.
Определение оптимальных режимов и параметров технологии ограничения обводненности забоя нефтяных скважин 368
Агиманов Ж.О., Абдели Д.Ж., Жусупов К.А., Муканов А.Р.
Пути решения проблем высокой обводненности скважин на многопластовых нефтяных месторождениях АО «ПетроКазахстан Кумколь Ресорсиз» 372
Алмасов Р.Р., Джексенбаев Н.К.
Модернизация системы защиты от коррозии Магистрального газопровода (МГ) ТОО «Азиатский Газопровод» нитки «С» на участке 309-448 км 376
Алтиева А.Е., Максимова Ю.А., Жаппасбаев Б.Ж.
Исследование применимости полимерного заводнения для увеличения добычи нефти 380
Арыкпанов А.А., Жунусов Е.Б., Кульманбетова К.С., Молдабаева Г.Ж.
Повышение эффективности эксплуатации резервуарного парка ГНПС Павлодар 383
Ахымбаева Б.С., Мурзамуратов М.Ж.
Обоснование внедрения горизонтальных скважин для извлечения остаточных запасов месторождения Узень 386
Вилис А.С., Мустахимов Б.Қ.
Мұнай өндіру және тасымалдау үшін қолданылатын технологиялық сұйықтықтарды зерттеу 389
Гусенов И., Насибуллин Б.М.
Применение наноглины для улучшения технологии водоизоляции эксплуатационных скважин 391
Далабаева А.Т., Бекбауов Б.Е.
Ограничение притока воды в добывающие скважины с применением гелеобразующих составов 397
Деликешева Д.Н., Сыздыков А.Х.
Современное состояние автоматизированного мониторинга параметров бурового раствора 401
Джексенбаев Е.К., Воронина Л.В., Джексенбаев Н.К.
Эффективность применения противотурбулентных присадок в технологическом процессе перекачки нефти 405
Джексенбаев Н.К., Рахманова Э.Р., Казыбаева С.С.
Тізбекті айдау кезіндегі мұнай өнімдері қозғалысының физикалық себептері 407
Джексенбаев Н.К. Джексенбаев Е.К., Рахманова Э.Р.
Мұнай және мұнай өнімдерін құбырда айдауды тоқтатқан кездегі қоспаның түзілуімен күресу 410
Дуйсенгазыев Д.К., Исмаилова Д.А.
Основы построения модели двойной пористости в программе Eclipse 414
Жақсыбек И.Е., Мустахимов Б.Қ.
Химиялық реагенттердің көмегімен Қазақстан кен орындарының мұнай қайтарымы технологияларының модификацияларын әзірлеу 418
Жотобай Р.Р., Уатхан Е., Мықтыбай Б.Б.
Бір ұңғымамен ашылған бірнеше қабатты бөліп игеру кезіндегі пакерлердің атқаратын қызметі 419
Жотобай Р.Р., Уатхан Е., Идрисова Д.Г.
Ауыр мұнайлы кен орындары мен сарқылған мұнай кен орындарын микробиологиялық әдіспен өндіру технологиясы 423
Имансакипова Н.Б., Иргибаев Т.И., Бакешева А.Т.
Влияние процессов образования газовоздушных скоплений на эффективность работы нефтепровода 427
Имансакипова З.Б., Ковалева Е.А., Бекбауов Б.Е.
Моделирование технологий изоляции водопритоков и водоотведения в призабойной зоне нефтяных скважин 430
Бакешева А.Т., Иргибаев Т.И., Имансакипова Н.Б.
Анализ причин аварийных ситуаций на газопроводах 435
Каиргазы М.К., Исимов С. Молдабаева Г.Ж.
Особенности конструирования элементов вертикальных стальных резервуаров 439
Момбеков Б., Ким Л., Алихан Ж.
Контроль осаждения парафина с использованием различных лакокрасочных материалов 442
Ким В.Г.
Гидродинамические методы исследований скважин, работающих при забойном давлении ниже давления насыщения 447
Логвиненко А.В., Сыздыков А.Х.
Применение химических растворителей для добычи высоковязких нефтей 450

Марковская М., Жумагулов А., Молдабаева Г.Ж. 454
Выбор оптимального температурного режима трубопроводного транспорта высоковязкой и высокозастывающей нефти
Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Дәуренбеков Ж.С.
Анализ эффективности и регулирование реализуемой системы разработки месторождения Айранкуль 457
Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Дәуренбеков Ж.С.
Исследование состава и свойства пластовых флюидов месторождения Тереньузек 460
Мұқашева Ғ.С., Мустахимов Б.Қ.
Қазақстанның мұнай-газ саласы кәсіпорнына шығарылатын газ тазалау технологиясының модификациясын әзірлеу 465
Новикова А.В.
Успешное использование роторно-управляемой системы при бурении наклонно-направленной скважины в Атырауской области 466
Сейтжанов А.К.
Альтернативный способ подогрева нефти в трубопроводе 469
Серғали Ә.Ж., Омарбеков Ұ.Б.
Осциллятор турбулизатор — мұнай ұңғымаларының көлденең учаскелерінде, ұңғымада үйкеліс күшін азайту бойынша техникалық шешім 473
Тайкулакова Г.С.
Добыча и экспорт нефти в рост социального капитала 477
Тасан К.Е., Баймухаметов М.А.
Повышение эффективности разработки месторождений с применением гидроразрыва пласта 480
Төлеубекова Т.Н., Абикешев М.Р., Азмухаметов Н.Т.
Терең бұрғылау кезіде алынатын керннің сапасын арттыру мақсатында сынамалау снарядының бөліктерін жетілдірудің басты бағыттары 483
Ускенбаев А. М., Джексенбаев Н. К.
Реконструкция и модернизация нефтепроводов ГНПС для увеличения пропускной способности 487
Хусаинова А.Р., Исмаилова Д.А., Ахымбаева Б.С.
Анализ методов воздействия на карбонатный порово-трещиноватый коллектор 490
Шиктыбаева М.Б., Исмаилова Д.А., Ахымбаева Б.С.
Особенности карбонатных естественно трещиноватых коллекторов и их моделирование 494
Шиланбаев Б.А., Балуанов Б.А., Абдели Д.Ж.
Выбор участка и обоснование применения выравнивания профиля приемистости на примере месторождения Каражанбас 497
Шынкенов А.Ж., Қорғасбеков Д.Р.
Ұңғымаларды бұрғылау үшін PDC қашауларды қолданудың технологиялық ерекшеліктері 501
Aldiyarov A., Bekbauov B.E.
History matching of reservoir simulation by optimization methods 505
Akasheva Zh.K., Assilbekov B.K., Kudaikulov A.A..
Numerical investigation of fingering formation during the flow of two immiscible fluids in a channel with different grids 509
Dairov Zh.K.
Impacts of well log data on field economics - a sensitivity study 513
Kovalyova Y.A. , Imansakipova Z.B. , Bekbauov B.E.
Various Formulations Based on Primary Variables for a Model of Two-Phase Fluid Flow in Porous Media 517
Onalbekova G.K., Bekbauov B.E.
Numerical Simulation of ASP Flooding Using a Chemical Compositional Reservoir Simulator Based on Improved Mathematical Formulation of the Energy Equation 522
Syzdykov M.K., Makhatova M.N.
Waterflooding Performance in Heterogeneous Fractured Reservoir Using Tracer Test 526
Tleumbetova K.D., Bekbauov B.E.
Development of Mathematical Model for Enhanced Coalbed Methane Recovery 530
Zhumabek M.R., Bekbauov B.E.
Numerical Analysis of Fluid Flow in Porous Media with Complex Geometries Using Finite Volume Method Unstructured Grid 534

Секция «Нефтяная и рудная геофизика»

Амиргалий А.М., Умирова Г.К.
Перспективы газонефтеносности средне-верхнепалеозойских отложений Кокпансорской впадины по данным сейсморазведки 3D и глубокого бурения 540

Акжигитова А.Е., Ахметов Е. М.
Изучение техногенных изменений геологических структур в геодинамических параметрах для инженерно-геологического мониторинга 544
Акжигитова А., Тургазинов И., Артуров Г., Абетов А.Е.
Направления и перспективы развития георадилокационных исследований в Казахстане. 546
Асирбек Н.А., Ахаткызы Д., Есполова Н.И., Шарапатов А.
Сравнительный анализ сейсмических и пространственных параметров газоносных структур Мойынкумской впадины 550
Асирбек Н.А., Канатулы М., Шарапатов А.
Геологические результаты гравиметрических и магнитометрических исследовании на Южно-Мангышлакском осадочном бассейне 554
Базархан К., Қожай Г.А., Шарапатов А.
Геофизическая характеристика ВНК, ГНК в терригенных отложениях Северо-Бузачинской структуры 559
Дуйсенова Д.А., Телагисов А.Д., Аблесенова З.Н.
Геофизические исследования при решении региональных геологических задач в Южном Казахстане 563
Зарипов Н.С., Новикова А.В.
Бурение горизонтальных скважин с использованием услуг геонавигации 567
Ержанов Е.Е., Опарин А.В.
Комплексные петрофизические и лабораторные исследования керна продуктивных горизонтов Арыскумского нефтегазоносного района 570
Исагалиева А.К.
Анализ керна и ГИС по скважинам месторождения Южноторгайской впадины 574
Конакбаев Н., Умирова Г.К.
Поисковая эффективность геофизических методов при поисках золоторудной минерализации гидротермального типа в условиях Северного Прибалхашья 578
Коломацкая О.В., Абетов А.Е.
Экстрагирование трещинных коридоров в современном программном обеспечении. 582
Муканов Д., Акжигитова А., Омирбаева А., Артуров Г., Салауатова А., Абетов А.Е.
Обоснование необходимости разработки кодекса публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ, ресурсах и запасах нефти и газа - интеграция в международное геологическое сообщество 586
Махмудулы М., Умирова Г.К., Муратова С.К.
Современные технологии проведения комплексных аэрогеофизических работ на месторождении Северного Казахстана 591
Махмудулы М., Умирова Г.К., Райнс К.
Комплексные аэрогеофизические исследования рудоперспективных районов Индии 595
Сағынбаева А.Н., Абетов А.Е.
Построение петрофизических моделей терригенных пластов-коллекторов 13-горизонта на месторождении Узень 603
Тен В.В., Истекова С.А.
Выявление оптимальных условий для заложения поисковых скважин на нефть в пределах Арыстановской площади по результатам 3D сейсморазведки 607

Секция «Инновационные техника, технологии в горном производстве»

Адамчук А.А., Молдабаев С.К.
Исследование схем внутрикарьерного транспортирования полезного ископаемого с применением межуступного перегружателя в составе циклично-поточной технологии 612
Азбеков М.Ж., С.Т. Рустемов, А. Муканов.
Ұңғымалар арасындағы қашықтықты ең қысқа кедергі сызығына байланысты өзгеруін зерттеу 615
Акилбаев Т.И., Молдабаев С.К.
Параметры схем вскрытия в зависимости от расположения перегрузочных пунктов в рабочей зоне карьера 619
Әбен Е., Молдабаев С.К.
Развитие методов проектирования глубоких карьеров с использованием цифровых технологий 623
Бейсебаев Н.Е., Тухтамов И.А., Боленов Е.М., Бегалинов А.
Влияние диаметра заряда на эффективность взрывного дробления массива горных пород 627
Боленов Е.М., Метакса Г.П, Метакса А.С., Алишева Ж.Н.
Современная технология для цифровизации горной отрасли 631
Бубнова Е.А.
Направления регулирования техногенного гидрогеологического режима 635

Дарменкулова А.Б, Н. Жалгасулы.
Перспективы переработки некондиционного сырья буроугольных месторождений казахстана 639
Заурбеков К.С, Мырзахметов Б.А.
Возможность применения водотопливных эмульсий для парогенераторных установок 644
Канагатова А.А., Бектур Б.К..Алменов Т.М.
Сравнительный анализ правовых механизмов регулирования недропользования в Казахстане, странах ближнего и дальнего зарубежья 648
Кардаш В.А., Собко Б.Е.
Обоснование эффективности новой технологической схемы отработки вскрышных пород в условиях обводнённых месторождений Украины 651
Касымбаев Е.А. Молдабаев С.К.
К выбору транспортных средств в глубоких карьерах 655
Кенжетаев Ж.С., Матаев М.М., Алтынбек А.Д., Ракишев Б.Р.
Инновационные методы интенсификации скважинной добычи урана в рудах с низкими фильтрационными характеристиками 659
Ли А.А., Бесимбаева О.Г.
Расчет устойчивости бортов карьера «Главный» 663
Ложников А.В., Собко Б.Ю.
Установление зависимости годовой производительности гидравлического экскаватора от ширины заходки при разработке россыпных месторождений 667
Луценко С.А., Близнюков В.Г.
Определение годовых объемов ликвидации отставания по вскрыше при изменении производительности карьера по руде 671
Мазур-Соцкий К.А. Бесимбаева О.Г.
Совершенствование методики мониторинга за сдвижением земной поверхности в результате ведения подземных горных работ 676
Юсупов Х.А., Отарбаев О.М.
Технология отработки руд системой разработки этажного самообрушения с искусственным днищем 680
Рустемов С.Т., Ахметканов Д.К., Долдашева А.Е.
Арақабаттық-камералы кенді бүйірден шығарып, атылыс күшімен жеткізе қазу жүйесінде кеннің құнарсыздануын зерттеу 683
Рысбеков К.Б., Калыбеков Т.
Изучение обоснования количества выемочных единиц на горных работах 687
Сарыбаев Н.О., Адамчук А.А., Молдабаев С.К.
К установлению целесообразности применения крутонаклонных конвейеров в карьерах 691
Титов Д.А., Скачков А.А, Жуков С.А.
Обеспечение симметричной работы скважинных зарядов при дифференцированном энергонасыщении породного массива 695
Токтаров А.А., Молдабаев С.К.
Моделирование границ эффективного применения комбинированных видов транспорта 699
Утянов А., Бейсенов Б., Сарыбаев Е. Мырзахметов Б.А.
Стенд для исследования характеристик тандемных насосных установок 703
Хайруллаев Н.Б., Абен Е.Х.
Исследование влияния температуры электролита на интенсивность выщелачивания металла 706
Чебанов М.А., Собко Б.Е.
Перспективы применения экскаватора драглайна в комплексе с автосамосвалами для разработки месторождений с сложными гидрогеологическими условиями 709
Швец Д.В., Четверик М.С.
Методические подходы определения граничной глубины карьера при его доработке, используя принципы моделирования развития
открытых горных работ 713
Шустов А.А., Дриженко А.Ю.
Разработка высокоэффективной технологии комплексного использования полезных ископаемых при разработке глубоких буроугольных месторождений 717

Секция «Инновации в области металлургии и обогащения»

Акбаров М.С., Чернышова О.В., Усольцева Г.А., Акчил А., Буранов Т.Т.
Изучение электрохимических процессов при переработке оловосодержащих припоев с использованием электролита на основе едкого калия 721

Дуйсенбай А.Б., Байгенженов О.С. 725
Асбест өндірісі қалдықтарын шаймалау процесінде алынған ерітіндіден никельді ДИ2ЭГФҚ экстрагентімен экстракциялау
Есенгазиев А.М., Онаев М.И., Ультаракова А.А., Улдаханов О.Х.
Переработка хлоридных отходов титаномагниевого производства 728
Жекенбай А.К., Алтмышбаева А.Ж., Байконурова А.О., Маркаметова М.С., Усольцева Г.А.
Изучение условий синтеза ксерогеля ванадия 733
Жолдатаев В.М.
Опыт промышленной эксплутации биполярных электролизеров 736
Карелин В.А., Сазонов А.В., Карелина Н.В.
Ультразвуковая обработка титан-циркониевых россыпей 740
Қожабеков Р.Р., Чепуштанова Т.А.
Изучение процесса сульфидирования окисленных минералов цветных металлов в присутствии пирита 743
Магомедов Д.Р., Койжанова А.К.
Выщелачивание золота из хвостов сорбции с использованием поверхностно-активных веществ и окислителей 747
Мамбетжанова А.М., Болотова Л.С., Мамырбаева К.К., Луганов В.А.
Гидродинамические характеристики окомкованной медно-никелевой руды 751
Мамырбаева К.К., Бакберген Ж., Магомедов Д.Р.
Изучение извлечения золота цианированием из окисленной руды 754
Найманбаев М.А., Лохова Н.Г., Балтабекова Ж.А., Касымжанов К.К., Кенжалиев Б.К.
Извлечение редкоземельных металлов в продукционный раствор из отхода производства фосфорной кислоты 758
Осеров Т.Б., Мухаметтусупов Д.Е., Гусейнова Г.Д.
Механохимический метод синтезирования полисульфида натрия 762
Палеха С.А., Смаилов С.А.
Повышение эффективности десульфурации на агрегате печь-ковш 767
Сарсембеков Т.К.
Перспективы комплексной переработки Сатпаевского ильменитового концентрата 770
Суримбаев Б.Н., Байконурова А.О., Баимбетов Б.С., Усольцева Г.А.
Термодинамическое обоснование применения уксусной кислоты в качестве активатора цианидного выщелачивания золотосодержащего сырья 775
Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Бостандыков А.М., Барменшинова М.Б.
Разработка технологии обогащения окисленных свинцово-баритовых руд с использованием гравитационных процессов обогащения 779
Улдаханов Ө.Х., Мамырбаева К.Қ., Бақберген Ж.
Мысты экстракциямен бөліп алуда үшінші фазаның түзілуін азайтуды зерттеу 783
Шаутенов М.Р., Нурманова А.Н., Бакраева А.
Исследования по извлечению полезных компонентов из золошлаковых отходов 787
Шаутенов М.Р., Нурманова А.Н.
Аппарат для модифицирования флотационных реагентов на основе энергетических воздействий 792
Shautenov M. R., Askarova G.E., Abdirassil K.R.
Enrichment of sulfide copper-molybdenum ore and getting collective copper-molybdenum concentrate 796
M. Gradzka-Dahlke, M. Lepicka
Titanium-based composite materials for biomedical applications 799
H. Homolka, K. Dębiński, M. Grygorczuk, M. Grądzka-Dahlke
Applications of powder metallurgy in high entropy alloys – a review 804

Секция «Роль геодезии и маркшейдерии в цифровом Казахстане»

Абенов Ә., Қырғызбаева Г.М.
Цифрлы Қазақстандағы геодезияның атқарар ролі 809
Адильбекова Л.Қ., Кыргизбаева Г.М.
Құрама тәсілмен кен игерудегі геомеханикалық процесстерді зерттеу 813
Аймбетова Г.А. Цычуева Н.Ю.
Обзор современных геодезических методов изучения геодинамических процессов 817
Айтқожаева Т., Нұрпейісова М.Б.
Алматы метрополитен аймағындағы ғимараттардың орнықтылығын бақылауда заманауи аспаптарды қолдану 821
Аталыкова Н.С., Солтабаева С.Т.
Жерге орналастыру саласында заманауи аспаптарды пайдалану 825

Аугамбаев К.К., Сейткасымов Р.А., Джангулова Г.К.
Обзор применения методики несплошных геодезических наблюдений при градостроительстве 829
Ахметжан А., Жантуева Ш.А.
Семей–ядролық полигоны территориясын мониторингтау экологиялық карталарын жасау 833
Әбен А.С., Әсетқызы А., Жакыпбек Ы.
Ғаламдық навигациялық спутниктік жүйені пайдаланумен қалалық геодезиялық тораптарды құруды зерделеу 837
Әнетов Б., Нұрпейісова М.Б.
Алматы метрокұрылысы жер асты құрылыстарының орнықтылығын бақылау 841
Бұланбаева Ә., Нұрпейісова М.Б.
Ақтоғай карьері беткейлерінің орнықтылығын GPS технологиясымен бақылау 845
Бурлибаева Ш.М., Бексеитова Р.Т.
Роль и значение геодинамики в геодезических изысканиях в зонах добычи 848
Доненбаева Н.С., Киргизбаева Д.М., Нурпеисова М.Б.
Современные геодезические методы геомониторинга недр 850
Жансейтов М.Қ., Джангулова Г.К.
Алматы қаласындағы BRT көше-жол желісін жаңартуға бағытталған инженерлік-геодезиялық ізденіс жұмыстарының технологиясын жетілдіру 854
Женибек Е.Т., Мадимарова Г.С., Жантуева Ш.А.
Жерсеріктік суреттер арқылы жағалау сызығына мониторинг жүргізу 857
Зұлхарнай Д.М., Джангулова Г.К.
«Атлетикалық қалашық» аумағын үшөлшемді үлгілеу және шынайы бейне визуализациясы 861
Камидолла Е.Ш., Нұрпейісова М.Б.
Ақжал кенішіндегі маркшейдерлік жұмыстарды замакнауи аспаптармен қамтамасыз ету 865
Канжанова А.С., Раскалиев А.С.
Қазақстандағы нақты егіншіліктің дамуы 869
Капасова А.З., Қадылбекова Х.М.
"Кентөбе" карьерінде бақылау станцияларының желісі 872
Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б.
Экологическая и промышленная безопасность освоения нефтегазовых ресурсов 876
Кидирбаев Б.И., Какимжанов Е.Х., Имансакипова Н.Б., Московчук П.А.
Факторы влияния на деформационные процессы в наземных и подземных сооружениях в зоне влияния метро 881
Кожаев Ж.Т., Спицын А.А., Чернов А.В., Шакиева Г.С.
Влияние изменения показателя преломления света с высотой на точность измерений геодезических приборов 884
Қартбаева Қ., Нұрпейісова М.Б., Өміржанова Ж.Т.
Орта Азия мен Қазақстанның геодинамикалық полигондары 888
Қуаныш Н., Қырғызбаева Г.М.
Шалқия кенорны тау жыныстарының жылжуын зерттеу 892
Мұхаметхан Б., Нұрпейісова М.Б.
Бұрғылау-жарылыс жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету 896
Низаметдинов Ф.К., Низаметдинов Н.Ф., Низаметдинов Р.Ф., Жанатұлы Е., Қадылбекова Х.М.
Подготовка высококвалифицированных специалистов Геомехаников для горнодобывающих предприятий 899
Нуракынов С.М., Байгурин Ж.Д.
Обработка и анализ спутниковых радарных данных для обнаружения участков с активно протекающими деформационными процессами на урбанизированных территориях 903
Нуржусупова А.Н., Кыргизбаева Г.М.
ЖҚЗ деректері бойынша аймақты зоналау. 907
Нұрпейісова М.Б.
«Тау-кен-металлургия» институты түлектері – Әдебиетіміз бен мәдениетіміздің мақтанышы 911
Орманбекова А.Е., Охотин А.Л., Нурпеисова М.Б.
Современные методы наблюдений за деформациями зданий и сооружений 915
Өкен А., Сайлау Б., Нұрпейісова М.Б.
Геодезияның Орта Азияда дамуы 919
Рахимбаева Д., Киргизбаева Г.М., Левин Е.
Факторы влияющие на динамику береговой линии Каспийского моря 923
Рахметулан Ж. Н., Киргизбаева Г. М.
Крупнейшие космические площадки мира 927
Сабитова С.М., Кожаев Ж. Т.
Применение новейшего геодезического оборудования в сфере кадастровых работ 929

Садыков Б.Б., Шакиева Г.С., Таукебаев О.Ж., Мустафин М.Г.
Изменение энергии горного массива по глубине 933
Садықов Б.Б., Имансакипова Б.Б., Байгурин Ж.Д., Таукебаев О.
Горно-геометрический подход цифровизации геомеханических процессов сложноструктурного месторождения 937
Сайлауова Г., Қожаев Ж.Т.
«ArcGIS» бағдарламасында Алматы қаласының 3D өлшеміндегі үлгілерін құрастыру 941
Сайлыгараева М.А., Кожаев Ж.Т.
Преимущества и недостатки применения данных ДЗЗ для обновления топографической карты масштаба 1:25 000 943
Сайын Н.М., Мадимарова Г.С.
Республикамыздағы су обьектілерінің жағдайы туралы геоақпараттық мәліметтерді өңдеу 947
Сактаганов Ш.Н., Джангулова Г.К.
Технологические схемы построения сети планового обоснования спутниковыми методами измерений для метрополитена 950
Сарсембекова З.К., Пентаев Т.П.
Автомобиль жолдарын қайта қалпына келтіруде қолданылатын сандық геодезиялық аспаптар мен технологиялардың бүгіні мен ертеңі 954
Сейтказина Г.С., Солтабаева С.Т.
Актуальные вопросы геомониторинга деформационных процессов спортивных сооружений 958
Сейткасымов Р.А., Аугамбаев К.К., Джангулова Г.К.
Инженерно геодезические изыскания в условиях плотной городской застройки 961
Сейтқазы М.М., Таукебаев О. Ж.
Шығыс Қазақстан облысын кешенді экологиялық картографиялау 964
Темирболатова Т.Т., Нукарбекова Ж.М., Солтабаева С.Т.
К вопросу изученности степени подготовленности запасов полезного ископаемого на горных предприятиях 968
Тиржанова С. Е., Кожаев Ж.Т.
Космический мониторинг сельскохозяйственных угодий в Республике Казахстан 972
Токсейтов А.К., Жантуева Ш.А.
Древневековые атласы 975
Төлеген Е.Е., Мадимарова Г.С.
Жерсеріктік навигациялық жүйелердін кен орын игеруде қолдану ерекшеліктері 978
Траисбаева А., Гапуров Д., Нұрпейісова М.Б.
Ерте заман құрылыстарындағы геодезиялық жұмыстар 982
Туреханова В.Б., Раскалиев А.С.
Применение вейвлетов второго поколения для сравнения данных GPS нивелирования с гравиметрической моделью квазигеоида 986
Турумбетов Т.А., Бексеитова Р.Т.
Геодезическое обеспечение сейсморазведочных работ с использованием GPS приемников 989
Тұрсынбек Ғ., Нұрпейісова М.Б.
Жартас карьеріндегі маркшейдерлік жұмыстарда электронды тахеометрлерді қолдану 992
Умирбаева А.Б., Нурпеисова М.Б., Омиржанова Ж.Т.
Оценка последствий заргрязнения территории с точки зрения радиационной безопасности 996
Уразалиев А.С., Кыргизбаева Г.М.
Разработка методики определения плановых координат в местной системе координат города Алматы 1001
Хамит Н.Е.
Пайдалы қазба кенорнының геологиялық карталарын құру 1005
Шалбекова А.Ө., Қырғызбаева Г.М.
Цифрлік картографиялық бейнелерді зерттеу және оларды геоақпараттық картографиялауда қолдану 1009
Altayeva A.A.
The use of satellite radar interferometry in the mining industry 1013
Taukebayev O.Zh., Sarybayev E.S., Baygurin Zh.D.
Assessment of the distribution nature of morphometric terrain 1015

Секция «Фундаментальные науки - как теоретическая и экспериментальная база генерации и трансферта высоких технологий»

Аймаганбетов К.П., Муратов Д.А., Серикканов А.С., Токмолдин Н.С., Теруков Е.И., Алмасов Н.Ж.
Смарт-шыны жасау үшін ионды плазмалық тозаңдату әдісімен алынған NiO_x және WO_x жұқа қабыршақтарының оптикалық қасиеттерін зерттеу 1020

Бисенова М.А., Бейсенов Р.Е. , Мереке А.Л., Умирзаков А.Г., Рахметов Б.А., Муратов Д.А., Айтмукан Т.
Методом импульсного лазерного осаждения получение тонких пленок оксидного материала 1023
Имаш А.А., Мустафин А.Т.
Моделирование системы, состоящей из большого числа частиц, методом молекулярной динамики 1027
Малков Е.А., Беков А.А., Момынов С.Б., Астемесова К.С., Бекмухамедов И.Б.
Отображение Пуанкаре для потенциала Хенона-Хейлеса 1032
Мереке А.Л., Бейсенов Р.Е., Умирзаков А.Г., Рахметова Б.А., Шайкенова А.А., Муратов М.А.
Получение пористого фотоанода для фотокаталитического расщепления воды 1035
Селяев В.П., Нурлыбаев Р.Е., Киселёв Н.Н., Лияскин О.В., Сангулова И.Б.
Диаграммы деформирования при сжатии и сдвиге вакуумных теплоизоляционных панелей 1038
Чекиева А.С., Кислякова Н.М., Чучвага Н.А., Токмолдин Н.С.
Исследование процессов травления в кремниевых пластинах для фотовольтаики 1043
Умирзаков А.Г., Мереке А.Л., Муратов Д.А., Ракметов Б.А., Бейсенов Р.Е.
Получение пористого анода методом горячего прессования для применения в твердооксидных топливных элементах 1047

Секция «Материаловедение и инновационные технологии перспективных наноматериалов»

Аяганов Ж.Е., Гусейнов Н.Р., Батрышев Д.Г.
Влияние толщины каталитического слоя на тип получаемых углеродных нанотрубок 1051
Аскарулы К., Азат С., Жаксыбек М.Б., Чоганбеков Д.Е., Капизов О.С.
Аморфный диоксид кремния из рисовой шелухи 1053
Әбдірахман Е.А., Паничкин А.В., Исмагулова М.Ш., Майлина Х.Р.
Электропластический эффект в сплавах титана 1058
Әжігерей С.М., Калкозова Ж.К.
Гидротермалды синтездеу әдісімен ZnS жұқа қабықшаларын алу және қасиеттерін зерттеу 1062
Әсембаева Ә.Р., Немкаева Р.Р., Гусейнов Н.Р., Рягузов А.П.
Структурные свойства тонких аморфных углеродных пленок модифицированных наночастицами палладия 1064
Бекмұрат Ф., Немкаева Р.Р., Гусейнов Н.Р., Мырзабекова М.М., Рягузов А.П.
Структура и оптические свойства A-C <IR> пленок 1068
Кәдір М.Ф., Ысқақ М.Т., Баталова М.С., Алпысбаева Б.Е.
Анодтау процесіне әсер ететін негізгі параметрлер 1073
Кейінбай С., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Бакранова Д.И., Турахун А.А., Султан А.А.
ИК-спектроскопия толстой аморфной пленки карбида кремния 1077
Ким Е.Р., Кедрук Е.Р., Гриценко Л.В.
Влияние температуры гидротермального синтеза на морфологию слоёв CdS и ZnS 1081
Копенбаева Д.Е., Кожанова Ж.Н., Калкозова Ж.К.
Химиялық жеміру әдісімен нанотекстурленген кремнийді алу 1085
Султангазина М.Н., Габдуллин М.Т., Щур Д.В., Исмаилов Д.В., Оразбаев С.А.
Дуговой синтез углеродных наноструктур в жидкой фазе 1087
Уалиханов Р.Е., Кедрук Е.Ю., Гриценко Л.В., Абдуллин Х.А.
Фотокаталитические свойства оксида цинка 1091
Федосимова А.И., Байтимбетова Б.А., Дмитриева Е.А., Лебедев И.А., Рябикин Ю.А., Темиралиев А.Т.
Увеличение отношения сигнал/шум от нанообъектов на аморфных подложках 1095

Секция «Робототехнические системы и приборостроение»

Аймуханбетов Е.А.
Разработка алгоритма работы контроллера адаптивной системы компенсации вибраций при обработке лазерным излучением 1100
Айтбакиев А.Р., Баянбай Н.А.
Методы устранения проблем помехоустойчивой обработки ЭКС 1104
Асипов И.Б., Баянбай Н.А.
Исследование принципов управления бионических протезов верхних конечностей 1108
Әшімхан Р., Өтебаев Р.М..
Кавитациялық жылу генераторының бақылау жүйесін жасау 1111
Байтукова Н.К., Макешева К.К.
Анализ возможностей автоматизации процессов очистки сточных вод 1115

Баекешев Н.А., Тусеев Е.
Свойства перовскитно структурных проводников и их применение 1117
Бауржан А.Б.
Ұста-қалыптау машинасының технологиялық параметрлерін бақылау және диагностика жүргізу 1121
Бекбай А.Т., Копесбаева А.А.
Разработка мобильного кардиоанализатора и его особенности 1125
Васин К.А., Алдияров Н.У., Едыгенов Е.К., Воронин В.В.
Применение цифровых технологий для исследования динамических и энергетических характеристик электромагнитного молота для безвзрывного разрушения горных пород 1129
Джандавлетова А.Б., Утебаев Р.М.
Современные неинавзивные методы диагностикисостояния сердечно-сосудистой системы 1134
Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ.
Бионика мен робототехникадағы жасанды бұлшық еттер 1138
Зікірбай К.Е., Бактыбаев М.К.
Автоматизированная система контроля учета коммунальных ресурсов по технологии LoRaWAN 1142
Колтун Н.А., Тумабаева А.К., Бигалиева Ж.С., Нурпеисова Д.А., Утебаев Р.М.
Разработка зарядной станции для электромобилей 1145
Көшербай М.А., Асылбекова Л.Р., Алдияров Н.У.
Разработка термоэлектрического охлаждающего устройства для локального гипотермии 1149
Назарова А.М., Туякбаев А.А.
Исследование возможности создания прибора для определения качества масла в авиационных двигателях 1153
Рахметова П.М., Властимир Н.
Анализ исследования ПЛИС в системах технического зрения 1156
Шаназар Р.К., Макешева К.К.
Особенности помех, возникающих при регистрации фонокардиограмм 1159
Тлеумагамбетов Н.С., Умирбаев Д.Е., Ожикенов К.А., Туякбаев А.А., Тулешов Е.А.
Сохранение полетной информации на случай потери черного ящика воздушного судна 1163
Issabekov Zh.N., Koval'chuk A.K., Ualievich A.N.
The study of the dynamics of the executive mechanism of the exoskeleton 1167
Koval'chuk A.K., Aldyarov N.U., Issabekov Zh. N., Ospan Zh.K..
The use of different drives in exoskeleton 1170
Tumabayeva A.K., Utebayev R.M.
Charging system for electric vehicles from alternative energy sources 1174

Секция «Инновационные технологии и оборудования в машиностроении»

Абекова А.Ж., Умиралиева А.Ж.
Исследование технологии и устройств для измельчения компактных материала 1178
Айса А.К., Байбатша А.К., Нугман Е.З.
Винтовая прокатка и ее особенности 1182
Ануарбеков Қ.А., Керимжанова М.Ф.
Альтернативная технология спекания алмазных буровых коронок 1186
Аманкельдинов А., Сакиев С., Әбдірәсіл А., Амантай Е., Оразбеков А., Жақсылық А.
SURT командасының автомобильдерін жасау кезіндегі қолданылған композитті материалдар 1188
Арап Ә.Х., Рахматулина А.Б.
Тұрқы бөлшектерінің механикалық өңдеудің технологиялық үрдісін жобалаудың өнімділігін арттыру 1191
Асқар Ж.Е., Аскаров Е.С.
Конструкция и особенности кулачково-винтового пресс-автомата 1194
Әбдіходжаев Ж.Б., Керимжанова М.Ф.
Заманауи шарлы диірмендер және олардың кемшіліктері 1198
Батжан А.С., Альпеисов А.Т.,
Пневматикалық цилиндрдің артықшылықтары мен кемшіліктері 1200
Беге Ж., Исабеков Ж.Н.
Металл кескіш құралының жаңа конструкциясы 1203
Джасинбеков О.А., Аскаров Е.С.
Существующие проблемы станочного парка Казахстана, влияющие факторы на точность 1208
Дюсебаев И.М., Аскаров Е.С.
Сравнения конструкций ветровой установки с вертикальной осью, характеристики и основные виды 1213
Жанкелді Ж.Ә.
Ұсталық және штамптау жабдықтарының даму тарихы мен маңыздылығы 1217

Жоламанов А.А., Исабеков Ж.Н. 1220
Особенности современных фрезерных станков
Ибраим Ә., Сағи Н., Ильясов Е., Құлбатыр Р., Түстікбаев М.
Сәтбаев университетінің композиционды материалдар зертханасы 1224
Ильясов А.М, Поветкин В.В.
Алмаз тәжі ұңғымасын бұрғылауды жетілдіру 1227
Камал А.М., Ермекбаева А.О.
Өңдеу процесінен тыс өңдеу құралын инженерлік талдаудың қазіргі заманғы әдістері 1231
Камаш Г.Ә., Альпеисов А.Т.
Шарлы диірмендердің қазіргі жағдайын талдау 1234
Муратова Р.А.
Электронные услуги развитие системы e-government 1238
Муртазина Б.Т., Ермекбаева А.О.
Статистические методы применяемые в оценке качества готовой продукции 1243
Мэлс М.Г, Нугман Е.З.
Шыбықтарды радиалды-ығысуда илемдеу 1247
Набиуллин Ж.Ж., Баймаханов Г.А.
Халықаралық сапа стандарттарының дамуы туралы 1250
Поветкин В.В., Сейтханов А.М.
Литературный обзор изученности вопроса надежности гидротранспортных систем 1253
Поветкин В.В, Вотс Ш., Аринова Д. Б., Аскаров Е.С.
Обоснование напряженно деформированного состояния кривошипного вала центробежно - гирационной мельницы 1258
Рахимжанов Е.Е.,Исабеков Ж.Н.
Современные способы обработки металла и заготовок резанием 1263
Сейтова А.Б., Наурызбаева А.А., Сушкова О.А.
Повышения качество работоспособности броней конусных дробилок изготовленных из новых стали 1266
Zhamalov M.E., Issabekov Zh.N.
Significant mechanical engineering industries in Kazakhstan`s rail industry 1270
Zhuman Z.Z., Askarov Z.Z.
Wind turbines with vertical axis of rotation 1274

Секция «Транспорт и транспортные технологии»

Дүйсенбек Ә.Н., Наурушев Б.К., Ибраева Ж.Е.
Параллельді манипуляторлардың көмегімен полиграфиялық тигельді прессторді автоматтандырудың заманауи шешімдері 1279
Ерубаев Е.А., Тусупкалиева Э.А., Ангарбеков У.Д., Сембаев Н.С., Машеков С.А.
На радиально-сдвиговом стане новой конструкции создание наноструктурных прутков медицинского назначения 1283
Жауыт А., Шаратбеков Т. Т., Байтимбетова Б.А.
Бір сатылы цилиндрлі берілісті сандық модельдеу 1287
Киянбекова Л.Р, Тусупкалиева., Э.А., Акпарова С.А., Тукибай А.А., Машеков С.А.
Оценка качества тонких горяче- и холоднокатаных полос прокатанных на многофункциональном продольно-клиновом стане 1292
Козбагаров Р.А., Даркембай А.М., Қаулыбек А.Е.
Интенсификация рабочих процессов автогрейдера путем снижения сил сопротивления резания грунтов 1296
Мырзабекова Н., Калдыбаева А. Шаратбеков Т., Байтимбетова Б.А., Ибраева Ж.Е.
Исследования шероховатости полиграфических материалов спомощью сканирующей атомно-силовой и растровой микроскопии 1300
Нугман Е.З., Ангарбеков У.Д., Бекбосынова Б.А., Мустафа А. К., Машеков С.А.
Проектирование валкового узла трехвалкового радиально- сдвигового стана новой конструкции 1304
Нугман Е.З., Ерубаев Е.А.,. Айса А, Байбатша А., Машеков С.А.
Металдан жасалған ұзынөлшемді бұйым құрылымын ұсақтау әдістерін сараптау 1308
Рябикин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Лебедев И.А., Серикканов А.С.
Измерение сигнала эпр углеродной пленки при различном расположении плоскости образца относительно ориентации магнитного поля 1312
Тлеуғабылов Б.А., Козбагаров Р.А.
Применение электропогрузчиков в полиграфическом производстве 1316

Тусупкалиева Э.А., Нугман Е.З., Айсанова А., Мэлс М., Машеков С.А. 1318
Шыбықты өнімдерде нано- және ультрақсақтүйіршікті құрылымды радиальды-ығыстыру мен бұрандалы орнақтарда алудың технологиясын сараптау
Тусупкалиева Э.А., Уразбаева Р.Е., Тукибай А.А., Акпарова С.А., Машеков С.А.
Исследование разнотолщинности полос из латуни Л63 при прокатке на продольно-клиновом стане 1322
Kanazhanov A., Esirkep D.O.
Numerical analysis of strength performance of adhesively bonded corrugated sandwich structure for bus floor 1326

Секция «Аддитивное производство»

Абдиходжаев Ж.Б., Арымбеков Б.С.
Обзор технологии селективного лазерного спекания 1336
Айдархан А.Ә., Арымбеков Б.С.
"Направляющий вал" с применением методов быстрого прототипирования 1339
Айса А.С., Арымбеков Б.С.
Характеристика расплавленной ванны для селективного лазерного плавления предварительно легированного порошка Ti-6Al-4V 1342
Айтбаев А.Ж., Исаметова М.Е.
3D печать бомбы? Ядерный Проблема нераспространения 1345
Аманкелди А.Б., Арымбеков Б.С.
3D-печать: вызов ядерному экспортному контролю 1350
Ануарбеков А.К., Арымбеков Б.С.
Моделирование процессов аддитивного производства: от прямого осаждения металлов до селективного лазерного плавления 1355
Арап А.Х., Арымбеков Б.С.
Fusion Powder Bed технологиясына шолу. Металл қоспаларын өндіру 1356
Арымбеков Б.С., Орлова Е.П., Керімберді Ұ.Б. 1360
Композиттік материалдардың өнімдерін өндіруде аддитивті технологияларды қолдану
Ахмедов Х.А., Арымбеков Б.С. 1365
Изготовление титанового металлического порошка по процессу HDH
Ахмедов Х.А., Сушкова О.А. 1368
Повышение срока эксплуатации валов методом обкатывания
Базарбай Б.Б.
Разработка технологических основ 3D печати высоконаполненными металл-полимерными композициями для изготовления металлических изделий сложной формы 1372
Басбақов Е.М., Арымбеков Б.С.
Оценка характеристик поверхности сплавов ti-6al-4v и право используемых имплантов для устойчивости 1378
Батжан А.С., Арымбеков Б.С.
Разработка атомных порошков для добавки изготовление 1383
Ғалымұлы М.М., Арымбеков Б.С.
TI6AL4V қорытпасынан әртүрлі лазерлі қуаттың беріктігіндегі біртұтас тіректерді қалыптастырудың ерекшеліктері. Тиімді лазер мелтингі 1386
Жандосов Ш.Т., Арымбеков Б.С.
Качество поверхности при селективном лазерном плавлении металлических порошков 1389
Жуман З.З., Арымбеков Б.С.
Пошив микроструктур и свойств в деталях АП на основе металла 1394
Камаш Г.А., Арымбеков Б.С.
Избирательное лазерное плавление в микро производстве 1397
Кентайкызы А.Б., Арымбеков Б.С.
Об измерении размерных качеств микроструктурных стоек из титанового сплава изготовлено методом селективного лазерного плавления 1400
Лаубаева А.Ж.
Заманауи аддитивті технологияда ұнтақты селективті лазерлік біріктіру 1402
Маденият К., Арымбеков Б.С.
Алюминий қорытпасынан жасалған бөлшектердің жоғары қуатты селективті лазерлі балқуы (HP SLM) 1407
Нусіпәли Р.К., Исаметова М.Е.
Аддитивные технологии в производстве узлов центробежных насосов 1410
Орлова Е.П, Шумаков А.
Бурение скважин алмазными буровыми коронками. Аномальный износ при бурении 1414

Сейтова А.Б., Наурызбаева А.А., Сушкова О.А.
Повышения качество работоспособности броней конусных дробилок, изготовленных из новых стали 1417
Танатаров Н., Исаметова М.Е.
Методы оптимизации параметров технологического процесса одноканального прессования 1422
Танатаров Н., Арымбеков Б.С., Исаметова М.Е.
Бір арналы престеу жуйесш оцтайландыру ушш, эмбебап айналмалы компенсаторлы есептеу батдарламасын енпзу 1426

Секция «Прикладная механика»

Бекен М.Д., Токтасынова А.К., Акан Ж., Измамбетов М.Б.
Орташа жылдамдық еселігі бойынша қашауыш білдек механизмінің синтезі 1430
Даулетов А., Қрықбаев Р.Р., Абдраимова Г. А.
Напряженно – деформированное состояние механизма поддерживающее захватное устройство манипулятора 1435
Жарылқасын Х.М., Сарина М.Т., Иманбаева Н.С.
Решение обратной задачи кинематики плоского механизма манипулятора 1439
Жамалов М.Е., Әлімбетов А.Б.
Қоқыс өңдеу процесі кезіндегі пластикті бөлу құрылғысы 1443
Ибраев С.М., Иманбаева Н.С., Айдашева Г.
Аналитическое решение задачи балансирного уравновешивания преобразующего механизма ШНУ 1447
Ибадулла А.Б., Бекенов Е.Т.
Білік-тістегерішті Компас-3D бағдарламасының APM FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу 1450
Ибадулла А.Б., Бекенов Е.Т.
Түзутісті цилиндрлі берілісті APM TRANS модулінде есептеу 1453
Канапия М., Момбеков М., Муратхан Д., Сейдахмет А.Ж.
Проектирование, изготовление и кинематический анализ руки робота uArm 1457
Кожагельдиев Б.Ж., Әбілхайыр Б.М., Иманбаева Н.С.
Қос иінді штангалы піспекті қондырғының түрлендіруші механизмінің кинематикасы мен теңгерілуін зерттеу 1459
Кожагельдиев Б.Ж., Омар Е., Беляев Е.К.
Күн және жер жылу энергиясын қолданатын гибридті жылу сорғыларының жылу процестерін сандық модельдеуі 1463
Құдайберлі Р.Қ., Иманбаева Н.С.
Жұмыс нүктесінің берілген қозғалысы арқылы жазық манипулятор механизмі звеноларының бұрыштық сипаттамаларын анықтау 1467