



SATBAYEV
UNIVERSITY



СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ
САТБАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ
SATBAYEV CONFERENCE

"СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ-2022. ҚАЗІРГІ ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ТРЕНДТЕРІ" ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ КОНФЕРЕНЦИЯ ЕҢБЕКТЕРІ



PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
"SATBAYEV CONFERENCE - 2022.
TRENDS IN MODERN SCIENTIFIC RESEARCH"

1

TOM
VOLUME

12.04.2022



**"СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ-2022. ҚАЗІРГІ ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ
ТРЕНДТЕРІ" ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ
КОНФЕРЕНЦИЯ ЕҢБЕКТЕРІ**

12 сәуір 2022 ж.

I Том

**ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ «САТБАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022. ТРЕНДЫ
СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

12 апреля 2022 г.

Том I

**PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE "SATBAYEV CONFERENCE - 2022. TRENDS IN MODERN
SCIENTIFIC RESEARCH"**

12 April 2022

Volume I

Алматы 2022

Труды Международной научно-практической конференции «САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022. ТRENДЫ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ».

- Шокпаров А.Ж.** – Член Правления - Проректор по науке и международному сотрудничеству, **председатель**
- Бактыгали Ж.К.** – Директор Департамента науки, **ответственный исполнитель**
- Сыздыков А.Х.** – Директор Института геологии и нефтегазового дела
- Рысбеков К.Б.** – Директор Горно-металлургического института
- Ускенбаева Р.К.** – Директор Института автоматизации и информационных технологий
- Елемесов К.К.** – Директор Института энергетики и машиностроения
- Куспангалиев Б.У.** – Директор Института архитектуры и строительства
- Амралинова Б.Б.** – Директор Института управления проектами
- Удербасов А.Ж.** – И.о. директора Института базового образования
- Узбаева Б.Ж.** – Директор Научной библиотеки

«Сатпаев окулары-2022. Қазіргі ғылыми зерттеулердің трендтері» = «Сатпаевские чтения – 2022. Тренды современных научных исследований» = "Satbayev conference - 2022. Trends in modern scientific research": Материалы Международной научно-практической конференции – Алматы: КазННТУ, 2022.-Том 1. 1082 с. – Англ., каз., рус.

ISBN 978-601-323-291-1

В сборнике рассматриваются тренды современных научных исследований следующих направлений: Науки о Земле; Актуальные вопросы биотехнологии, химической технологии и защиты окружающей среды; Энергетика и машиностроение; Инновационные технологии в геопрограмственной инженерии и горном деле; Прогрессивные технологии в ИКТ; Проблемы и перспективы развития архитектуры и строительной инженерии в современных условиях; Управление развитием бизнеса, проектный менеджмент и логистика; Современные тенденции преподавания базовых дисциплин в эпоху цифровой трансформации.

НАПРАВЛЕНИЕ: НАУКА О ЗЕМЛЕ

СЕКЦИЯ: «НЕФТЕГАЗОВАЯ И РУДНАЯ ГЕОФИЗИКА. СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ. МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ, ОБРАБОТКИ, ИНТЕРПРЕТАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ»

САТПАЕВСКАЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ШКОЛА В УКРЕПЛЕНИИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КАЗАХСТАНА

Б.М. Ракишев^{ib}

Satbayev University, Казахстан, Алматы

bolat_rakishev@mail.ru

Аннотация. Казахстан в Мире воспринимают как государство с крупным и развитым минерально-сырьевым комплексом с большими перспективами дальнейшего развития. Минеральные ресурсы для Казахстана были и остаются основой экономического развития, национальной безопасности, политической и социальной стабильности.

Металлогения, как самостоятельное научное направление, оформилось в середине XX века и было вызвано пониманием, что без познания закономерностей образования, развития и размещения полезных ископаемых невозможно прогнозирование и открытие месторождений. Так как уже полученные отрывочные данные начали показывать, что распределение в земной коре месторождений полезных ископаемых, представляющих собой результат благоприятного взаимодействия многих геологических процессов, подчиняется определенным закономерностям. И выявление этих закономерностей образования, развития и размещения месторождений, а на основе этого проведения прогноза и открытие различных месторождений явилось предметом металлогении, синтезирующей достижения многих геологических знаний.

К.И.Сатпаев является создателем металлогенической школы Казахстана, которая нашла широкое признание «в гармоническом единстве с металлогенией и для металлогении...». Лучшие традиции и прогрессивные идеи академика К.И.Сатпаева нашли дальнейшее развитие в многочисленных исследованиях его учеников и последователей. Можно отметить, что во второй половине XX столетия наиболее целеустремленные работы были выполнены большими коллективами: с позиции классической геосинклинальной теории под руководством А.К. Каюпова, а ступенчатого развития земной коры и геотектоногенов Г.Н. Щербой. В период 1978-1997 гг. территориальными производственно-геологическими объединениями построены региональные структурно-металлогенические карты в масштабе 1:500 000. В начале третьего тысячелетия металлогенические работы активно и плодотворно продолжают ведущими учеными в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева – Л.А. Мирошниченко, Н.М. Жуковым и др. (региональная металлогения), Б.А. Дьячковым и др. (металлогения Алтая), Х.А. Беспасевым, Т.М. Жаутиковым, Э.Ю. Сейтмуратовой и др. (благородные металлы и формационная металлогения), А.Е. Бекмухаметовым и др. (черные металлы), К.А. Абдрахмановым и др. (петрометаллогения), и многими другими. Несмотря на кажущееся благополучие, в Казахстане по многим приоритетным полезным ископаемым уже наблюдается острый дефицит, но перспективы обнаружения новых месторождений огромны.

Ключевые слова: К.И.Сатпаев, металлогения, полезные ископаемые, минерально-сырьевая база, Казахстан.

Введение. Минерально-сырьевые ресурсы (МСР) во многом определяют экономический потенциал стран, развитие и размещение производительных сил и более полное использование трудовых ресурсов. Из-за крайне неравномерного размещения месторождений полезных ископаемых по регионам и странам проблемы обеспечения экономики минеральным сырьем являются достаточно острыми. Ограниченность и невозобновляемость потенциала недр ставят обеспеченность минерально-сырьевой продукцией в число наиболее важных глобальных проблем, определяющих

межгосударственные отношения и общемировую политическую и экономическую обстановку.

Современная геология – это сложный комплекс наук о земной коре и более глубоких сферах Земли, о составе, строении, движениях и истории развития земной коры и размещении в ней полезных ископаемых. Главное прикладное, экономическое и народно- хозяйственное значение геологии это открытие месторождений, т.е. восполнение запасов различных полезных ископаемых. Значение геологии для экономики различных стран и хозяйственной деятельности человека неуклонно возрастает по мере вовлечения в эту деятельность все новых и новых видов полезных ископаемых.

Процесс открытия месторождений, каждое из которых отличается своими индивидуальными особенностями, является всегда длительным, комплексным и многоэтапным, а на начальных этапах еще и рисковым, потому что, это всегда путь в новое, неизведанное, в отличие от других производств, где наработанный процесс можно использовать относительно стабильно и многие годы. Открытие любого месторождения, по сути дела, сложный научно-производственный процесс, так как на всех этапах освоения любого вида месторождения задействуется широкий круг данных различных направлений геологической науки – это данные и о геологическом строении района месторождения, и сведения о вещественном составе вмещающих пород и собственно руд, и данные о тектоническом положении месторождения и структуре рудного поля и т.д. . Только этим можно объяснить комплексную сложную структуру подразделений геологической науки и отрасли, которые всегда при этом работали еще и в тесном контакте без которого поиск и освоение того или иного месторождения заходили в тупик.

Из приведенного, даже весьма беглого, описания сложного процесса открытия месторождений видно тесное взаимодействие в этом процессе производственных и научных работ. О том, что геология является самым научным производством и наоборот – самой производственной наукой, говорится с самого начала возникновения геологической науки и производства. Академик АН СССР А. В. Виноградов указывал на то, что «...нет ни одной другой области творческой деятельности человека, где была бы та близость между теорией и практикой, которая имеет место быть в геологии», т.е. специфика геологии заключается в том, что научные исследования напрямую имеют выход на практику, а при проведении производственных работ часто рождаются принципиально новые теоретические представления, научные исследования направляют геолого-разведочные работы.

Описанный выше долгий трудо- и наукоемкий процесс открытия месторождений, является также и весьма финансовоемким. Для обеспечения результативности в выполнении приоритетных задач минерально-сырьевого комплекса необходима стабильная и серьезная финансовая поддержка со стороны государства. При постановке вопроса о финансировании геологических научных и производственных работ всегда хочется сослаться на фразу одного из лучших «хозяйственников» недавнего СССР – Н.А. Косыгина, произнесенную им на заседании Госплана: «...финансируя геологию, которая наряду с сельским хозяйством, является единственной живительной нивой любой экономики любого государства, мы обеспечиваем его независимое будущее».

Именно подчеркнутой неразрывностью геологической науки и производства объясняется то, что первым президентом республиканской Академии наук и первым академиком АН СССР из казахстанских ученых был геолог К. И. Сатпаев, прошедший большую производственную школу при создании меднорудного уника «Большой Жезказган» и основавший прогнозно-металлогеническое направление, которое с подлинно научных позиций планирует и направляет геологоразведочные работы и открытие месторождений, т. е. является венцом и конечной целью геологических исследований и работ.

Прогнозно-металлогеническое направление в геологической науке. Уже в середине XX века полученные фрагментарные данные показали, что образование и распределение месторождений подчиняется определенным закономерностям. В результате геологической

науке сформировалось новое исключительно актуальное и важное направление – прогнозно-металлогеническое,

Имя Каныш Имантаевича Сатпаева стоит у истоков металлогенической школы Казахстана. Созданная под его руководством прогнозно-металлогеническая карта Центрального Казахстана была одобрена на Первой объединенной научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам, проходившей в 1958 г. в г. Алма-Ате [1]. За эту работу группе авторов во главе с К.И. Сатпаевым 1958 г. была присуждена Ленинская премия.

К.И. Сатпаев понимал, что металлогения как учение о закономерностях размещения полезных ископаемых в земной коре позволяет с подлинно научных позиций осуществлять прогноз полезных ископаемых и планировать направление поисково-разведочных работ. Он писал: "... У нас в республике ведущим направлением развития геологической науки стала металлогения. Все остальные направления геологической науки развиваются в гармоническом единстве с металлогенией и для металлогении..."»

Лучшие традиции и прогрессивные идеи академика К.И. Сатпаева нашли дальнейшее развитие в многочисленных исследованиях.

В первую очередь можно отметить, что во второй половине XX столетия наиболее целеустремленные работы были выполнены за многие годы большими коллективами Института геологических наук носящих имя К.И. Сатпаева с позиции геосинклинальной теории по руководствам академика А.К. Каюпова [2] - Государственная премия СССР , и ступенчатого развития земной коры, геотектоногенов- академика Г.Н. Щербы [3-8]- Государственные премии СССР и КазССР.

В период 1978-1997 гг. территориальными ПГО выполнены региональные структурно-металлогенические построения масштаба 1:500 000.

На стыке третьего тысячелетия металлогенические работы активно и плодотворно продолжаются ведущими учеными в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева с позиции мобилизма -Х.А. Беспяевым ,Э.С. Воцалевским, Н.М. Жуковым, Л.А. Мирошниченко, Б.М. Ракишевым , при поддержке и непосредственном участии министерства-С.Ж. Даукеевым и Комитета геологии и недропользования-Б. С. Ужкеновым, С.А. Акылбековым [9,10] - Государственная премия РК.

Результаты работ, показавшие большие перспективы Казахстана на обнаружение различных полезных ископаемых, а также современные проблемы, задачи и стратегия развития минерально-сырьевых ресурсов **неоднократно представлялись Руководству и Правительству страны** с аргументацией необходимости активизации геологоразведки путем создания новых структур, начиная с министерства. Они получили поддержку, была разработана концепция **Геологической отрасли Республики Казахстан до 2030 года**, созданы Министерство нефти и газа, АО «Тау-Кен Самрук», АО «Казгеология» и т.д.. За цикл работ **«Минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Казахстана»**, поддержанные лидерами мирового геологического сообщества (США, Китай, Россия и др.), **группа ученых удостоены Государственной премии РК за 2009 г. [8-18].**

Также Институтом были проведены работы по отдельным регионам и металлам Б.А. Дьячков и др. (металлогения Алтая), Х . А. Беспяев, Т.М. Жаутиков, Э.Ю. Сейтмуратова и др. (благородные металлы), А.Е. Бекмухаметов и др. (черные металлы), К.А. Абдрахманов и др. (петрометаллогения), Э.Ю. Сейтмуратова и др. (формационная металлогения) и многими другими.

Таким образом, многими поколениями геологов Казахстана, в том числе Сатпаевской прогнозно-металлогенической школой, была создана мощная минерально-сырьевая база, которая, как известно, по многообразию видов полезных ископаемых, качественным и количественным показателям занимает ведущее место в Мировом рейтинге. На базе этих месторождений создана мощная промышленная инфраструктура, работают многие предприятия, построены крупные города и поселки. Получив после провозглашения политической независимости в полную собственность мощную минерально-сырьевую базу, наша страна смогла преодолеть сложный переходный период, за короткий срок достичь

экономической независимости и получить значительные валютные средства для развития других отраслей промышленности и повышения благосостояния населения.

Как показали наши исследования [3-10] МСР и в дальнейшем могут быть основой экономики страны и валютных поступлений и базисом дальнейшего успешного развития. Казахстан перспективен на открытие месторождений нефти и газа, черных (хром, железо, марганец, титан), цветных (медь, цинк, свинец, алюминий), редких (молибден, вольфрам) и благородных (золото, серебро) металлов, урана, технических алмазов, баритов, фосфоритов, бора, фтора, пьезокварца и многих других полезных ископаемых. На многих месторождениях имеются элементы-спутники руд: рений, осмий, индий, кадмий, селен и др.

Из-за необходимости соблюдения требования к объемам статьи, учитывая мировую и региональную потребность, конъюнктуру, имеющиеся богатства недр и перспективы, роль в экономике страны, имеющийся промышленный потенциал, особую напряженность с сырьем покажем кратко перспективы следующих групп полезных ископаемых.

Более подробно остановимся на **группе золота, меди, свинца, и цинка**, которые имеют сквозное и повсеместное развитие, что обусловлено наличием глубинной геохимической специализации, определившейся еще при начальном расслоении в верхней мантии: мантийные породы - гипербазиты Казахстана характеризуются повышенными кларками их концентраций. Эта специализация передавалась от цикла к циклу всем новообразованным слоям земной коры, а затем и более поздним циклам и эпохам, что обусловило сквозное, наследованное и повсеместное их развитие. Для этих металлов имеющиеся месторождения не решают проблему напряженности с сырьем, но сквозное и повсеместное развитие по всей территории Казахстана в различных циклах, эпохах, провинциях и поясах открывает большие перспективы выявления новых крупных, богатых конкурентоспособных, в том числе нетрадиционных для Казахстана типов, месторождений.

Золото. Проявления наиболее развиты в Кокшетау, Мугоджарах, Шу-Или, Жарма-Сауре, на Алтае и тяготеют к кварцевожильной, колчеданной и кластогенной группам формации. Наиболее значимо они проявлены в средние стадии каледонского и герцинского циклов, золото встречается также в виде россыпей в альпидах.

Для золота конкурентоспособными типами, как показывают материалы, очевидно, будут: богатые золото-кварцевые жильные (акбайский тип) и крупнообъемные золото-сульфидно-кварцевые штокерковые (васильковский тип), золото-сульфидные прожилково-крапленые (бакырчикский тип), комплексные колчеданные золото-полиметаллические и золото-медные, россыпные, а из нетрадиционных - месторождения, связанные с бокситоносными корами выветривания (баддингтонский тип) и просто с корами выветривания (суздальский тип), золото-платиновые корнейшенхилского типа, месторождения в железистых кварцитах и древние погребенные россыпи. По предварительным данным обобщения имеющихся металлогенических материалов поиски крупномасштабных и богатых месторождений золота должны проводиться в наиболее перспективных для их выявления районах, тяготеющих к офиолитовым поясам с узловыми и линейными группами рудных полей, где проявлены пересечения продольных глубинных разломов с диагональными и поперечными; к глубинным зонам ультраметаморфизма со скрытыми гранито-гнейсовыми куполами или срединными массивами в зонах тектоно-магматической активизации (Кокшетауского, Ерментауского, Улутауского); к глубинным корневым частям диоритовых штоков (в Аксу-Байлюстинской, Бестюбинской, Акбеитской золотоносных зонах; в рифтовых и островодужных поясах черносланцевыми толщами бакырчикского типа (Западная Калба); поиски богатых жильных месторождений ассоциирующих со среднеосновными магматитами и прорываемыми ими углеродисто-терригенными образованиями в Шу-Илийском складчатом поясе, северных сегментах Балхашско-Илийского и Центрально-Казахстанского (девонского) вулканических поясов; комплексных золото-колчеданных - на Рудном Алтае и в Шынгыс-Тарбагатайском регионе; россыпей - на западных склонах хр. Каратау, в Заилийском Алатау и Северной Джунгарии; золото-платиновых - в Кокшетауском срединном массиве; в

железистых кварцитах - в Улутау-Арганатинском поднятии; древних погребенных россыпей - в Жолымбетском, Аксуйском, Бестюбинском и Степняковском рудных районах.

Практически не изучены перспективные золотоносные зоны, как рифтогенные швы, локальные мульды с терригенным и вулканогенно-терригенным разрезами, активизированные блоки пород фундамента. По этой причине в Казахстане неизвестны крупные и очень крупные "нестандартные месторождения (типа Крипл-Крик и Алдахо-Спрингс, Централ-Сити в Северной Америке, Кидстон в Австралии, Балей в России и др.) хотя весомые предпосылки для их выявления есть в Кокшетауском, Шу-Илийском, Заилийском и других регионах.

Калба, Северный Казахстан, Северный Балхаш, Шу-Или, Кендыктас, Северной Тянь-Шань перспективны как в отношении открытия новых "черносланцевых объектов", так и выявления нетрадиционных типов (Сарылахского, Олимпиадинского, Карлинского).

Слабо освещена золотоносность древних комплексов. Имеющийся в настоящее время материал, а также аналогии с другими регионами мира, позволяет положительно оценить рудоносность древних комплексов Казахстана, заслуживающих постановки прогнозно-металлогенических исследований.

Перспективы Казахстана на новые и нетрадиционные типы золоторудных месторождений: золото-ртутный джаспероидный (Карлинский), золото-ртутный листовитовый (Ноксвилльский) типы - Уральский (Сакмарский, Кундуздинский и Зауральский районы); Жонгария (Салкинбельский район) Жарма-Саур (Чарско-Горностаевский ультрабазитовый пояс) Улутау (Амангельдинский боксито-рудный район).

Значительные перспективы расширения и укрепления сырьевой базы золота Казахстана связана с золотоносными корами выветривания и золотосодержащими бокситами.

Анализ геологических материалов показывает, что месторождения золота и бокситов часто пространственно сопряжены. Во многих регионах Казахстана процессы (Мугоджары Западно- и Центрально-Тургайский и др.) латеритного коро- и бокситообразования происходили на золотоносном субстрате и это сближает их с золотоносными бокситами Австралии.

В числе первоочередных районов прогнозно-металлогенических исследований по золотоносным формациям кор выветривания в Казахстане являются Семипалатинское Прииртышье, где уже известен целый ряд месторождений золота с высоким его содержанием.

Высокой перспективностью отличаются также площади в пределах Кокшетауского блока и его обрамления. Большой интерес в целом представляют Жетыгаринская, Сабирская, Балкимбелская депрессии. Перспективные также ряд районов Северного Улутау.

Медь, свинец, цинк распространены во всех провинциях и поясах, но наиболее проявлены в Уральском, Успенском, Каратауском, Алтайском и Жонгарском поясах. Возраст оруденения в основном ранне- и среднегерцинский, но значимо проявлены они и в докембрийском (Жонгария, Улутау, Северный Тяньшан) и в кандонском (Шынгыз-Тарбагатай, Баянаул, Шу-Или) структурных этажах.

Для **меди** - крупные и суперкрупные месторождения медистых песчаников и медно-порфировых руд, а из нетрадиционных - месторождения самородной меди в миндалекаменных базальтах, типа "манто" и комплексные колчеданные медно-полиметаллические типа Маунт-Айза в нижнепалеозойских и допалеозойских рифтах.

Прогнозно-металлогенические исследования и поиски новых конкурентоспособных месторождений должны начаться как в известных, так и в новых рудных районах. В первую очередь они должны возобновиться в районах, входящих в сферу деятельности медьперерабатывающих комбинатов (Жезказганский, Балхашский), и направлены на выявление уже известных здесь типов месторождений.

Для Жезказганского рудного района основным таким типам, очевидно, будут служить медистые песчаники. Прогнозно-металлогенические исследования и их поиски следует продолжить в Тастинском, Нижне-Шуйском, Киргизском и Малокаратауском районах, особое

внимание уделить Восточно-Улутаускому рифту Шу-Сарысуйской впадины, а также в Байконыр-Нарынской зоне палеорифтовых структур.

Прогнозно-металлогенические работы и поиски медно-порфировых месторождений сосредоточить в ближайших к Балхашскому комбинату районах северной фронтальной зоны Балхашско-Илийского вулканического пояса и в северном сегменте Центрально-Казахстанского девонского вулканического пояса, где выявлено весьма перспективное золото-медно-порфировое месторождение Нурказган. Первоочередными также являются структурно-формационные зоны островных дуг (Шынгыз-Тарбагатай, Жарма-Саур, Ерментауская зона).

Перспективны Кадыржанская, Северо-Саякская, Денисовская, Валерьяновская, Степняк-Жаксыканская и Атасуйская зоны, район сочленения юго-западной части Кокчетавской глыбы и Есильского прогиба. Далеко не исчерпаны перспективы Балхашской провинции. Значительный интерес представляют районы Спасской и Успенской рифтовых зон.

Кроме традиционных типов месторождений, возможно выявление и новых, нетрадиционных, характеризующихся крупными запасами и богатыми рудами. Так, в районе Восточно-Улутауского палеорифта в Жезказганском районе предполагается нахождение в ассоциации с базитовыми интрузиями медно-никелевых месторождений норильского типа. На северо-западном продолжении этого же рифта в карбонатно-углисто-сланцевых метаморфических толщах докембрия нахождение комплексных медно-полиметаллических колчеданных месторождений типа Брокен-Хилл или как их сейчас называют типа "седэкс".

В Северном Прибалхашье, в северо-восточной части Балхашского синклиория есть все предпосылки для выявления месторождений самородной меди в миндалекаменных базальтах, а также стратоидных месторождений типа "манто". Представитель последнего типа проявление Карааул уже сейчас представляется перспективным для проведения прогнозно-поисково-оценочных работ. Подобных Карааульской мульде структур в баканасском синклиории несколько (Торкульская, Кызылжалская и др.), но рудоносность их не исследована.

Рудные объекты типа "манто" встречаются в Спасской зоне (Алтынтобе), в Кетменском хребте (Темирлык), по-видимому, они также заслуживают специального исследования.

Кроме перечисленных, в Казахстане можно ожидать нахождение медно-колчеданных месторождений типа "куроко", они могут быть встречены на Рудном Алтае и Шынгыз-Тарбагатайском мегаантиклинории. Небольшие проявления этого типа с богатыми рудами найдены в западном борту Токрауского синклиория (Буркен, Саргуль).

Необходимо провести оценку перспектив Казахстана на выявление золото-уран-медного оруденения типа "Олимпик-Дам" (Тенгиз-Сарысу, Малый Каратау).

Для **свинца, цинка** конкурентоспособны -колчеданно-полиметаллические в осадочно-вулканогенных (алтайский тип и кремнисто-карбонатных (атасуйский тип) толщах, а из нетрадиционных-цинковые месторождения, связанные с автохтонными и переотложенными корами выветривания мезо-кайнозойского чехла (ачисай-шаймерденовский тип) и колчеданно-полиметаллические месторождения в метаморфических толщах докембрия (коргасын-брокенхиллский тип).

Колчеданно-полиметаллические месторождения нужно искать в восточном и северо-восточном районах Центрального Казахстана. Особое внимание следует уделить известным и эксплуатирующимся месторождениям Рудного Алтая, нуждающимся в доразведке с постановкой широких прогнозно-поисковых работ в пределах рудных полей (Орловском, Шемонаихинском, Березовско-Белоусовском, Николаевско-Артемьевском). Кроме того, в этом регионе нужно опосредовать ряд площадей, перспективных для открытия новых колчеданно-полиметаллических объектов (Сакмаринская и Латчихинская и др.).

Необходимо вернуться к прогнозам и оценкам некрупных по масштабам, богатых свинцово-цинковых руд в карстах карбонатных формаций. В ордовике это жездинский, в фамене - ачисайский типы. С этих позиций первоочередные: районы развития ордовикских

карбонатных формаций -Кызыло-Текелийская зона, районы развития фаменских карбонатных формаций Каратау, Аксоран-Акжалская. Видимо, с "карстовых" позиций следует проанализировать материалы Западно- и Центрально-Торгайским, Амангельдинском и Приишимском, Атасуйском районах и Успенской зоне. На обнаружение месторождений типа коргасын-брокенхилл перспективные допалеозойские образования Южного Улутау и Кокшетауского щита.

Группа редкие и редкоземельные металлы. Наши исследования показали, Казахстан потенциально может быть крупной редкометалльной провинцией, включающую самостоятельные месторождения вольфрама, молибдена, бериллия, циркония, тантала, ниобия, олова, стронция. Висмут, литий, ртуть, мышьяк и др. присутствуют в рудах других видов минерального сырья в виде сопутствующих компонентов.

Среди редких металлов ведущее место в стране занимает **вольфрам**, наиболее интересны узлы Верхнее Кайракты, Богуты, Караоба, Коктенколь, Баян, Аксуран. Перспективные – также Байназар, Акмая, Станиславские рудные узлы.

Молибден. Перспективны молибденовые и молибден-вольфрамовые рудные узлы Коктенколь, Жанет, Караоба и др. и медно-молибденовые Актогай, Каратас IV, Коксай, Шатырколь и др. Интерес представляет молибден заключенный в молибден-ураново-ванадиевых месторождениях Каратау (Баласаускандык, Жебаглы, Курумсак). К перспективным узлам можно отнести, Байназар, Саран, Селтей, а также – Тайшек, Аиршоки, Койтас, Аксорлы.

Олово. Основным перспективным регионом является Кокшетауская провинция это рудные узлы Сырымбет, Донецкое, Дальненское, а также россыпи Орлиногорское Золотоношское гранитных массивах. В Восточном Казахстане перспективны олово в пегматитовых месторождениях. Второй перспективный оловоносный регион – Южный Казахстан (Карагайлыактаский и другие узлы). Олово содержится и в рудах месторождений Караоба, Белогорское, Бакенное, Юбилейное и Ахметкино. Вышеперечисленное, позволяет выдвигать Казахстан в число потенциально перспективных оловоносных провинций.

Тантал и ниобий. Перспективы в северном Казахстане это узлы Сырымбет, Сарыбулак, Лавровское, Аулие. Ниобиевые месторождения – Лосевское в Кокшетау и Верхнее Эспе в Восточном Казахстане, пегматитовые проявления Алтая. Ниобий возможно извлекать попутно из руд вольфрама. Это хорошо известные месторождения Белогорское, Бакенное, Юбилейное, Кварцевое, Ахметкино.

Наши исследования показали Казахстан является одним из крупных регионов, обладающих значительными перспективами для развития **редкоземельной отрасли**. Редкие земли присутствуют во всех типах рудных месторождений, но практически интересные концентрации характерны для редкометалльных месторождений. Кундыбайский узел **иттрия и иттриевых редких земель**. Верхне Эспинский, -бериллий-ниобий-редкоземельный, а также редкоземельные -Красномайское, Ишимское. В ряде редкометалльных объектов редкие земли присутствуют в повышенных содержаниях – Жанет, Верхнее Кайракты, Сырымбет и др.

Всё возрастающее в настоящее время потребление **Лития** в Мире делает его одним из наиболее востребованных металлов. **Главным источником Li на современном этапе является, так называемое гидроминеральное сырьё, представляющее собою интенсивно минерализованные рассолы (рапа).** Последние накапливаются в отдельных соленосных бассейнах, чаще всего в их краевых частях, в солонцах низовий бессточных рек и в солевых, подсолевых, межсолевых и надсолевых толщах в областях широкого проявления соляных куполов. В **Казахстане к подобным областям** относится вся Прикаспийская провинция, в которой издавна разрабатывались месторождения соли для добычи галита, сильвина, гипса, бора, магнезита, кальцита. Спектр извлекаемых полезных компонентов из минерализованных вод солевых полей в Казахстане остается до настоящего на самом примитивном уровне. В то же время проведенные исследования показывают исключительную поликомпонентность минерализованных вод. Именно эта многокомпонентность, включая и содержание Li, и

определила всё возрастающий интерес в Мире к гидроминеральному сырью, представляющему собою интенсивно минерализованные рассолы (рапа). В настоящий момент особый интерес представляют содержащиеся в рассолах такие компоненты как: Li, Ru, Cs, Sr, I, Br и другие, а в соляных куполах благородные металлы – Au, Ag, Pt, Pd, Ro, Ir, Os. T

Приведенные данные о новом весьма ценном типе минерального сырья продуктов соляных месторождений и минерализованных рассолов – вполне оправдывает идею о возможном развороте добычи благородных и редкоземельных металлов, И всё же, главные перспективы для разворота работ связаны с Шу-Сарысуйской провинцией, для которой показан наиболее высокий уровень содержания **лития**, в сравнении с другими провинциями промышленных вод Казахстана.

Источником **стронция** в республике является месторождения целестина и барита – Ауртас (Мангистау), Даутбай (Центральный Казахстан). Источник **циркония** – титан-цирконевые россыпи.

Такие элементы как **висмут, ртуть, сурьма, мышьяк, редкие земли, рений, индий, теллур, таллий, германий** не имеют собственных месторождений. Они известны в качестве попутных элементов руд вольфрама, свинца, цинка, меди, молибдена, золота, ванадия, фосфора, урана, титана и циркония.

Следующая группа металлов, которые играют важную роль в экономике Казахстана, но металлогенические особенности и состояние минерально-сырьевой базы такие, что они сосредоточены в определенных промышленных горнорудных районах, перспективы которых еще не исчерпаны или перспективных районах, узлах и локальных площадях.

I подгруппа (железо, хром, марганец, алюминий и др.). Промышленные месторождения сосредоточены в определенном горнорудном районе, перспективы которых еще не исчерпаны.

Железо. Основным районом является Восточное Зауралье, где сосредоточены общеизвестные крупные месторождения (Соколовское, Сарбайское и др.). Прогнозно-металлогенические исследования следует сосредоточить в этих районах с проведением геологоразведочных работ на известных и в первую очередь на эксплуатируемых месторождениях с целью доизучения их флангов и глубоких горизонтов.

В Западном Казахстане заслуживают внимания Велиховский и Кокбулакский рудные узлы, в Центральном Казахстане- Кентобинский, Балбраунский, Каражалский, Гвардейский, в Южном Казахстане- Ирисуйский, в Восточном Казахстане- Холзунский.

Хром. Все промышленные месторождения хромитовых руд расположены в Кемпирсайском рудном районе. Перспективы выявления на территории республики крупных месторождений хромитовых руд имеются. Наибольший интерес представляет Сакмарская металлогеническая зона, в пределах которой расположены Кемпирсайский, Аксуйский, Даульский, Кокпектинский, Хабарнинский массивы ультраосновных пород.

В других регионах Казахстана имеются слабо изученные, мелкие месторождения хрома.

Марганец. Месторождения сосредоточены в основном в Атасуйском районе (Западный Каражал, Ушкатын III и др.), имеются достаточно высокие предпосылки для выявления в Центральном Казахстане новых конкурентноспособных месторождений, относимые к вулканогенно-осадочному типу и представленными преимущественно карбонатно-силикатно-окисными и окисными рудами доступными для высокорентабельной открытой отработки.

Алюминий. Месторождения расположены в Северном Казахстане. Самыми крупными месторождениями являются: Восточно-Аятское, Туасорское, Белинское и Верхне-Амуртское. Для обеспечения нормальной рентабельной работы Павлодарского алюминиевого завода необходимо, с одной стороны, совершенствовать технологию переработки бокситов, с другой стороны, продолжать прогнозно-металлогенические и геолого-разведочные работы по выявлению высококачественных бокситов. Первоочередное внимание заслуживает Восточно-Торгайский бокситоносный район. **Уран** . Это в основном Шу-Сарысуйский и Сырдарьинский осадочные бассейны

Урановые руды сопровождают рений, селен, а также повышенные концентрации скандия, иттрия, редких земель, ванадия, серебра, кобальта, молибдена

2 подгруппа перспективны определенные районы узлы.

Титан. В первую очередь нужны прогнозно-металлогенические, поисковые и разведочные работы в пределах рудных узлов уже выявленных месторождений (Шубарсай, Караагаш, Ащисай, Заячье), а также Западном и Восточном Примугоджарье в северном обрамлении Кокшетауской глыбы, в Павлодарском Прииртышье и Северном Приаралье. Перспективны циркон-ильменитовые россыпи, расположены в Западном Примугоджарье (Шокаш, Сабындыколь. Ащисай и др.), в Северном Приаралье (Прогнозное, Устюртское), в Северном Казахстане (Обуховское), на востоке (Караоткель, Бектемир). Значительные ресурсы сосредоточены в железорудных, бокситовых, угольных месторождениях и глинах кор выветривания. Перспективы выявления промышленных скоплений титановых руд связаны с рутиловыми россыпями и корами выветривания. . Проблему минерально-сырьевой базы **титана** можно эффективно решить проведением локальных прогнозно-металлогенических, поисковых и разведочных работ в пределах уже выявленных перспективных районов, узлов, участков и месторождений.

Никель и кобальт. Перспективен Кемпырсайский рудный район, где уже обнаружены наиболее значимые проявления: Бурановское, Кимперсайское, Октябрьское и др. В других регионах имеются мелкие проявления , Промежуточное, Белогорское и др.

Основные проявления никеля и кобальта заключена в корях выветривания. Значительные количества этих металлов содержатся в магнетитовых рудах месторождений Сарбайское, Соколовское и др. Торгайского рудного пояса

Кроме кор выветривания, перспективы увеличения сырьевой базы никеля и кобальта связываются с другими типами слабоизученных месторождений типа Максут, Камкор и др.

Ванадий. Перспективны проявления ванадия с молибденом, ураном, иттрием, танталом, скандием, хромом и рением (Баласаускандык, Курумсак, Жебаглы) связанные с черносланцевой формацией, развитой в Большом Каратау (Южный Казахстан) и вдоль западного борта Улытау. Попутно ванадий может извлекаться из нефтей Мангышлака и месторождений железа Тургая, где его значительные запасы представляют крупную сырьевую базу. Ванадий можно попутно извлекать из ванадийсодержащих бокситовых, угольно-урановых, фосфоритовых и титан-циркониевых месторождений

Показывая необходимость металлогенического анализа и прогноза на вышеуказанные металлы мы понимаем что конъюнктура и другие условия постоянно меняются и актуальность исследований могут возрасти и на другие полезные ископаемые. К примеру, благодаря росту мировых цен и государственной индустриально-инновационной программе актуальной и важной проблемой становится развитие минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных элементов. Развитие в Казахстане строительства новых технологий (получения чистого кремния и другие), нефтедобычи, производство фосфоритов и т.д. повысило внимание к нерудному сырью.

Современные проблемы и задачи металлогении Казахстана вызваны тем, что на стыке тысячелетии кардинально изменились научно-теоретические и практические представления и концепции, а также условия прогноза, поисков и разведки месторождений.

Во-первых, в результате НТР, изучения Вселенной и конкретно планеты Земля (в особенности дна океанов и глубинного строения) получены революционные данные, кардинально изменившие представления образования и развития планеты Земли и месторождений полезных ископаемых, определившие крайнюю необходимость создания новых теоретических моделей развития Земли и всего спектра геологических процессов, в том числе и полезных ископаемых.

Во-вторых, в Казахстане, как и во всем мире, исчерпан фонд легко открываемых месторождений, а процесс поисков и разведки месторождений стал более сложным и трудоёмким, вызванная общим истощением невозобновляемого минерального сырья, необходимостью вовлечения в разработку труднодоступных месторождений и рудных объектов с невысоким качеством руды и более низким содержанием металлов.

В третьих, учитывая достаточно высокую изученность территории Казахстана с поверхности, в решение проблемы на первый план выдвигаются поиск и оценка скрытых месторождений на глубине и под чехлом рыхлых отложений, включая и их нетрадиционные типы.

В связи с вышеизложенным, при современном прогнозе нужен анализ всей совокупности геологических данных для выявления наиболее вероятных мест локализации полезных ископаемых в земной коре, что предопределяет необходимость рассматривать явления рудообразования в их единстве и сложной взаимосвязи с процессами осадконакопления, тектоническими движениями, магматической деятельностью и метаморфизмом и т.д. Таким образом, можно сказать, что на современном этапе разработки теоретических основ прогноза нет незначительных геологических фактов и новых данных, в какой бы области геологических знаний они ни были установлены – все они имеют свои важные металлогенические следствия.

Также, развитие научных знаний в XXI веке определила необходимость перехода от простой констатации эмпирически устанавливаемых закономерностей к подлинному объяснению их причин, к вскрытию основных законов истории развития Земли, поскольку только опережающее развитие геологических и в первую очередь прогнозно-металлогенических исследований способно обосновать надежный прогноз открытия месторождений и восполнения интенсивно истощаемого минерального сырья, рациональное их использование с соблюдением норм охраны окружающей среды.

Задачи, решаемые в рамках одной дисциплины, в последнее время все больше вытесняются мультидисциплинарными проблемами, поскольку причины и реальные формы проявления природных процессов чаще многофакторны и их изучение требует комплексного подхода, нередко выходящего вообще за круг геологических наук и включающего их лишь как один из компонентов

В условиях усложнения задачи прогноза и поисков месторождений, большую роль начинает играть неоднородность, нелинейность геологической среды, не инвариантность геологических закономерностей и т. д. Задачи, решаемые ранее в рамках одной дисциплины, все больше требуют мультидисциплинарного и комплексного подхода, поскольку причины и реальные формы проявления природных процессов образования месторождений более сложны и многофакторны.

Вышеперечисленные и другие факторы требуют развитие инновационной деятельности, необходимость создания и освоение новых теорий и концепций, принципиально новых методологий и наукоемких технологий с целью повышения эффективности прогноза, поисков и разведки полезных ископаемых, к которым также относится разрабатываемый нами мультидисциплинарный, междуведомственный и комплексный подход, концепция ступенчатого развития Земной коры и геохимическое направление в металлогении.

Эти инновационно-комплексные междуведомственные и междисциплинарные работы были начаты на основе разработанной модели ступенчатого развития земной коры и геотектоногенов, по инициативе и под руководством одного из лидеров прогнозно-металлогенической школы СССР, академика, лауреата Ленинской и Государственной премий СССР и КазССР Г.Н. Щербы. Были проведены исследования с участием АН КазССР, Мингео КазССР и др. организаций СССР по Успенскому (**Госпремия КазССР**) и Шу-Илийскому (**Госпремия СССР**) рудным поясам и по всей территории Казахстана (**Госпремия СССР**). Начиная с очной аспирантуры до зав. лабораторией под руководством своего Учителя, автор участвовал в этих работах и, соответственно, является соавтором карт и многотомных монографий, удостоенных вышеуказанных высоких государственных наград. Данное направление было организовано и продолжено в возглавляемых мной ведущих научно-

производственных организациях РК – Казнедра, Институт геологических наук им. К.И.Сатпаева, Центр геолого-географических исследований (ЦГГИ-куда входили Институты наук о Земле) [8-10]

Учитывая вышесказанное прогнозно-металлогенические работы в Казахстане в первую очередь нужно проводить по следующим направлениям- теоретическая и региональная металлогении, металлогения рудных районов и специальная металлогения

Общая или теоретическая металлогения ориентирована на разработку теоретических основ и общих принципов металлогенического анализа и прогноза, а также методики составления металлогенических и прогнозных карт. Как показана выше металлогения Казахстана рассмотрена с позиций геосинклиналей, ступенчатого развития земной коры и мобилизма. Т.е. настоящее время нет общепризнанной металлогенической концепции. Это хорошо видно и из литературы и проводимых международных форумов. По мере накопления многих новых фактов конечно появятся и другие геотектонические и металлогенические концепции и представления, уйдут не подтвердившиеся идеи.

Региональная металлогения или металлогения регионов. С учетом достижения мировой геологии и особенностей развития Казахстана нужно создать модель развития региона с выявлением закономерностей проявления месторождений в различных структурах, в особенности металлогения которых познана недостаточно. Нужно, изучить закономерности распространения различных типов оруденения в крупных тектонических структурах и устанавливать их металлогеническую специализацию и выделением металлогенических зон, узлов, бассейнов в пределах провинции и поясов с прогнозом открытия конкурентоспособных месторождений, в том числе и нетрадиционных типов. Прогноз новых зон, районов, узлов и площадей. Составление металлогенических и прогнозных карт масштаба 1:500 000 и мельче.

Нужны исследования в дальнейшем совершенствовании региональных критериев прогноза месторождений на основе анализа и обобщения новых данных по крупным регионам Казахстана и зарубежных стран.

Для совершенствования прогноза в первую очередь нужно устанавливать связь геодинамического развития тектонических структур и процессов рудообразования. Поэтому прогнозно-металлогенические работы нужно проводить на установленной современной геодинамической основе развития геологических структур Казахстана с применением новых технологий геофизических, геохимических, космических и других с внедрением информационных технологий с программного обеспечения на уровне международных стандартов.

Изучение резервных территорий, закрытых чехлом рыхлых мезо-кайнозойских отложений. Эти площади перспективны для выявления россыпных, погребенных и т.д. месторождений и остаточных кор выветривания разных полезных ископаемых. Соответственно требуется разработка принципиально новых технологий и методов прогнозирования и поиска скрытых месторождений.

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 докембрии, вулканогенных поясах, корах выветривания, стратиформные, в том числе золоторудные в древних и молодых конгломератах, апокарбонатные (джаспероидные) и штокверковые в гранитных плутонах, стратиформные полиметаллические и редкометалльные объекты, ювенильные алмазы, металлы платиновой группы и др.

Новые технологии прогнозных работ должны разрабатываться не только на основе современных геологических и геодинамических концепций рудообразования, но и с использованием высокоточной аналитической базы. При этом рекомендуется создание цифровой базы данных огромной геофизической, геохимической и металлогенической информации прошлых лет, в первую очередь, по приоритетным районам и типам месторождений.

Металлогении рудных районов целью которого является изучение закономерностей развития месторождений на локальных рудоносных площадях. Главной задачей локальных прогнозно-металлогенических работ в Казахстане является переосмысление имевшихся и новейших материалов с позиций современных представлений и применением новых технологий, обеспечивающих качественные прогнозы. Детальное исследование локальных рудоносных площадей (рудных районов, зон, узлов) и выявление закономерностей локализации в них месторождений на основе составления металлогенических и прогнозных карт масштаба 1:200 000 и крупнее. по геолого-генетическому моделированию конкретных рудоносных структур и месторождений известных геолого-промышленных типов и новых нетрадиционных видов минерального сырья с целью создания металлогенических и прогнозных карт нового поколения. В результате исследований должны составляться объемные модели металлогенических зон, рудных полей и месторождений с применением современных компьютерных технологий и определением поисковых критериев. Геолого-генетическое моделирование рудных объектов особенно важно для прогнозирования скрытого оруденения.

Специальная (отраслевая) металлогения изучит металлогению определенных металлов, прослеживая распространение месторождений каждого данного металла в пространстве и во времени в геологической эволюции конкретных регионов, структур и локальных площадей (рудных районов, зон и узлов).

Целесообразно продолжить изучение геологических условий формирования и размещения в первую очередь приоритетных видов полезных ископаемых с обеспечением глубины прогноза в пределах перспективных выделенных зон, узлов, бассейнов, и для действующих и горнорудных предприятий. В особенности, крупных и суперкрупных месторождений, которые составляют основу минерально-сырьевого комплекса страны.

Геохимическое направление. В последние десятилетия в ведущих (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск) научных школах б. СССР начало развиваться геохимическое направление в металлогении. Актуальность и важность которого определены вышеуказанными обстоятельствами, в том числе, во-первых, дальнейшим развитием научно-технического прогресса, обусловившим: а) применение новых (в особенности редких, рассеянных и благородных) элементов в промышленности и в росте потребности используемых; б) ускоренное развитие методов (аналитических, компьютерных и др.), являющихся основами геохимии. Во-вторых, современным состоянием сырьевых ресурсов, истощенностью фонда "легко открываемых" месторождений и возможностью восполнения запасов в основном за счет открытия "скрытого", "слепого", "невидимого", нетрадиционного и т.д. оруденения и комплексного использования природных и техногенных месторождений.

Казахстан является уникальным полигоном (накоплена колоссальная - сотни миллионов анализов - геохимическая информация) для проведения исследований в новом геохимическом направлении металлогении.

Наши работы [8], которые были приведены впервые в Казахстане, также стоят у истоков геохимического направления и являются приоритетными, внесли существенный вклад в теорию и практику исследований, разработаны научно-теоретические основы, принципы и методы проведения исследований, базирующихся на особенностях Казахстана. Установлены закономерности развития оруденения во времени и в пространстве существенно дополняющие известные научно-теоретические и практические представления о металлогении Казахстана и других регионов. Познание особенностей геохимических связей выявленных типовых и нетрадиционных для Казахстана ассоциаций рудогенных элементов, определение масштабности этих явлений и площадей развития каждой ассоциации на основе общих установленных закономерностей способствовало совершенствованию прогноза, в особенности новых, в том числе нетрадиционных для Казахстана типов месторождений. На основе выявленных закономерностей выделены зоны, узлы и перспективные площади для известных и нетрадиционных для Казахстана полезных ископаемых. Анализ геохимической информации показал, что все месторождения Казахстана многокомпонентны, но эксплуатируются некомплексно. При этом добывается не

большинство, а один-два полезных компонента. Практически не обращается внимание на редкие и рассеянные элементы-примеси. В результате теряются полезные компоненты, цены на которые значительно превышают стоимость основных, либо те компоненты, которые являются вредными для окружающей среды. Выделение зон и узлов с повышенным содержанием всех полезных и вредных (токсичных) компонентов, характерных для конкретных рудных формаций, позволяет выявлять новые и нетрадиционные для Казахстана источники сырья для промышленности и комплексно использовать имеющиеся полезные ископаемые. Зная закономерности концентрации и распространения токсичных элементов, можно прогнозировать пути решения экологических проблем при отработке конкретных месторождений.

Как видно из вышеизложенного, проведение прогнозно-металлогенических исследований (региональных, специальных и локальных) с анализом имевшихся и новейших материалов на основе новейших научных представлений и технологии позволит установить новые закономерности развития месторождений приоритетных металлов во времени и в пространстве, с выделением новых, в том числе нетрадиционных для Казахстана рудоносных площадей для конкурентоспособных месторождений.

В заключение следует отметить, что Сатпаевская прогнозно-металлогеническая школа на основе собственных инновационных научно-технологических разработок и привлечения передовых технологий зарубежных стран, при активной поддержке государства внесут достойный вклад в укрепление минерально-сырьевого комплекса и индустриально-инновационного развития республики.

Для эффективного и плодотворного проведения прогнозно-металлогенических и вообще геолого-разведочных работ нужно решать следующие проблемы и задачи:

- государственной поддержки в том числе в виде государственного заказа, а также поддержки в виде субсидий. Это практикуется во всех развитых странах. Нужно обратить внимание, что государственная финансовая поддержка должна оказываться и долгосрочным программам фундаментальных исследований и не требовать от нее как стало сейчас модно сиюминутной прибыльной отдачи, что создаст благоприятные условия для эффективного проведения геолого-разведочных работ и открытия месторождений и в дальнейшем для привлечения частных инвестиций и внедрения инноваций;

- создание системы экономических стимулов, способных обеспечить заинтересованное и широкое участие интеллектуального потенциала страны в разработке новейших и перспективных исследований;

- привлечения внебюджетных средств, в том числе банковского капитала, средств малого и среднего бизнеса в наукоемкие отрасли. В процессе коммерциализации инновационных технологий долю расходов постепенно должен взять на себя частный сектор;

- концентрация всего имеющегося интеллектуального, научно-технического, производственного, финансово-экономического потенциалов геологии путем междисциплинарного взаимодействия с целью максимальной отдачи разработок при эффективном развитии цепочки: научный маркетинг – исследования – научные и прикладные разработки – опытно-экспериментальная апробация – внедрение в производство;

- развития рынка интеллектуальной собственности;

- состояния и уровня развития международного сотрудничества в научно-технической сфере, которое находится в настоящее время на крайне низком уровне опять-таки из-за низкого финансирования науки, что ставит казахстанскую науку в условия полной изоляции от научного мирового сообщества, что никак не может способствовать успешному развитию науки вообще, а геологической, в частности;

- объединение технических средств и кадрового потенциала с выработкой и развитием современных аналитико-экспериментальных и опытных подразделений с целью доведения научных разработок до продукта, отвечающего требованиям международных стандартов и востребованного потребителем на внутреннем и внешнем рынках;

- внедрение новых наукоемких технологий прогноза, поисков и разведки полезных ископаемых, т.е. переход отрасли на качественно новый этап – практическое использование

инновационных наукоемких технологий (геохимических, геофизических, космических, построение объемных компьютерных стереомоделей эталонных объектов промышленной значимости приоритетных видов полезных ископаемых и т.д.), выработка новых математических и компьютерных технологий обработки огромного фонда геологической информации для повышения уровня прогноза месторождений полезных ископаемых;

- ускоренное проведение пересчета запасов и экономических оценок всех известных, стоящих на балансе месторождений с учетом современных общемировых кондиций;

- компьютеризация аналитико-интерпретационных процессов с применением и развитием ГИС-технологий, переходом к методам экспертных систем, применение новейших приборов и оборудования для анализа геологического вещества, развитие современного информационного обеспечения составления базы и банков данных, компьютерных моделей и карт геологических объектов различных регионов Казахстана с системным анализом и обработкой первичной и вторичной информации;

- разработка и внедрение в геологию современного менеджмента;

- оснащение аналитических подразделений современным высокоточным оборудованием для анализа редких, цветных и благородных металлов, в т.ч. элементов платиновой группы методиками выполнения измерений I-III категорий точности в соответствии с требованиями ГКЗ Комитета геологии и недропользования образцами сравнения и контрольными смесями уровня ГСО, ОСО, СОП.

- подготовка специалистов, обладающих обширными знаниями, как в области проведения научного эксперимента, так и в области современного менеджмента. В этой связи нужно планировать подготовку и реализацию программы подготовки специалистов высокого уровня, способных обеспечить высокую эффективность и конкурентоспособность инноваций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сатпаев К.И. Избранные труды. Т. 1, 2. Алма-Ата. Наука, 1967, 1968
2. Металлогения Казахстана. В 10 т. / Гл. ред. А.К. Каюпов. Алма-Ата. Наука, 1977-1983.
3. Щерба Г.Н. Геотектоногены и рудные пояса. Алма-Ата. Наука, 1970. 184 с.
4. Геология и металлогения Успенской тектонической зоны. Т. 1-6 т. Отв. Ред. Ш.Е. Есенов, Г.Н. Щерба. Алма-Ата. Наука, 1967
5. Чу-Илийский рудный пояс. Т. 1-7. Гл. ред. Г.Н. Щерба. Алма-Ата. Наука, 1980
6. Щерба Г.Н. и др. Металлогенические провинции и пояса Казахстана. Наука. Алма-Ата, 1983. 240 с
7. Щерба Г.Н. и др. Редкометалльное оруденение Казахстана. Алма-Ата. Наука, 1988. 223 с.
8. Ракишев Б.М. Геохимическая специализация и районирование металлогенических провинций и поясов Казахстана. Алматы. Гылым, 2006. 324 с
9. Минерагеническая карта Казахстана (масштаб 1:1000000). Пояснительная записка к «Минерагенической карте Казахстана». Алматы. 2009. 180 с.
10. Карта мезозой-кайнозой Казахстана масштаб 1:1000000. Пояснительная записка к «Карте мезозой-кайнозой Казахстана». Алматы. 2011. 198 с.
11. Ракишев Б.М. Шикізат ресурстары // Егеменді Қазақстан, 14.05.2008 ж. б. 2-3
12. Ракишев Б.М. Системный взгляд на недра Казахстана // Правда, 21.11.2009 г. (интервью). с. 3
13. Ракишев Б.М. Сатпаев мектебінің сардары Егеменді Қазақстан, 14.05.2008 ж. (интервью) б. 3
14. Ракишев Б.М. The Raw Material Base of Non-ferrous, Rare and Rare Earthing Metals of Kazakhstan//NON-FERROUS METALS No.1.2011. pp.17-21.
15. Ракишев Б.М. Разведка недр на благо страны // Казахстанская правда, 1.02.2014 г. с. 2.
16. Ракишев Б.М. Роль минерально-сырьевых ресурсов в развитии стран СНГ -Международная научная конференция, «Развитие наук о земле в Кыргызстане: состояние, проблемы и перспективы» с. 282-287 Бишкек, 22-23.10.2015
17. Ракишев Б.М. Роль и перспективы минерально-сырьевых ресурсов в развитии экономики Казахстана Известия НАН РК, серия геологии и технических наук, № 2, 2016. с. 29-39.
18. Ракишев Б.М. Егемен Қазақстан Жері байды-елы бай 27 қыркүйек 2016 ж. б. 3

Сәтбаев металлогеникалық мектебі
Қазақстанның минералдық-шикізат базасын нығайтуда
Б. М. Рақышев

Аңдатпа. Әлем бойынша Қазақстанды болашағы зор ірі және дамыған минералдық-шикізат кешені бар мемлекет ретінде қабылдайды. Қазақстанның минералдық ресурстары экономикалық дамудың, ұлттық қауіпсіздіктің, саяси және әлеуметтік тұрақтылықтың негізі болды және болып қала береді.

Металлогения тәуелсіз ғылыми бағыт ретінде XX ғасырдың ортасында қалыптасты және пайдалы қазбалардың орнын, пайда болуын, даму заңдылықтарын білместен кен орындарын болжау және ашу мүмкін емес екенін түсінуге болады. Алынған кесінді деректерден жер қыртысында кенорынның көптеген геологиялық процестердің өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болатынын, және олардың таралуы белгілі бір заңдарға бағынатындығы байқалды. Кен орындарының пайда болуы, дамуы мен орналасуының осы заңдылықтарын негізге ала отырып әртүрлі кен орындарын болжау және ашу көптеген геологиялық білімнің жетістіктерін синтездейтін металлогенияның мәні болды.

Қ.И. Сәтпаев Қазақстанда үлкен сұранысқа ие болған «металлогеннің металдылығымен үйлесім тапқан» металлогендік мектебінің құрушысы болып табылады. Академик Қ.И. Сәтбаевтың бастамасын шәкірттері мен ізбасарларының көптеген зерттеулері одан әрі дамыта түсті. XX ғасырдың екінші жартысында үлкен жауапты жұмыстарды бірнеше топтар жүзеге асырды: А. К. Каюповтың басшылығымен классикалық геосинклинальдық теория тұрғысынан, ал Г. Н. Щербой басшылығымен геотектоногендердің және жер қыртысының сатылы дамуын көтергенін атап айтуға болады. 1978-1997 жылдары аумақтық өндірістік-геологиялық бірлестіктер аймақтық өңірлік құрылымдық-металлогендік карталары 1:500 000 масштабта жасалынды. Металлогендік жұмыстар Қ.И. Сәтпаев атындағы Геологиялық ғылыми институтының жетекші ғалымдарының қатысуымен – Л. А. Мирошниченко, Н. М. Жуков және т. б. (аймақтық металлогения), Б. А. Дьячков және т. б. (Алтай металлогения), Х. А. Беспяев, Т. М. Жаутиков, Э. Ю. Сейтмуратова және т. б. (асыл металдар және формациялық металлогения), А. Е. Бекмухаметов және т. б. (қара металдар), К. А. Абдрахмановпен (петрометаллогения) және тағы басқа ғалымдардың ат салысуыменен бұл ғылым үшінші мыңжылдықтың басында белсенді әрі жемісті жалғасын тапты. Бұл саланың жақсы дамуына қарамастан, Қазақстанда көптеген пайдалы қазбалар бойынша өткір тапшылық байқалады, бірақ жаңа кен орындарын табу келешегі зор.

Негізгі сөздер: Қ.И. Сәтпаев, металлогения, пайдалы қазбалар, минералдық-шикізат базасы, Қазақстан.

Satbayev metallogenic school
In strengthening the mineral resource base of kazakhstan
B.M. Rakishev

Abstract. Kazakhstan is perceived in the world as a state with a large and developed mineral resource complex with great prospects for further development. Mineral resources for Kazakhstan have been and remain the basis of economic development, national security, political and social stability.

Metallogeny, as an independent scientific direction, took shape in the middle of the XX century and was caused by the understanding that without knowledge of the laws of formation, development and placement of minerals, it is impossible to predict and discover deposits. Since the fragmentary data already obtained began to show that the distribution of mineral deposits in the earth's crust, which are the result of the favorable interaction of many geological processes, obeys certain laws. And the identification of these patterns of formation, development and placement of deposits, and on the basis of this forecast and the discovery of various deposits was the subject of metallogeny, synthesizing the achievements of many geological knowledge.

K.I.Satpayev is the creator of the metallogenic school of Kazakhstan, which has found wide recognition "in harmonious unity with metallogeny and for metallogeny ...". The best traditions and progressive ideas of academician K.I.Satpayev have found further development in numerous studies of his students and followers.

It can be noted that in the second half of the XX century, the most purposeful work was carried out by large teams: from the standpoint of the classical geosynclinal theory under the guidance of A.K. Kayupov, and the stepwise development of the Earth's crust and geotectogens by G.N. Shcherboy. In the period 1978-1997, regional structural and metallogenic maps were constructed on a scale of 1:500,000 by territorial production and geological associations. At the beginning of the third millennium, metallogenic work is actively and

fruitfully continued by leading scientists at the K.I. Satpayev Institute of Geological Sciences – L.A. Miroshnichenko, N.M. Zhukov et al. (regional metallogeny), B.A. Dyachkov et al. (metallogeny of Altai), H.A. Bespaev, T.M. Zhautikov, E.Yu. Seitmuratova et al. (noble metals and formation metallogeny), A.E. Bekmukhametov et al. (ferrous metals), K.A. Abdrakhmanov et al. (petrometallogeny), and many others. Despite the apparent prosperity, there is already an acute shortage of many priority minerals in Kazakhstan, but the prospects for discovering new deposits are huge.

Keyword: K.I.Satbayev, metallogeny, minerals, mineral resource base, Kazakhstan.

CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL CORRELATION SECTION BASED ON THE DATA OF DRILLING WELLS AND LOGGING STUDIES IN THE SELECTED AREAS ON THE PROFILE OF MUBAREK-GUZAR-BOYSUN-BOBOTAG

Jumaev D.D. 

National university of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent

dostonbekjumayev777@gmail.com

Abstract. Today, it is well known that minerals and mineral resources are extracted from the upper part of the earth's crust, and it is difficult to extract deep crops using existing technologies. In this case, it is important to study the surface layer and model it according to certain physical and geological parameters. The development of such models will require the use of reliable and accurate sources, such as drilling wells and logging data. The object of our study is the territory of southern Uzbekistan, based on the evidence of existing boreholes on the profile of Mubarek, Guzar, Boysun and Bobotag for cutting. As a result of the analysis of the cross section, it is possible to get an overview of the boundary depths of the layers formed in certain periods on the profile, as well as the position of the layers relative to each other. It is also possible to distinguish the position and location of tectonic structures and faults in the section with high accuracy.

Keywords. geological-geophysical model, logging, tectonic structure, facies model, synthetic seismogram.

Logging methods are based on the study of the physical properties of rocks - density, porosity, natural radioactivity, electrical conductivity, and more. These properties are compared with the petrographic, granulometric and mineral composition of rocks, density, porosity, chemical composition of the liquid that fills the porosity. Many methods of logging have been developed. The main ones are neutron, density, gamma-logging, natural potential methods, acoustic, electrical and inclinometric logging. Physical measurements are made using a probe that is lowered into the wellbore. The probe records the change in all the properties of the rocks along the entire cross section and describes them using the curves in the logging diagrams. Because the logging curves are continuous along the entire length of the borehole, they are of great importance in determining the rock sequence, the boundaries between them.

Logging methods are extremely useful in the study of closed areas. It serves as the only source of information for stratigraphic separation and comparison of sections in such regions. However, the interpretation of logging diagrams is not effective if geological data are not taken into account. Therefore, it is difficult to interpret logging diagrams without using the results of the study of rock cores opened by a borehole. Reliable results can be obtained only after a detailed study of the core drill wells obtained from the core.

Base drill wells will be studied according to the design, based on the requirements for strata of local and regional stratigraphic strata. As a result of the processing of lithological and paleontological data, a sectional stratification scheme is created, along with the justification of the lithological composition of the deposits, the boundaries and age of the stratigraphic strata. Based on this data, geophysical indicators are calibrated and geophysical criteria are developed for the separation of rocks of different composition and the nature of the surfaces between the layers. That is, geophysical standards are adopted for the lithological types of deposits in the interpreted sections based on the data of different methods of logging. Then computer programs that process geophysical data are created and the lithological structure of the sections is automatically interpreted. This can be done without a computer. However, the conclusion reached in this case is not very reliable or requires a lot of work [1,2,3,4].

Logging data is also used to interpret sediment accumulation properties. In coastal deposits, regression is accompanied by confusion of information at the top of the transgressive-regressive cycle. In the transgressive bedrock, the rough deposits are located at the base of the cycle, which are replaced by clay deposits depending on the height. Alluvial cycles have a similar structure. Using logging, the facies are separated, taking into account the geological data obtained in the study of cores. In particular, the angle of inclination of the layers is determined using the inclination device

based on the depth logging data. The emergence of this method is very helpful in the analysis of reef massifs, bar sands, delta and turbidite deposits associated with the formation of facies. It is used to determine the primary slope of the layers surrounding the reef massifs or covering the delta and subsea discharge cones. Based on the comparison of logging diagrams, cross-section comparison schemes are constructed. In this way, facies models of lithostratigraphic layers are created. They can be applied to the cross section of non-core drilled wells.

From the NGV map of Bukhara-Khiva, South-West Gissar and Surkhandarya for the purpose of studying the depth structure of the crust (2-4 km) on the selected research profile (Mubarak-Guzar-Boysun-Bobotag) on the basis of logging studies (QGT) and drilling wells data, one borehole from Jayron, Karim, Shim.Maymanak, Shim.Shurtan, Gumbulak, Beshirkak fields around the profile was selected for correlation (areas and profile direction are shown in Figure 1).

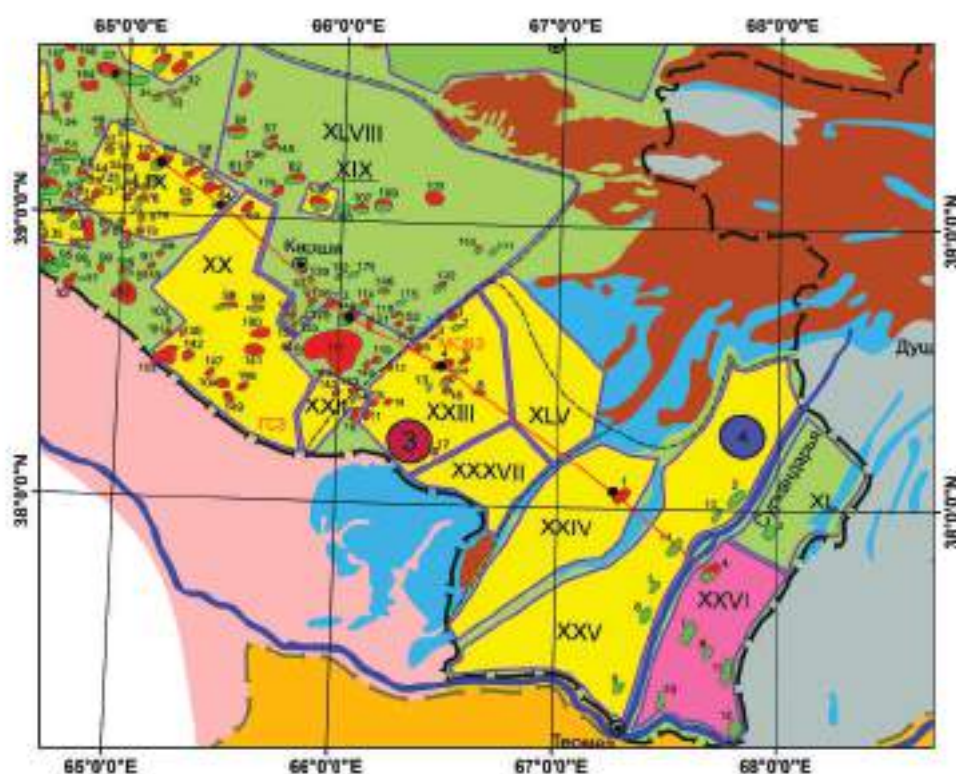


Figure 1- Location of the profile on the oil and gas map of the selected areas for the purpose of correlation of drilling wells.

The geological sections constructed on the basis of interpretation of logging evidence on boreholes with a total length of about 350 km are intended to form a geological geophysical correlation section with the tectonic structure of the area and the location of faults in the above-named areas. Before correlating the boreholes in these areas with each other, one borehole for each field was selected and interpreted based on logging evidence (mainly electrical logging).

Interpretation of the results of logging was based on research conducted on drilled wells in the fields of Jayron, Karim, Shim.Maymanak, Shim.Shurtan, Gumbulak, Beshirkak [2,3,4,6]. In the logging diagrams we interpreted, mainly electrical logging methods: natural fields (PS), apparent specific resistance r_k (KS), cavernometry (DS), served as a means of separating the cross sections of the wells under study. In the process of interpretation, using the apparent resistance diagrams, the boundaries of the location of the layers, their thicknesses (by cross section of the well) were found.

In this case, the boundary of Paleogene deposits was clearly separated from the logging diagram obtained for the whole well, and the boundary of Cretaceous deposits was completely separated only in the area of the Toron platform.

Using standard logging diagrams, i.e., specific reflection patterns in rock logging diagrams and information about the geological structure of the area, the lithological composition of the horizons was determined and a lithological column was constructed for each well section listed in these study areas. Combining these interpreted data and using a 1: 1000000 scale geological map of Uzbekistan (V.V. Mikhailov, V.V. Chirikin, N.G. Saidova, B.I. Pinkhasov, Tashkent-2010) correlation geological-geophysical model formed (Figure 2).

Logging results and conclusions on correlation cross section

The geological structure of the selected areas for correlation was based on the study of the specifics of the petrophysical properties of carbonate and terrigenous deposits and their interpretation and generalization. Geophysical data, geophysical surveys (logging) and deep drilling materials were used in the wells.

Thus, on the basis of processing, interpretation of QGT and deep drilling data and generalization of the results of all geological-geophysical, prospecting works, the following conclusions were reached:

- Although the Quaternary + Neogene deposits are observed in large thickness (1000-1500) in the central parts of the Bishkent basin and Surkhandarya megacline, 1000 geophysically, in the South-West Gissar region (profile, 180-250 km) as well as in the wings of the Boysun basin (profile, 250-260 and 290-310 km) these complex products are not observed. On the north-western side of the profile, in the Jayron area, these deposits were 45-70 m thick, while in the North Shurtan section, the complex formed a layer 1500 m thick. It can be observed that the total thickness of Neogene-Quaternary deposits in the Boysun Basin was around 1000m in the Beshirkak area. There is a significant difference in the thickness of Paleogene formations, in the area of the Turan platform and in the Surkhandarya basin. In the north-eastern part of the profile, the thickness of these crops is 110-120 m, while in the south-western part it is 300-350 m. Paleogene rocks are found on the surface of the Gumbulak basin and in the two wings of the subduction basin. These complex deposits are also not observed on the profile (in the south-western part of Gissar (200-250km)) and on board the Boysun syncline.

- In the built profile, the thickening of deposits of the Cenozoic (Quaternary, Neogene, Paleogene) period is observed in the Bishkek basin (North Shurtan area), Boysun basin (Beshirkak area) and in the central part of the Surkhandarya megasyncline (Lalmikor area). In the northwestern part of the Gumbulak area and on the southwest side of the profile (210-240km), as well as on the wings of the Boysun syncline (250-260km and 295-305km), chalk deposits lie on the surface. The change in the thickness of the buried part from 1000m to 1100m in the profile part of the platform is reflected in the well data from Jayron, Karim, Shim. Maymanak, Shim. Shurtan, Gumbulak fields. and we can observe that the lower boundary is not opened (in Beshirkak Square). The Upper Cretaceous formations themselves are 900-1000m in the Beshirkak area. During the period of alpine deformation tectonogenesis, it was this structural layer that lifted itself up during the rise of the Boysun Mountains during collision movements and caused it to rise to the surface. As a result, the amplitude of tectonic faults in the geological work of external geological processes, in particular the South-West Gissar fault (180 km), Kelif-Sherabad fault (250 km) and other small tectonic faults, reduced layer thickness and even washed away in some areas. 235-250km) can be observed.

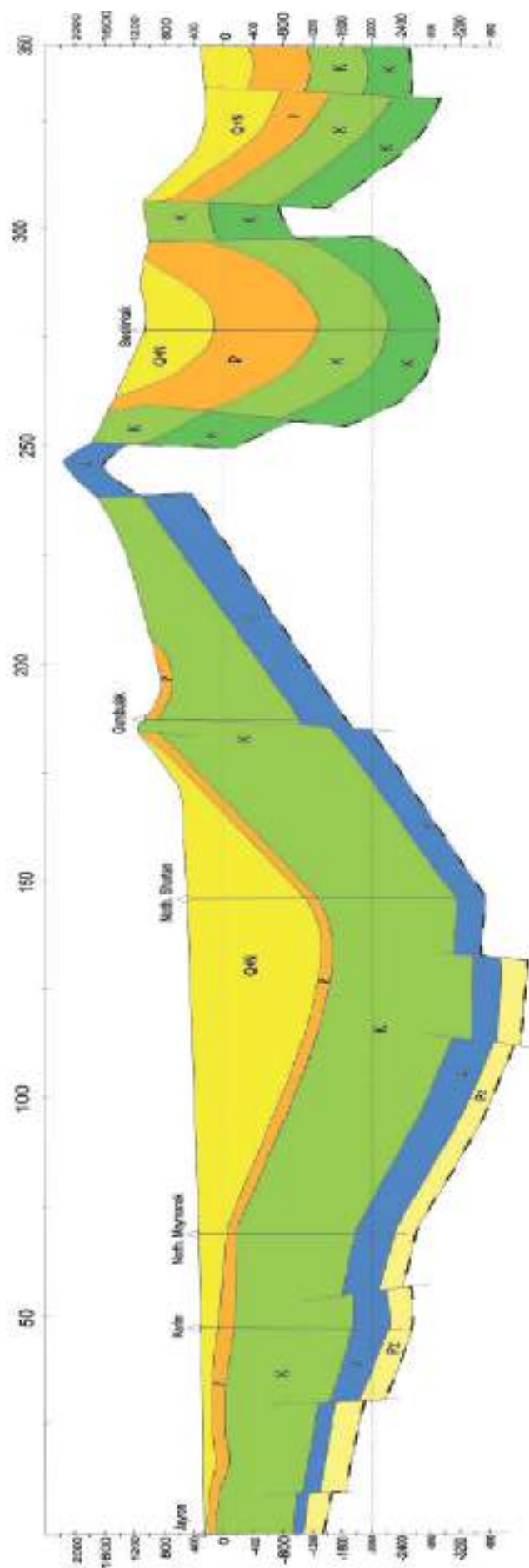


Figure 2-The geological-geophysical correlation section based on drilling wells and logging data was constructed using data from Uzbekgeofizika: Jumaev D.D. (2022). Profile length 350km. Scale: horizontal 1: 175 000, vertical 1: 2000.

- The Jurassic strata, which are part of the Mesozoic erathemus and are considered promising for hydrocarbons, can be observed only in the formation of stepped grabens as a result of several tectonic faults in the platform. At the Bukhara stage, the thickness of Jurassic crops was 120-160 m (Jayran area), while at the Chorjo tectonic stage, the complex was 400-500 m (Karim, Shim.Shurtan fields). This can be seen as evidence that the salt-anhydrite complex at the Bukhara stage has been washed away. By the middle of the profile (in the Shim.Shurtan area) only the upper Jurassic formations were recorded in the Drilling well data, and the lower limit of the Jurassic period was not discovered in this drilled well. In three of the selected wells (Jayron, Karim, Shim.Maymanak) rocks belonging to the Paleozoic erathema were discovered and described as granite-granodiorite (Jayron, Karim) and shale (Shim.Maymanak) rocks.

- Judging by the location of the tectonic fault zones described in the correlation section of the wells, it should be noted that Jurassic products are more likely to be hydrocarbon-friendly, as all deep faults are more likely to form Jurassic and shielded caps.

REFERENCES

1. Egamberdiev M.E., Mirkamalov X.X., Usmanov G.O. New data on the geological structure and oil and gas potential of the Baysun trough (Southern Uzbekistan). // *Geology and oil and gas potential of the Jurassic deposits of Southern and Western Uzbekistan. Proceedings of IGIRNIGM*, Vol. 60. Tashkent: SAIGIMS. 1986. S.85-97.
2. Abdullaev G.S., Bogdanov A.N., Eidelnant N.K. The current state and prospects for the development of geological exploration for oil and gas in the Bukhara-Khiva region of the Republic of Uzbekistan. // *Journal "Oil and gas geology. Theory and Practice"* St. Petersburg-2020.
3. Abdullaev G.S., Bogdanov A.N., Eidelnant N.K. The current state and prospects for the development of exploration work for oil and gas in the South-West-Gissar region of the Republic of Uzbekistan. // *Journal "Oil and gas geology. Theory and Practice"* St. Petersburg -2020.
4. Abdullaev G.S., Bogdanov A.N., Eidelnant N.K. The current state and prospects for the development of geological exploration for oil and gas in the Surkhandarya region of the Republic of Uzbekistan. // *Journal "Oil and gas geology. Theory and Practice"* St. Petersburg -2020.
5. Azimov P.K., Akhmedzhanov M.A., Borisov O.M. Paleotectonic history and perspectives of oil and gas bearing intermountain basins of orogenic regions in the east of Central Asia. // *Geology of oil and gas*. - 1979. - No. 12. - P.35-41.
6. JSC "IGIRNIGM" and "Uzbekgeofizika" OAZ fond materials

Построение и анализ корреляционного геолого-геофизического разреза по данным бурения скважин и каротажных исследований на выделенных участках по профилю Мубарек-Гузар-Бойсун-Боботаг

Жумаев Д.Д. 

Аннотация. На сегодняшний день общеизвестно, что полезные ископаемые и минеральные ресурсы добываются из верхней части земной коры, а добывать глубинные культуры при существующих технологиях затруднительно. В этом случае важно изучить поверхностный слой и смоделировать его по определенным физико-геологическим параметрам. При разработке таких моделей необходимо будет опираться на надежные и точные источники, такие как данные бурения скважин и данные каротажа. Объектом нашего исследования является территория Южного Узбекистана, по свидетельству существующих скважин на разрезе Мубарек, Гузар, Байсун и Боботаг. В результате анализа разреза можно получить представление о граничных глубинах слоев, сформировавшихся в определенные периоды на профиле, а также о положении пластов друг относительно друга. Также возможно с высокой точностью выделить положение и расположение тектонических структур и разломов в разрезе.

Ключевые слова. геолого-геофизическая модель, каротаж, тектоническое строение, фациальная модель, синтетическая сейсмограмма.

Мубарек-Гузар-Бойсун-Боботаг бейіні бойынша бөлінген учаскелерде ұңғымаларды бұрғылау және каротаждық зерттеулер бойынша корреляциялық геологиялық-геофизикалық қиманы құру және талдау
Жұмаев Д.

Аңдатпа. Бүгінгі таңда пайдалы қазбалар мен минералды ресурстар жер қыртысының жоғарғы бөлігінен алынатыны белгілі, ал қолданыстағы технологиямен терең дақылдарды алу қиын. Бұл жағдайда беткі қабатты зерттеп, оны белгілі бір физика-геологиялық параметрлерге сәйкес модельдеу маңызды. Мұндай модельдерді жасау кезінде ұңғымаларды бұрғылау және каротаж деректері сияқты сенімді және нақты көздерге сүйену қажет болады. Біздің зерттеу нысаны-Мубарек, Гузар, Байсун және Боботаг кенішіндегі ұңғымалардың дәлелі бойынша Оңтүстік Өзбекстанның аумағы. Кесуді талдау нәтижесінде профилде белгілі бір кезеңдерде пайда болған қабаттардың шекаралық тереңдігі, сондай-ақ қабаттардың бір-біріне қатысты орналасуы туралы түсінік алуға болады. Секцияда тектоникалық құрылымдар мен ақаулардың орналасуы мен орналасуын жоғары дәлдікпен бөлуге болады.

Негізгі сөздер. геологиялық-геофизикалық модель, каротаж, тектоникалық құрылым, фациалдық модель, синтетикалық сейсмограмма.

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

И.А. Турдибаев^{ib}, Истекова С. А.^{ib}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

I.Turdibayev@stud.satbayev.university

Аннотация. В статье исследована информативность сейсмических разрезов при изучении геологического строения рудных районов Центрального Казахстана. 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 и драгоценные металлы и обеспечивают изучение глубинных геологических структур, вмещающие рудоносные горизонты, а в некоторых случаях могут использоваться для прямого выделения рудных залежей. Показана возможность современных методов обработки сейсморазведочных данных для повышения разрешенности сейсмических данных и получения качественного сейсмического разреза. На основе анализа материалов обработки сейсморазведочных данных участка исследований определен универсальный граф обработки, который позволяет получить детальные временные и глубинные разрезы рудных районов и обеспечивает изучение геологического строения участка с высокой достоверностью.

Ключевые слова. Сейсморазведка 2D, метод общей глубинной точки (МОГТ), граф обработки, отраженные волны, амплитуды, помехи, ProMAX SeisSpace.

В настоящее время при проведении сейсморазведочных работ все большее значение получают методы обработки, повышающие разрешающую способность данных сейсморазведки. При цифровой обработке сейсмической информации используют методы преобразования исходных полевых сейсмограмм во временные разрезы, используемые для структурных построений и изучения геологической среды. В сейсморазведке считается, что регистрируемые колебания являются суммой сигналов и помех (шумы). В МОГТ сигналом являются однократно отражённые волны, используемые для построения геологических границ, а вся другая информация относится к шуму. Поэтому при обработке сейсмических данных основная задача – подавить помехи и извлечь полезный сигнал, отвечающий отраженной геологической границе, с наименьшими искажениями [2].

Граф предварительной обработки в настоящее время выполняется в мобильном вычислительном комплексе на базе сейсмической партии. Основная задача этого графа – оперативная оценка методики полевых работ и качества полученного сейсмического материала. Граф стандартной и все последующие графы выполняются в стационарных условиях в офисах геофизических компаний. Основная задача графа стандартной обработки – получение оптимального временного разреза [3].

На различных этапах геологоразведочного процесса выделяются следующие задачи обработки:

- обработка данных, зарегистрированных с помощью конкретных схем наблюдения 2D, 3D, криволинейные или широкие профили;
- выделение и прослеживание заданных, целевых горизонтов;
- достижение высокой разрешенности или повышение разрешенности по сравнению с ранее полученными результатами на данной площади;
- обеспечение точных структурных построений для целевых горизонтов;
- обработка и увязка данных, зарегистрированных методами ВСП, корреляционным методом преломленных волн (КМПВ), многоволновой сейсморазведки;
- дополнительное повышение точности, разрешенности и сохранения кинематических и динамических особенностей материала, что характерно при последовательном переходе от регионального этапа геологоразведочных работ к детализационному;
- дополнительное повышение точности и надежности структурных построений глубоко расположенных целевых горизонтов за счет максимального исключения влияния вышерасположенных геологических объектов;

- для задачи мониторинга месторождения при повторном цикле исследований требование проведения обработки с жестким сохранением графа, который использовался в начале цикла мониторинга, а при необходимости включения в граф новых процедур, требование переобработки всего объема данных (новых и старых).

На сегодняшний день в Казахстане получены положительные результаты по 2D и 3D полевым сейсморазведочным работам на различных месторождениях твердых полезных ископаемых. Сейсмические исследования методами КМПВ, МОВ, ГСЗ в Центральном Казахстане проводились в комплексе с другими геофизическими работами начиная с 1961-64гг. (Эренбург М.С., Журбицкий Б.И., Строкин Ю.А., Котляров А.М., Смирнова Н.Н. и др.) и были сосредоточены в районе Джезказганской синклинали. Эти работы позволили получить единое представление об этой структуре и характере распределения минерализации на её бортах и сделать обоснованные прогнозы для поисков медных руд. Сейсморазведкой было подтверждено наличие выявленных ранее тектонических нарушений.

В 1996-97гг. Акционерное общество «Жезказгангеология» (Смирнова Н.Н.) впервые провела сейсморазведку МОГТ-24-кратное профилирование с поисковым бурением в северо-восточной части Джезказганской впадины. Целью работ являлось выявление перспективных на медистые песчаники структур, изучение геологического разреза верхнепалеозойских отложений, трассирование тектонических нарушений и проверка медоносности выявленных структур. В результате были прослежены опорные отражающие горизонты R_{III} (подошва отложений C_1), R_{II} (подошва отложений C_{2ts}), R_I (низы подошвы C_{1v2}), зона Теректинского разлома и другие нарушения. Оценена глубина залегания подошвы продуктивной Таскудукской свиты (Рисунок 1).

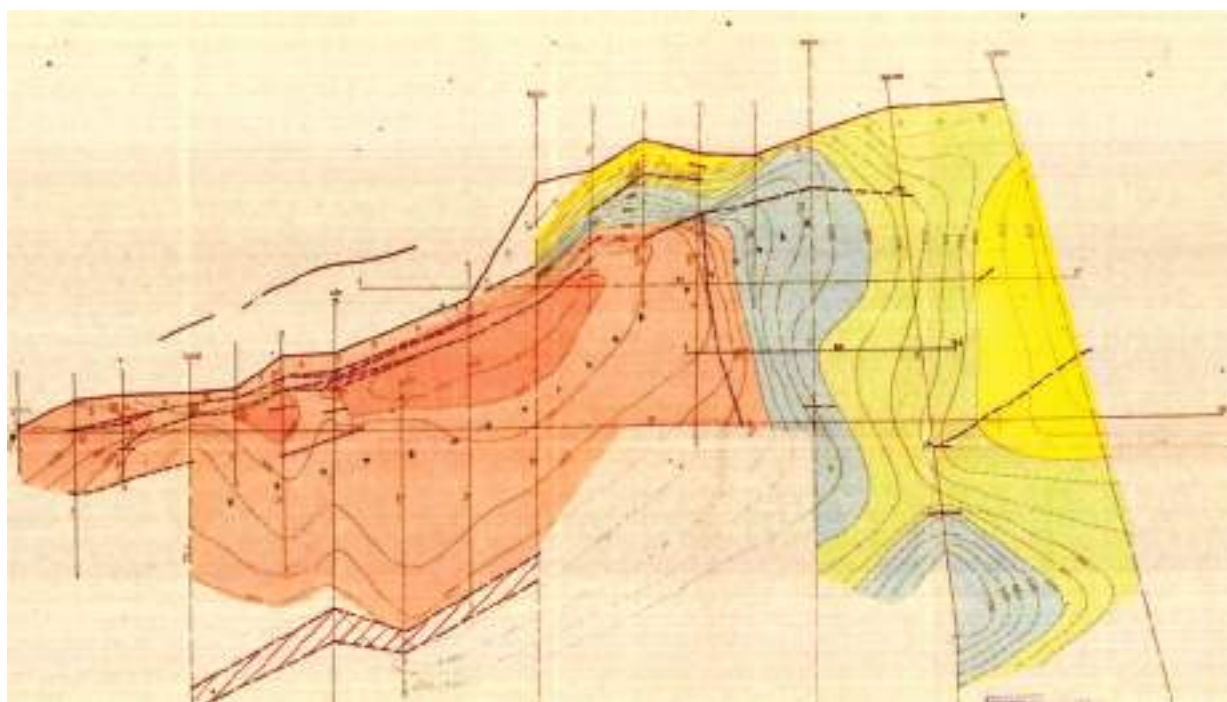


Рисунок 1 - Схема изоглубин по опорному отражающему горизонту R_{II} (подошвы C_{2ts})

Основное назначение цифровой обработки на перспективных участках Жиландинского рудного района (Рисунок 2), расположенного в северной части – Жезказганской синклинали - преобразование первичных сейсмических данных к виду, обеспечивающему их эффективную интерпретацию.



Рисунок 2 - Обзорная карта района работ

Сейсмограммы по всем профилям отработанным МОВ, с целью получения временных и глубинных разрезов обработаны с использованием программного пакета SeisSpace (Halliburton). В процессе обработки сейсмических материалов было выполнено тестирование процедур и их параметров. Для выбора графа стандартной обработки тестирование проводилось по исходным и суммарным трассам. На основании анализа результатов тестирования и графиков зависимости амплитуды сигнала от времени был выбран показатель функции усиления $N=1.8$. На рисунке 3 показаны фрагменты суммарного разреза до и после восстановления амплитуд и соответствующие графики зависимости амплитуды сигнала от времени регистрации. Критерием выбранного скалярного показателя является степень выравнивания амплитуд вдоль оси времени регистрации на сейсмограммах.

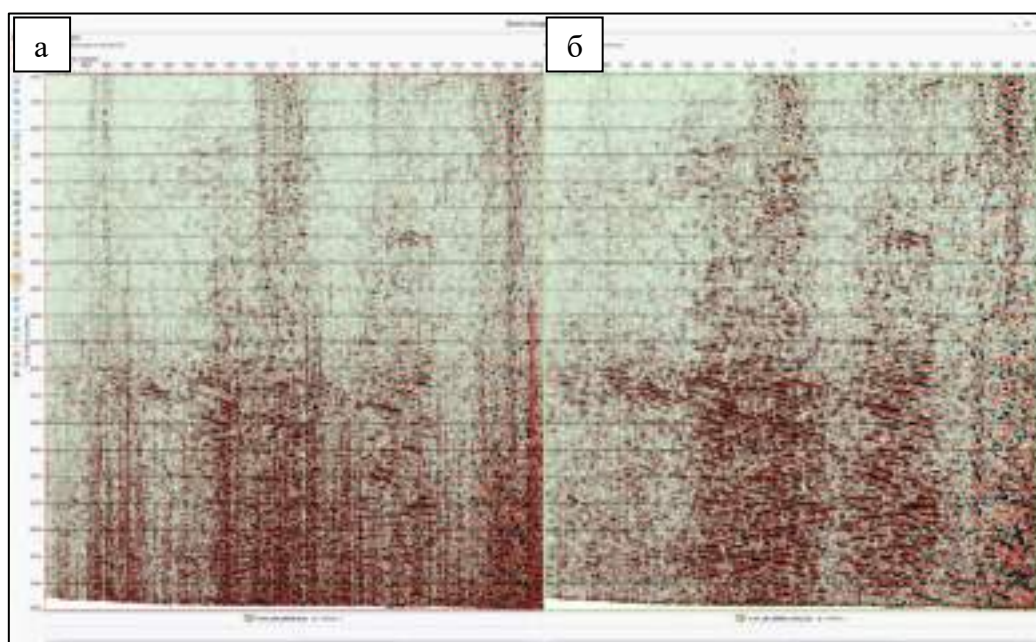


Рисунок 3 - Фрагмент временного разреза: а - до; б - после подавления помех

Анализ суммарных разрезов показывает правильность выбора параметра скалярной величины $N=1.8$. Для подавления аномальных значений амплитуд в зоне ближних удалений применялась процедура *Scale с коэффициентом подавления 0.5, фильтр высоких частот (8–16 Гц). По сейсмограммам ПВ применялась процедура *TFD – осреднение аномальных значений амплитуд путем расчёта усредняющего амплитудного скаляра (на базе 3 трасс) по исходным данным (рис.4)

По данным анализа получены значения кажущейся скорости (наклон) и частотный состав поверхностной волны-помехи. Модуль Surface Wave Noise Attenuation преобразует данные из области Время-Удаление (Т-Х) в область Частота-Удаление (F-X), где происходит замешивание частот соседних трасс. На каждой конкретной частоте количество трасс для замешивания определяется выражением:

$$mix = \text{скорость} / (\text{частота} * \text{расстояние между трассами})$$

Частоты выше предельной частоты не затрагиваются. После чего данные преобразуются обратно в Т-Х область. Для подавления энергии помех, вызванных поверхностной волной, по исходным данным тестировалось применение процедуры FK- фильтрации.

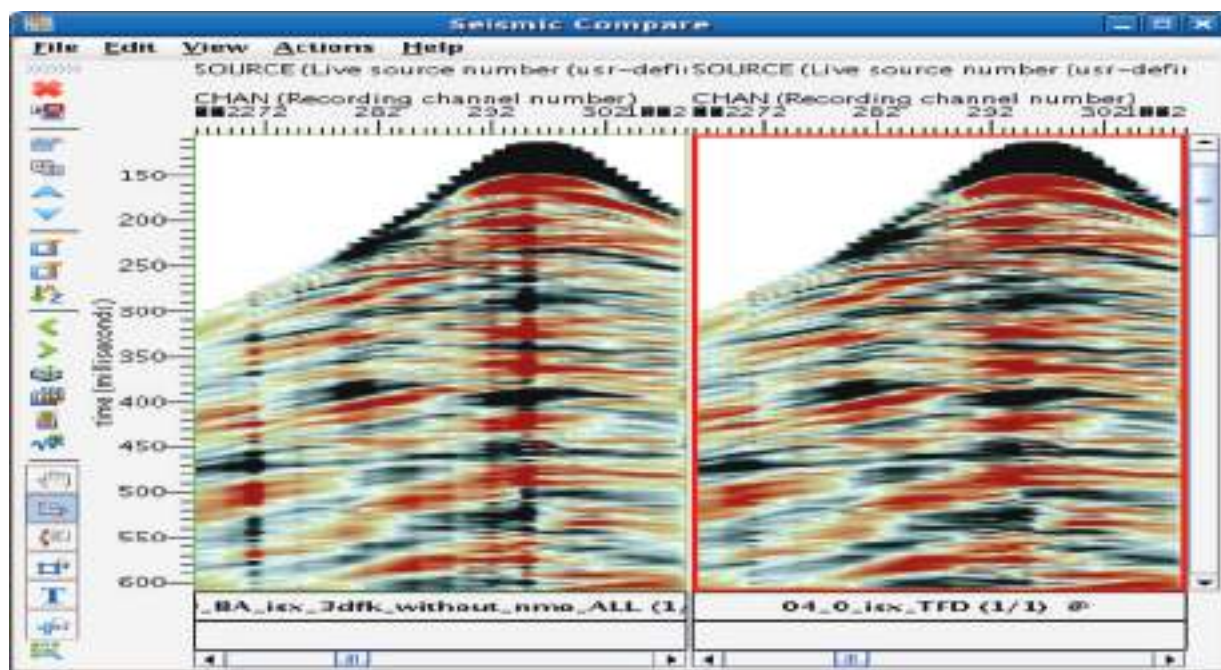


Рисунок 4 – Фрагмент сейсмограммы до и после подавления шума методом TFD

После применения последовательности TFD, NOISE, FK, SNAP для вычитания когерентных шумов, имеющих, в отличие от полезного сигнала, линейную не гиперболическую форму, был протестирован метод прямого и обратного Тау-Р преобразования. На примере временных разрезов видно, что после применения процедуры TFD несколько уменьшило фон помех, в результате чего улучшилась прослеживаемость ОВ на времени 4,5–5,5 с (Рисунок 5).

Просматриваются отраженные волны на времени 3,2 с, однако помехи вычтены не полностью. Применения фильтрации показало, что отраженные волны стали динамически выразительнее, улучшилось их разделение. Вместе с тем на разрезе повысился фон высокочастотных помех.

Для компенсации влияния поверхностно-геологических условий на амплитуды индивидуальных ПВ, ПП и удалений тестировалась и применялась процедура поверхностно-согласованного выравнивания амплитуд (SCAC). Тестировались факторы для расчета и применения амплитудных коэффициентов в интервале времени (200–5800) мс

- регулировка амплитуд по пунктам взрыва (ПВ) и пунктам приема (ПП);
- регулировка амплитуд по пунктам взрыва, пунктам приема и удалениям.

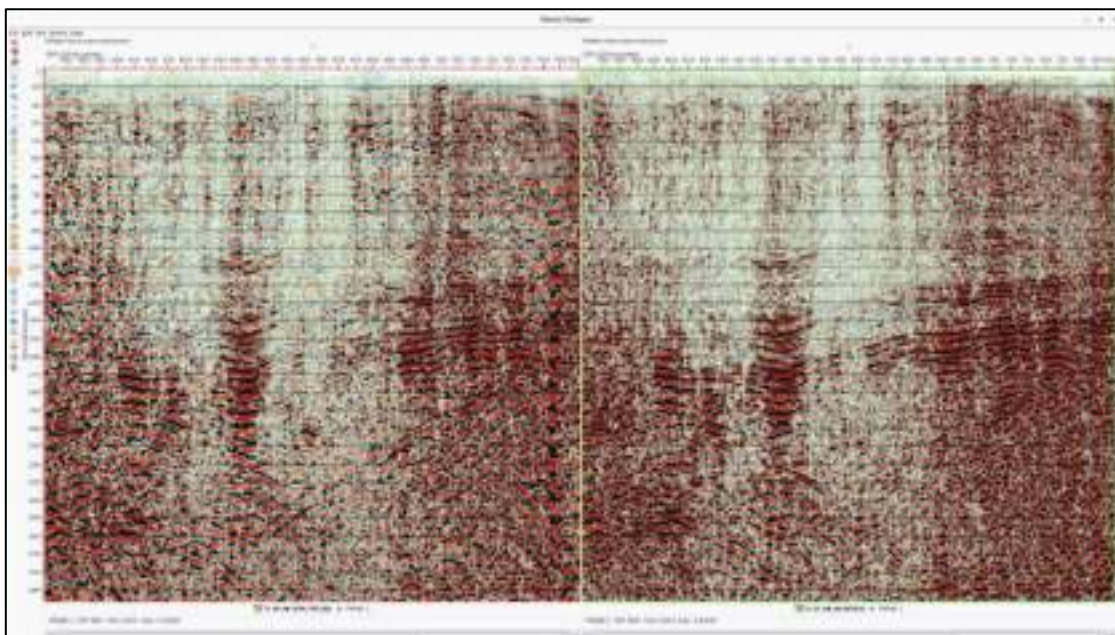


Рисунок 5 – Фрагмент временного разреза до и после применения процедуры SCAC и деконволюции.

Для получения максимальной вертикальной разрешённости сигнала и расширения спектра в диапазоне полезных частот тестировались алгоритмы деконволюции (Рисунок 6):

В значительной степени качество временного разреза, надежность прослеживания отраженных волн повышаются после коррекции кинематических и статических поправок. Для оптимальной коррекции статических поправок предварительно произведен анализ кинематики с шагом 500 м.

В качестве дополнительного и альтернативного метода для отображения сейсмических границ в сложных геологических районах был опробован метод глубинной миграции до суммирования (ГМДС). Была выбрана комбинированная скоростная модель до времени 0–700 мс – 115%, 800 мс – 100%, 2500 мс – 100%. Размер $\frac{1}{2}$ апертуры = 895 м., что соответствует максимальным удалениям «взрыв-прибор».

В качестве основного и надежного метода для сред с резким латеральным изменением скорости в среде используется алгоритм Кирхгоффа. Для тестирования ГМДС был выбран следующий граф (последовательность) обработки в глубинной области:

Таблица 1 - Граф (последовательность) обработки в глубинной области

Последовательность	Процедуры
1. Подготовка глубинно-скоростной модели	а) предварительное сглаживание скоростной модели, полученной в ходе временной обработки; б) конвертирование куба скоростей суммирования ОГТ в интервальные скорости по времени (VIT); в) пересчет интервальных скоростей из временного масштаба (VIT) в глубинный (VID).
2. Подготовка сейсмограмм для расчета ГСМ	а) сортировка по удалениям и Inline/Xline.
3. Расчет таблиц теоретических времен пробега (таблиц ТТ):	а) инициализация (выбор количества таблиц ТТ); б) расчет таблиц ТТ; в) контроль качества рассчитанных таблиц ТТ.
4. Глубинная миграция до суммирования (1-я итерация)	а) анализ скоростей в глубинной области – выбор остаточных поправок (RMO); в) глубинная миграция до суммирования (2-я итерация); г) анализ скоростей в глубинной области – выбор остаточных поправок (RMO); д) окончательная ГМДС и суммирование.

В ходе итерационного уточнения модели выполнялся анализ остаточных кинематических поправок и учет этих поправок в модуле трехмерного томографического анализа поля скоростей. Процедура автоматизирована и требует пересчета таблиц ТТ и задание параметра томографических итераций для обновления модели.

На рисунке 6 приведен пример анализа остаточных кинематических поправок (RMO) для уточнения глубинно-скоростной модели на участке.

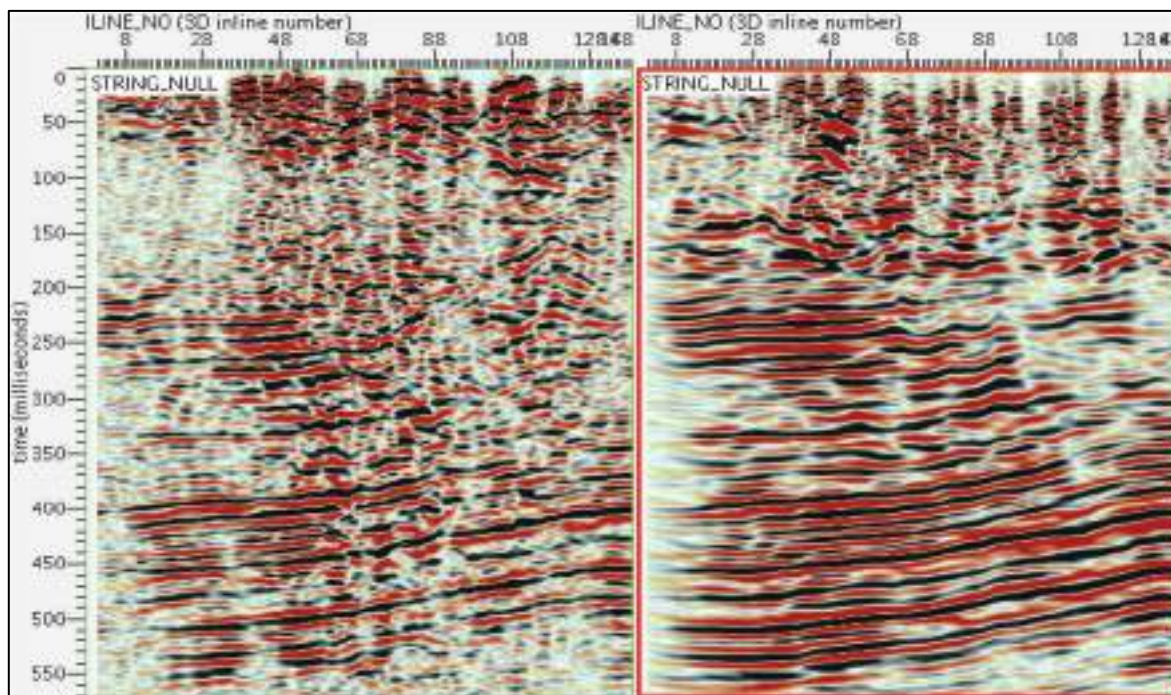


Рисунок 6 – Временная миграция

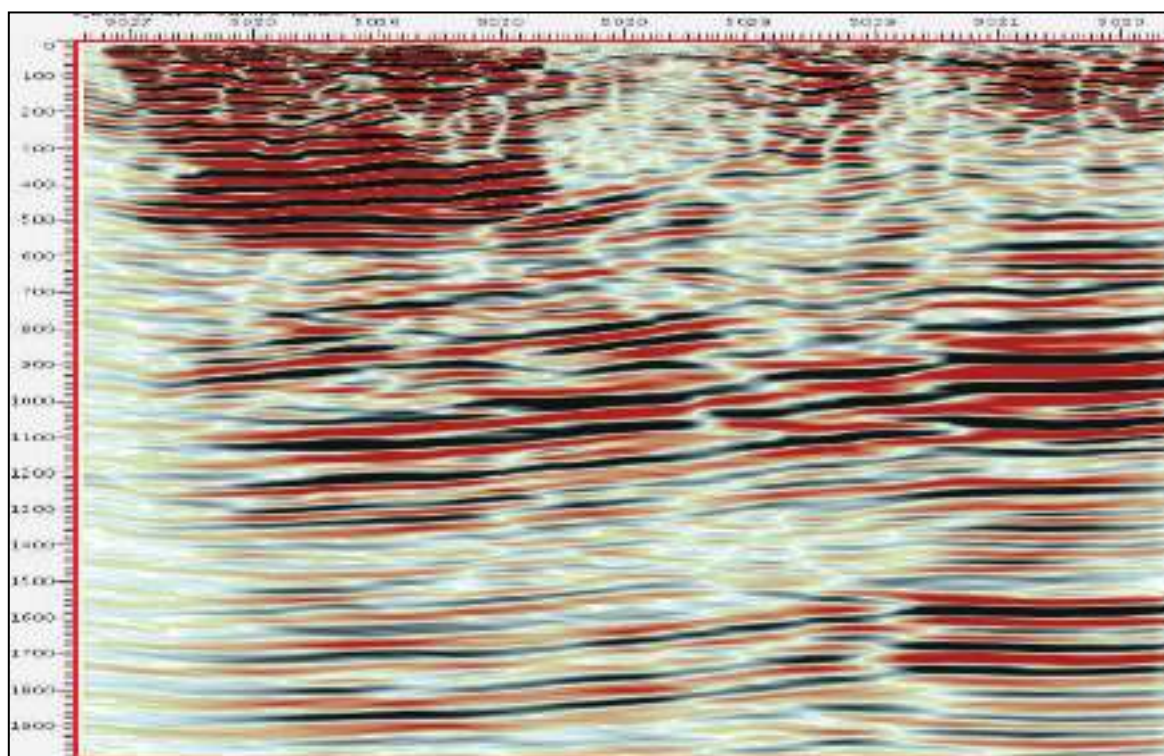


Рисунок 7 - Глубинная миграция до суммирования

Глубинная миграция показала сильные краевые эффекты по контуру площади, связанные с недостаточной кратностью в этих участках, а также неоптимальным размером участка исследований (Рисунок 7).

Из полученных результативных разрезов следует, что выбранный граф обработки достаточно полный, включает в себя почти все имеющиеся в системе процедуры, способствующие улучшению разрешенности сейсмической записи.

Таким образом, сейсмический материал по анализируемой площади Центрального Казахстана, показал, что в ее пределах регистрируются отраженные волны от границ горизонтальных и с малыми углами наклона (до 15-20°). В отдельных случаях угол наклона отражающих границ составляет 30-40°. Кроме отражений от границ литолого-стратиграфических, на разрезах присутствуют отражения от плоскостей разрывных нарушений, которые выделялись по резкой смене волновой картины, резкому изменению углов наклона отражающих площадок и по смещению опорных волн на сейсмограммах и временных разрезах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берзон И.С., Караев Н.А., Пузырев Н.Н. Современное состояние и пути развития рудной сейсморазведки // Вопросы разведочной геофизики: Сб. ст. – Л.: Недра, 1966. – Вып. 1. – С. 3–15.
2. Степанов А.В. Обработка сейсмических данных: Учебно-методическое пособие к курсам повышения квалификации «Петрофизика и геофизика в нефтяной геологии». -Казань: Казанский университет, 2013.- 24 с.
3. Sirazhev A.N., Istekova S.A. Geological and geophysical conditions for application of 3D seismic in mineral exploration Conference Paper // NSg-2021. 27th European Meeting on Environment and Engineering Geophysics. France. Bordo. P. 116–121

Орталық Қазақстандағы кен орындарындағы геологиялық қималарын зерттеуде сейсмикалық мәліметтерді өңдеу ерекшеліктері

И.А. Турдибаев¹ , Истекова С. А.² 

Андатпа. Мақалада Орталық Қазақстанның кенді аймақтарының геологиялық құрылымын зерттеудегі сейсмикалық қималардың ақпараттық мазмұны зерттелген. Сейсмикалық әдістер кен геологиясында пайдалы қазбалардың кең спектрін, соның ішінде негізгі металдарды (Cu, Pb, Zn, Al және т.б.), уранды, алмаздарды және асыл металдарды анықтау үшін көбірек қолданылады және кенді орналастыратын терең геологиялық құрылымдар туралы түсінік береді. Кен горизонттары, ал кейбір жағдайларда кен орындарын тікелей анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін. Сейсмикалық мәліметтерді өңдеуді жақсарту және жоғары сапалы сейсмикалық қиманы алу үшін сейсмикалық мәліметтерді өңдеудің заманауи әдістерінің мүмкіндігі көрсетілген. Зерттелетін аумақтың сейсмикалық мәліметтерін өңдеуге арналған материалдарды талдау негізінде кенді аймақтардың толық уақыттық және тереңдік қималарын алуға мүмкіндік беретін және ауданның геологиялық құрылымын жоғары сенімділікпен зерттеуді қамтамасыз ететін әмбебап өңдеу графигі анықталды.

Негізгі сөздер. 2Д сейсмикалық барлау, ЖТН әдісі, өңдеу графигі, шағылған толқындар, амплитуда, шу, ProMAX SeisSpace.

Features of processing seismic data in the study of geological sections of ore objects in central Kazakhstan

I.A. Turdibayev¹ , Istekova S. A.² 

Abstract. The article investigates the information content of seismic sections in the study of the geological structure of the ore regions of Central Kazakhstan. Seismic methods are increasingly used in ore geology to identify a wide range of minerals, including base metals (Cu, Pb, Zn, Al, etc.), uranium, diamonds, and precious metals, and provide insight into deep geological structures hosting ore-bearing horizons, and in some cases can be used for direct identification of ore deposits. The possibility of modern methods of processing seismic data to improve the resolution of seismic data and obtain a high-quality seismic section is shown. Based on the analysis of materials for processing seismic data of the study area, a universal processing graph was determined, which allows obtaining detailed time and depth sections of ore regions and provides a study of the geological structure of the area with high reliability.

Keywords. 2D seismic survey, CDP, processing graph, reflected waves, amplitudes, noise, ProMAX SeisSpace.

МЕТОДИКА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ GIK ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ УРАНА

Ш.Кисеева¹, Д.Раушанбек^{1,2}, Н.А. Асирбек^{1,2} , А.Шарапатов¹

¹Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

²Филиал ЦОМЭ АО «Волковгеология», Казахстан, г. Алматы

n.assirbek@satbayev.university

Аннотация. Особо важное в настоящее время значение приобретает дальнейшее усовершенствование методов интерпретации на базе цифровой регистрации физических полей и широкого использования для этих целей компьютерных технологий, наряду с традиционными методами, основанными на использовании графических способов и приемов интерпретации. Все это, требует глубоко взвешенного подхода к регламентированию техники, методики проведения отдельных видов работ, обработки получаемой информации и ее интерпретации, которая носит в основном комплексный характер, т.е. выполняется с учетом всех данных, получаемых различными методами.

Представляет методику обработки данных геологического опробования керна и с помощью программы GIK системы «Рудник» для предприятий, ведущих разведку и добычу урана способом подземного скважинного выщелачивания. Программа предоставляет пользователю полный спектр функций для обработки, анализа, а также промежуточных графических построений данных геологического опробования керна по разведочным и технологическим скважинам, разрезам, геологическим и технологическим блокам на всех этапах работ от поисков, оценки, разведки и добычи урана.

Ключевые слова: КНД-М, ГК, уран, ради, интерпретации, коэффициенты.

Исходные данные для решения задач и результаты решения задач хранятся в базе данных системы «Рудник». База данных используется для хранения каротажных диаграмм, результатов их интерпретации, имеет тщательно структурированную форму хранения геологических, гидрогеологических и геотехнологических данных по скважинам и блокам.

В системе «Рудник» используются следующие пути ввода данных:

- ввод данных из файлов каротажных станций (Las-формат, Кобра-формат) в базу данных программой AtomGeo;
- ввод данных в базу данных из файла GIK;
- ввод файлов каротажной станции (Кобра-формат) программой GIK в Excel файл (GIKLet);
- ввод данных в программу GIK путем прямого считывания данных из базы данных Oracle;

На деле в базе данных, возникает комплекс скважин, упорядоченных по повышению их номеров, с характеристиками рудных интервалов по данным каротажа и опробования керна, инклинометрии, геологического и геотехнологического состава объектов. При результате решении определенной задачи, материалы, закономерно объединяются в совокупности.

Мощность рудных интервалов и концентрация в них урана, применявшийся для подсчета запасов, формируются, по данным ГК и гамма-опробования.

Методика работы осуществляется, по контролю и интерпретации результатов всех видов каротажа и радиометрического опробования определяются соответствующими инструкциями.

Для интерпретации результатов радиометрических методов требуется изучить условия радиоактивного равновесия. Такое исследование осуществляется по итогам анализов проб, отбираемых из горных выработок и керна скважин обычными способами.

Оценку качества гамма-каротажа проводят по результатам контрольного каротажа, который должен быть выполнен в объеме не менее 2 скважин в месяц каждым комплексом задействованных в работе приборов. Он может быть выполнен, как и производственных, так и в контрольно-проверочных скважинах (КПС).

В буровых скважинах непременно производится ГК. Целесообразность и правило применения других видов каротажа основывается задачами, проявляется при изучении различных месторождений, и укрепляется в каждом конкретном случае.

Какие-либо ограничения в распределение объёмов контрольного каротажа, выполненного в КПС и производственных скважинах, не вводится. За исключением того, что при проведении контрольного гамма-каротажа в КПС он должен быть выполнен другим оператором, а при его проведении в производственных скважинах – другим комплектом аппаратуры.

Если на участке выполняются исследования по прямому определению урана методом КНД-М, о данные его гамма-канала обязательно используются для контроля основного гамма-каротажа.

Наиболее эффективно метод КНД-м может быть использован для определения параметров уранового оруденения в случаях, когда радиоактивное равновесие между ураном и радием в силу разных причин оказывается смещённым в ту или иную сторону. (Рисунок 1).

В практике возникает именно такая ситуация при промышленной обработке пластово-инфильтрационных месторождений способом подземного выщелачивания. Происходит в процессе выщелачивания в продуктивные растворы переходит на уран, а радий остаётся на месте залегания. Это приводит к мгновенному смещению радиоактивного равновесия между ураном и радием, в конечном счёте, может оказаться отличающимся от равновесного на два и более порядка. Размер этого смещения в каждом случае практически не прогнозируема, результаты определений содержаний урана по ГК из-за значительных погрешностей утрачивает практический смысл. Между тем в процессе подземного выщелачивания для решения различных технологических задач регулярно возникает стремление в оценке остаточных содержаний урана в выщелачиваемых пластах. Это необходимо для контроля за динамикой выщелачивания и оперативного управления данным процессом.

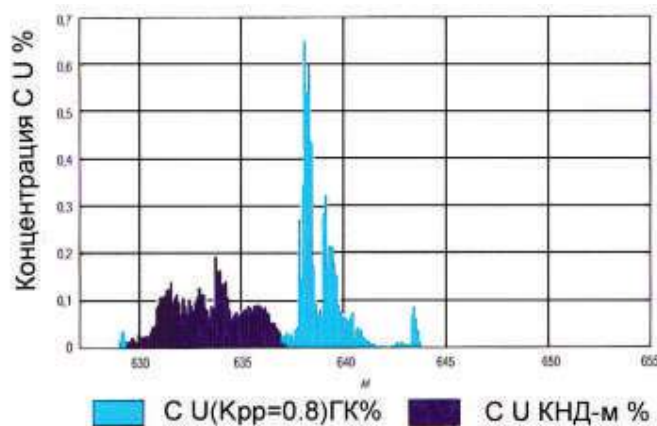


Рисунок 1-Радиоактивное смещение равновесия

Использование данных КНД-м при проведении технологического опыта, при подготовке к эксплуатации и эксплуатации пластово-инфильтрационных месторождений урана дает возможность получить надёжную и полезную информацию, необходимую для решения целого круга задач. Весьма важно отметить, что по КНД-м все изучаемые свойства пород (содержания урана, влажность, объёмный вес и др.) определяются в условиях естественного их залегания. Они избавлены от погрешностей, присущих данным геологического опробования из-за искажений, возникающих в процессе бурения и извлечения керна, его опробования и транспортировки.

Следовательно, на метод КНД-м могут быть возложены и контрольные функции, позволяющие дать надёжную оценку качества и достоверности данных, полученных по результатам геологического опробования керна. На стадии поисково-оценочных, разведочных

работ метод КНД-м используется как контрольный метод, позволяющий более в полном объеме изучить и оценить достоверность поправочных коэффициентов для гамма-каротажа.

Результаты гамма-каротажа являются исходными данными, на которых базируются сведения о параметрах рудных тел (глубина, мощность, среднее содержание) непосредственно влияющих на принятие последующих решений, касающихся как подсчета запасов урана в недрах, так и технологии его извлечение из недр. Поэтому оценке качества полевых материалов, степени их надежности и достоверности должно уделяться особо пристальное внимание. При этом предполагается, что данные каротажа, которые нельзя использовать для решения задач, поставленных перед данным видом исследованием, т.е. относящиеся к «браку», как содержащие погрешности, превышающие допустимые упушения и помехи, которые, нельзя устранить при обработке, но будут выявлены в ходе проведения полевых измерений и причины, их вызывающие, устранены.

Первый этап контроля качества результатов гамма-каротажа по двухбалльной системе брак, удовлетворительно осуществляет оператор каротажной станции.

- результаты контроля работоспособности прибора и стабильности его работы измерениям на контрольном (рабочем) источнике до и после каротажа;
- отсутствие в процессе каротажа сообщений каротаж недопустим, аварийное завершение работ.

Поэтому, если оператор каротажной станции сделал заключение о том, что каротаж скважины завершен, это автоматически означает, качество гамма-каротажа им оценивается как удовлетворительно. Во всех остальных случаях он обязан найти, причину, создающую нештатную ситуацию, устранить ее, а если ему не удастся, - вызвать другую каротажную станцию.

Одной из важнейших операций геологического описания результатов опробования и лабораторных анализов проб является их укладка. Суть укладки проб заключается в увязке результатов опробования и результатов каротажа по форме гамма аномалии.

После выполнения укладки проб, контроля результатов анализов проб на уран и радий, производится выделение рудных интервалов. Программа, используя кондиционные признаки: величину бортовой концентрации урана 0.01%, мощность пустых пород, включаемых в рудный интервал 1м, формирует рудные интервалы, записывает их параметры на лист «РИнтОп» - рудные интервалы по опробованию.

После выделения рудных интервалов по результатам опробования, выполняются расчеты следующих параметров рудных интервалов:

- содержание урана, радия по данным опробования в границах рудных интервалов;
- содержание радия по данным каротажа в границах рудных интервалов, выделенных по результатам опробования;
- тип геохимической обстановки в пределах рудного интервала, его кровле и подошве;
- бортовой концентрации радия соответствующей бортовой концентрации урана.

Параметры рудных интервалов группируют в выборки, используя геоморфологические особенности рудных тел и залежей, а затем подвергают статистической обработке для оценки средних значений параметров в целом по месторождению или отдельной его части.

Метод дает возможность определять в основном водородосодержащие среды. Правильность определения влажности зависит от того, в какой мере корректны наши представления об общей и эффективной пористости исследуемой среды, в какой мере надежны и достоверны наши данные о содержании в этой среде кроме водорода, бора, хлора, кадмия, лития и других редкоземельных элементов.

Как уже было сказано ранее, учет положения зоны пластового окисления является чрезвычайно важной задачей при отработке месторождений урана методом ПСВ. Кроме этого решение данной задачи является весьма трудоемкой операцией требующей обобщения всей известной информации на уровне разреза по нескольким скважинам. Хотя иногда положение зоны пластового окисления по скважинам может быть определено заранее с достаточной для интерпретации точностью. В этом случае в программе GIK предусмотрено решение задачи

путем передачи выделенных ЛФТ в таблицу литологических разностей, с последующей маркировкой зоны пластового окисления.

Перед выполнением расчетов программой GIK пользователь должен оценить точность и достоверности исходных данных, как по каждой отдельной скважине, так и по группе скважин, в т.ч.:

- каротажных кривых КС и ПС;
- литологии, включая контроль правильности кодов литологии и глубин границ литологических разностей, литолого-фильтрационных типов;
- результатов опробования включая контроль правильности ввода глубин границ проб, их литологии и величин содержаний;
- перекрестный контроль каротажных диаграмм, литологических разностей и проб с построением паспортов рудных интервалов, геологических разрезов, планов продуктивности и положения рудных тел;
- правильности выделения рудных интервалов путем сопоставления каротажа и опробования керна;

В процессе подготовки паспорта используются все возможности работы с данными, предоставляемые графическим редактором Excel, который обеспечивает простую и гибкую работу с рисунками, необходимую величину точности результатов графических построений для оценки параметров рудных тел и факторов, определяющих возможность отработки месторождений методом подземного скважинного выщелачивания (Рисунок 2). Перечень этапов работ может быть представлен следующим образом:

- 1) формирование листа рудный паспорт;
- 2) построение рисунка на листе рудный паспорт;
- 3) корректировка литологии на листе рудный паспорт;
- 4) перерасчет параметров рудных интервалов;
- 5) корректировка проб при проведении разведочных работ;
- 6) ввод, корректировка карбонатности, глинистости при проведении разведочных работ.

Формирование выборки сопоставляемых рудных интервалов осуществляется после выделения рудных интервалов по данным гамма-каротажа и опробования керна.

Количественную интерпретацию данных гамма-каротажа проводят с целью определения массовых долей урана в 10 сантиметровых секциях по стволу скважины и массовых долей урана в сечениях рудных тел. Интерпретация основана на связи этих параметров с формой и интенсивностью зарегистрированной при каротаже аномалии. При этом в результаты измерений должны быть внесены все необходимые поправки:

- на поглощение гамма-излучения промывочной жидкостью и обсадными трубами;
- на нарушение радиоактивного равновесия между ураном и радием между радоном и радием;
- на наличие в рудах тория и калия;
- на влажность руд;

Поправки на поглощение гамма-излучения промывочной жидкостью и обсадными трубами определяются конструкцией скважины и скважинного прибора.

Поправки на нарушение радиоактивного равновесия, наличие в урановых рудах тория и калия, на влажность руд, определяют по результатам специальных работ, которые являются неотъемлемой частью всего комплекса геофизических исследований. Поправки оценивают путем статистической обработки данных опробования керна. (Рисунок 3).

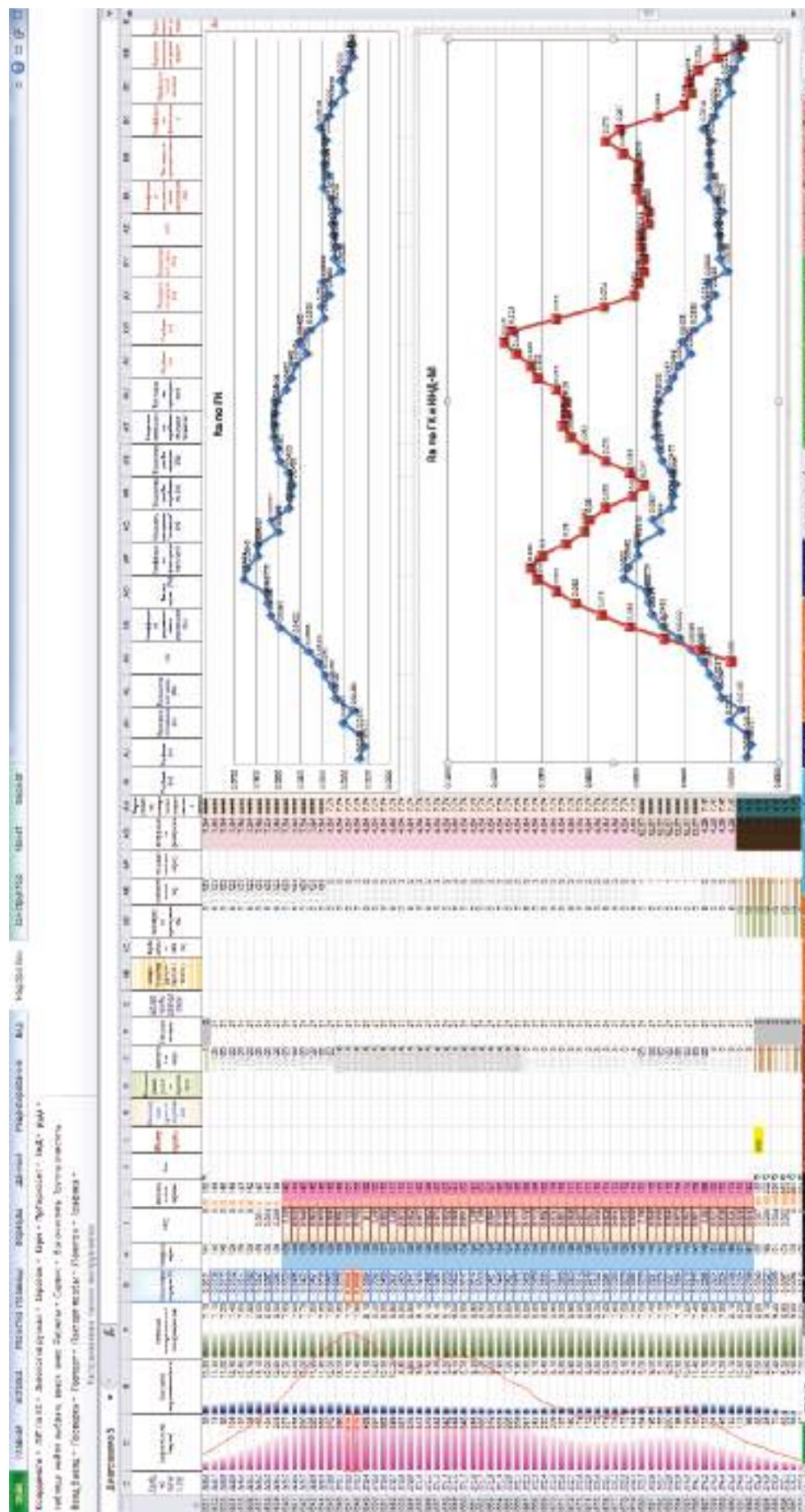


Рисунок 2- Заполнения листа «паспорт» в программе GIK и сравнительный график изменения по ГК и КНД

алгоритму, приведенному выше. Рудные интервалы, выделенные двумя независимыми способами, сравнивают, оценивая величины и значимость систематических расхождений двух рядов измерений. При отсутствии статистически значимых систематических расхождений подсчитывают случайные расхождения. Если расхождение в сопоставляемых параметрах больше заданного, то анализируют поправочные коэффициенты, влияющие на несопоставимые (в пределах допустимой погрешности) параметры. Если поправочные коэффициенты оценены верно, то анализируют правила формирования рудных интервалов и вносят изменения в алгоритм формирования рудных интервалов с учетом геологических особенностей данного месторождения.

Благодарность

Благодарим Алдабекова Талгата Кайрберлиевича (Начальника Геологической партии ЦОМЭ (АО Волковгеология)) за предоставление ГИС данных высокого и сверхвысокого разрешения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям радиоактивных металлов / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – М.: 2007. – 68 с.
2. Реферат: Комплексные геофизические исследования с целью доразведки юго-западного фланга уранового месторождения Харасан (республика Казахстан)
3. «Инструкция по гамма-каротажу при подготовке эксплуатации и эксплуатации пластово-инфильтрационных месторождений урана». Алматы, НАК Казатомпром, 2003г.
4. Обработка данных геологического опробования в системе Рудник (метод ПСВ) Алматы, НАК Казатомпром, 2010г.
5. Обработка, интерпретация геолого-геофизических данных в системе Рудник Алматы, НАК Казатомпром, 2010г.

Уран қорын есептеу кезінде ГІК бағдарламасында ұғз деректерін интерпретация жасау әдістемесі

Ш.Кисеева¹ , Д.Раушанбек¹⁻², Н.А. Асирбек¹⁻² , А.Шарапатов¹ 

Аңдатпа. Қазіргі уақытта физикалық өрістерді сандық тіркеуге негізделген түсіндіру әдістерін одан әрі жетілдіру мақсаттары үшін компьютерлік технологияларды кеңінен қолдануы ерекше маңызды, түсіндірудің графикалық әдістері мен әдістерін қолдануға негізделген. Мұның бәрі техниканы, белгілі бір жұмыс түрлерін жүргізу әдістемесін, алынған ақпаратты өңдеуді және оны түсіндіруді реттеуге терең көзқарасты талап етеді, ол негізінен күрделі, яғни әр түрлі әдістермен алынған барлық деректерді ескере отырып жүзеге асырылады.

Жерасты ұңғымалық шаймалау тәсілімен уранды барлау және өндіруді жүргізетін кәсіпорындар үшін «Рудник» жүйесінің ГІК бағдарламасының көмегімен кернді геологиялық сынама лау деректерін өңдеу әдістемесін ұсынады. Бағдарлама пайдаланушыға іздеу, бағалау, барлау және уран өндіруден бастап жұмыстардың барлық кезеңдерінде барлау және технологиялық ұңғымалар, қималар, геологиялық және технологиялық блоктар бойынша кернді геологиялық сынама лау деректерін өңдеуге, талдауға, сондай-ақ олардың аралық графикалық құрылысына арналған функциялардың толық спектрін ұсынады.

Негізгі сөздер: КНБ-Ө, ГК, уран, радий, интерпретация, коэффициенттер.

The method of interpretation of gis data in GIK software when calculating uranium reserves

Sh. Kiseyeva¹, D.Raushanbek¹⁻², N.A. Assirbek¹⁻², A.Sharapatov¹

Abstract. Of particular importance at present is the further improvement of interpretation methods based on digital registration of physical fields and the widespread use of computer technologies for these purposes, along with traditional methods based on the use of graphical methods and interpretation techniques. All this requires a deeply balanced approach to the regulation of equipment, methods of carrying out certain types of work, processing of the information received and its interpretation, which is mainly of a complex nature, i.e. it is performed taking into account all the data obtained by various methods.

Presents a methodology for processing data from geological core testing and using the GIK program of the «Rudnik» system for enterprises conducting exploration and production of uranium by underground borehole leaching. The program provides the user with a full range of functions for processing, analysis, as well as intermediate graphical constructions of geological core testing data for exploration and technological wells, sections, geological and technological blocks at all stages of work from prospecting, evaluation, exploration and production of uranium.

Keywords: PFN, GR, uranium, radium, interpretations, coefficients.

ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ ГИС И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ АМПЛИТУДНОЙ ИНВЕРСИИ

Г.Р. Ситдикова ^{ip}

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, РФ, г. Москва

sitdiikova@gmail.com

Аннотация. Использование динамических характеристик волнового поля является основой количественной интерпретации сейсмических данных. В данной работе рассматривается вопрос выделения газонасыщенных терригенных коллекторов месторождения N Западной Сибири с использованием классических инструментов динамической интерпретации сейсмических данных в условиях ограниченного количества скважинной информации. Для изучения целевого объекта была выбрана оптимальная методика интерпретации, которая включает в себя атрибутный анализ с использованием различных сейсмических, амплитудных, частотных, фазовых атрибутов, классический AVO анализ. С целью оценки влияния газонасыщенных песчаников целевого на сейсмический отклик было выполнено AVO моделирование на основе упругих кривых скоростей V_p , V_s и плотности по одной из скважин. Также была выполнена сейсмическая амплитудная детерминистическая синхронная инверсия. Традиционная детерминистическая синхронная инверсия является надежным и достаточно простым методом восстановления упругих свойств горных пород по сейсмическим данным.

Ключевые слова: динамическая интерпретация, синхронная инверсия, AVO-анализ, флюидозамещение, низкочастотная модель, атрибутный анализ.

Выбор оптимальной методики интерпретации очень важен при геологическом изучении недр. Комплексная интерпретация данных ГИС и сейсморазведки позволяет выполнить достоверный прогноз, однако его качество зависит от априорной информации, получаемой с месторождения.

Ограниченное количество скважинной информации характерно для слабо изученных территорий, где существует необходимость подтверждения нефтегазоносности.

Объектом исследования в данной работе являются газонасыщенные коллектора аптского возраста, сложенные переслаиванием песчаников, глин, алевролитов и углей. На месторождении имеются две скважины с замерами акустического широкополосного и плотностного каротажа удовлетворительного качества, а также информация о литолого-стратиграфических отбивках, инклинометрия и координаты устьев скважин. Стоит отметить, что имеющиеся скважины не вскрывают газонасыщенную часть залежи, в каротажных кривых представлена информация о водонасыщенной части залежи. Район работ освещен наземной сейсморазведкой 3D, в результате обработки и глубинной миграции получены данные до и после суммирования. Кровля и подошва исследуемого объекта – это отражающие горизонты TP5 и TP6 соответственно. Целевой горизонт лежит в интервале 1,35-1,41 [с] и относится к кайнозой-мезозойским отложениям осадочного чехла.

Упругие и петрофизические свойства горных пород (скорости продольных и поперечных волн, плотность, соотношение скоростей продольных и поперечных волн и др.) сильно зависят от литологии, пористости, термодинамических условий и углеводородного насыщения [1]. Во второй половине 20 века получил свое развитие AVO- анализ (amplitude variation with offset), состоящий в изучении амплитуд с удалением. Изменение свойств горных пород приводит к дифференциации скоростей и плотностей, которые в свою очередь определяют значения коэффициентов отражения по разрезу. Связь амплитуд отраженных волн с коэффициентами отражения описана уравнением Цеппритца [1], которое является основополагающим для алгоритмов AVO анализа и амплитудной инверсии. Основное достоинство уравнения Цеппритца состоит в точном описании коэффициентов отражения в зависимости от угла падения. Связь между углом падения и удалением можно определить, зная скорость распространения волны в среде [1].

Одним из недостатков уравнения Цеппритца является его нелинейность, что затрудняет оценку влияния каждого из параметров на амплитуду. На практике и при расчетах в

программных обеспечениях применяют линейные аппроксимации уравнения, в частности аппроксимации Фати, Аки-Ричардса и Шюе. На рисунке 1 представлены синтетические угловые сейсмограммы, рассчитанные с помощью трехчленной аппроксимации Аки-Ричардса, в случае газонасыщения (красные кривые) и водонасыщения (синие кривые) в целевом пласте. Для моделирования выполнялось петроупругое моделирование с помощью уравнения Гассмана. Полученные угловые сейсмограммы позволяют сделать вывод: увеличение угла падения приводит к усилению отрицательной амплитуды отражения. В соответствии классификации газовых песков Уильямса и Резерфорда исследуемая аномалия AVO относится ко 2 классу, что соответствует слабоконтрастным пескам (рисунок 2) [2]. Этот класс песков имеет импедансы близкие к покрывающей толще. Характеристика AVO газовых песков второго класса имеет положительный интерсепт. Градиент песков второго класса уменьшается на ближних углах/ удалениях, а на дальних – меняет свою полярность и увеличивается.

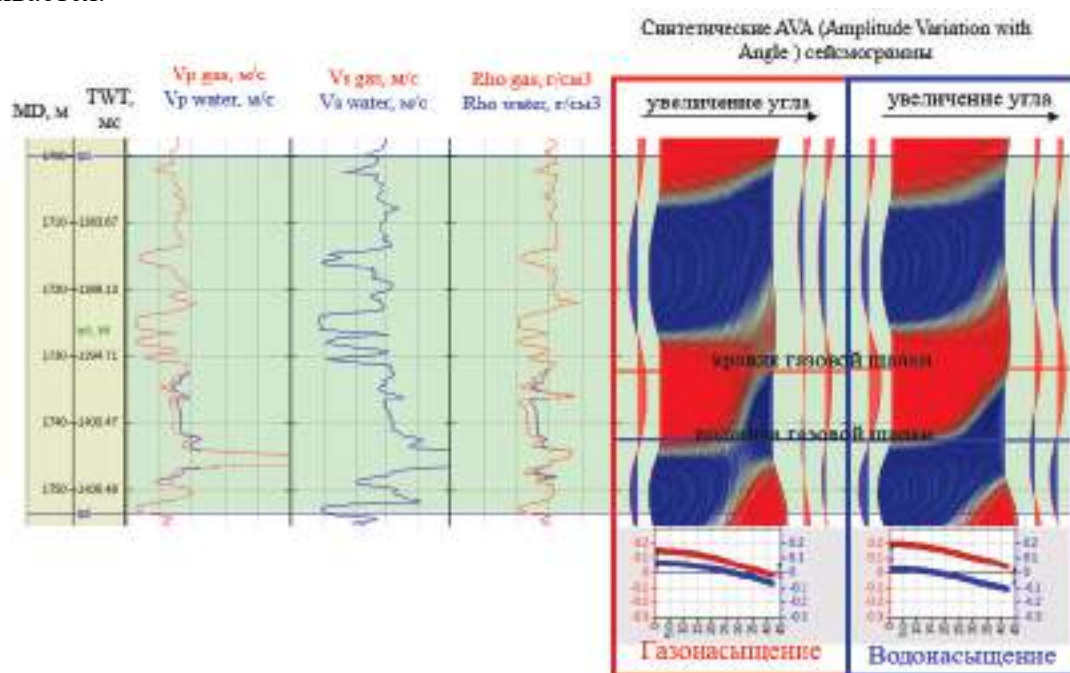


Рисунок 1 – Моделирование AVO эффекта.

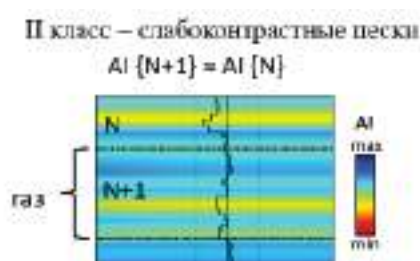


Рисунок 2 – Схематическое соотношение покрывающей N и целевой N+1 толщ второго класса газовых песков классификации Резерфорда и Уильямса

С целью оценки влияния флюидонасыщения пласта TP5 на сейсмический отклик было выполнено AVO моделирование на основе упругих кривых V_p , V_s и плотности. Моделирование выполнялось для двух типов насыщения – вода и газ. На рисунке приведён результат моделирования в виде синтетического суммарного волнового поля. На рисунке 3 отражение от кровли газонасыщенного песчаника соответствует амплитуде отрицательной полярности, в то время как от кровли водонасыщенного песчаника – положительной полярности. Таким образом, выполненное моделирование показало, что изменение насыщения воды на газ в кровле пласта TP5 приводит к инверсии фазы на волновом поле.

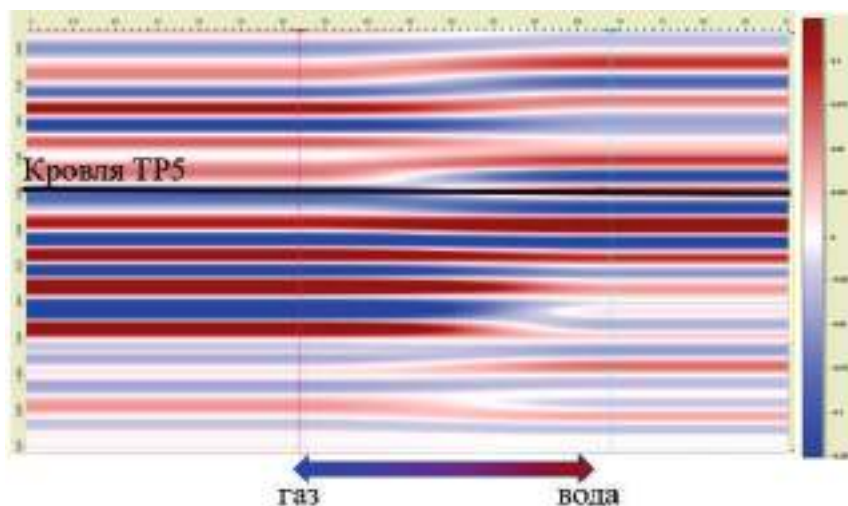


Рисунок 3 – Моделирование флюидозамещения на суммарных данных.

В результате интерпретации данных ГИС в пласте TP5-TP6 выделены пропластки углей, которые обладают пониженными значениями акустических свойств. В суммарном волновом поле угли принимают отрицательные значения амплитуд, и по классификации Резерфорда и Уильямса образуют 4 класс аномалии AVO. Наличие «яркого пятна» аномалии не обязательно может быть связано с флюидонасыщением, так может проявляться изменение литологии.

Для надежного обнаружения AVO аномалий используют построение кросс-плотов интерсепт – градиент, выделены тренды AVO аномалий кровли и подошвы газовых песков. На рисунке 4 представлен разрез интерсепта и градиента, график с выделенными трендами, а также закартированная в результате AVO анализа временная мощность (ед. изм. - мс) наиболее перспективной части залежи.

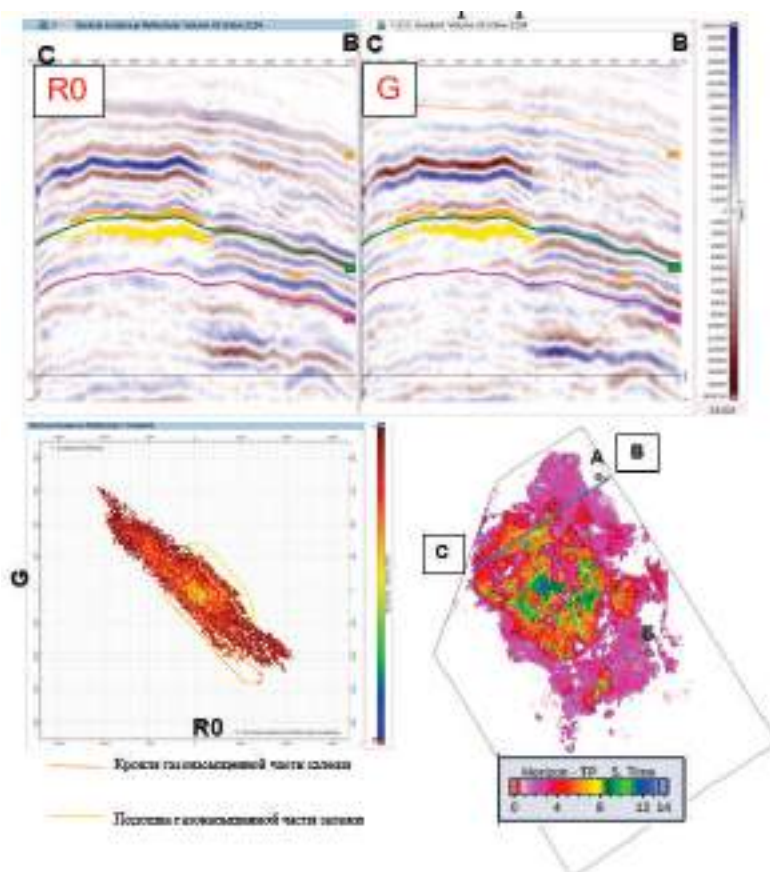


Рисунок 4 – AVO анализ газовой залежи.

Наличие контраста на границах геологических сред контролируется значениями упругих параметров, в особенности, соотношения скоростей продольных и поперечных волн (V_p/V_s Ratio). Метод AVO основан на контрасте свойств пластов, возникающих на границе. Информацию о свойствах самих пластов можно получить путем выполнения амплитудной инверсии. На данной площади выполнена детерминистическая акустическая синхронная инверсия.

Детерминистическая синхронная инверсия основана на уравнении Цеппритца и является достаточно надежным и простым методом восстановления упругих параметров горных пород. Алгоритм инверсии был предложен в работе Хампсона и Рассела [3], он основан на низкочастотных приближениях продольного импеданса, поперечного импеданса и плотности. Фоновые модели рассчитываются путем интерполяции скважинных данных и последующей фильтрацией до низких частот. Также на вход инверсии подается 7 угловых сумм в диапазоне 5-42 градуса и статистические импульсы. Регулируя такие параметры как амплитудный фактор, шум входных сейсмических данных и отклонение от фоновых моделей, тестировались линии вдоль скважин А и Б. При увеличении шума результат инверсии становится похожим все больше на исходную низкочастотную модель, детальность результата и включение данных сейсморазведки уменьшается. Наиболее оптимальным параметром шума выбран 10%. При увеличении параметра отклонения от низкочастотной фоновой модели, данные сейсморазведки учитываются больше и это отражается в детальности результата. Контроль качества инверсии проводился путем извлечения и сопоставления кривых продольного импеданса, поперечного импеданса и плотности в точках скважин и кривых по ГИС (фильтрованных до частот сейсморазведки). Также оценивались реальные сейсмические и синтетические разрезы, разрезы разницы между ними. Итеративная коррекция априорных моделей продолжается до достижения критерия – минимальной разницы между наблюдаемым волновым полем и синтетическим полем. В результате работы алгоритма восстановлены продольный и поперечный импедансы и плотность, рассчитан куб соотношения V_p/V_s . Из соотношения V_p/V_s получена карта прогнозных эффективных газонасыщенных толщин в целевом интервале TP5-TP6 (рисунок 5).

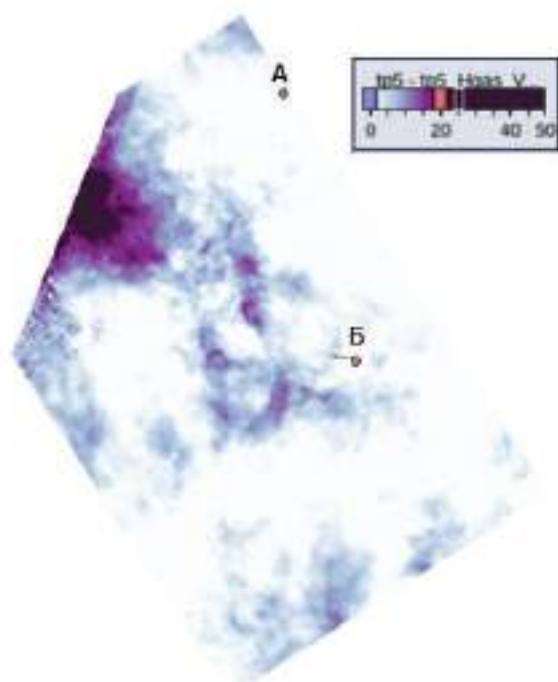


Рисунок 5 – Карта прогнозных эффективных газонасыщенных толщин по результатам синхронной инверсии.

Дополнительными инструментами изучения геологического строения целевых интервалов является атрибутный анализ, позволяющий оценить динамические характеристики сейсмического разреза. Анализ динамических особенностей волновой картины проводился для получения дополнительных сведений о структурных особенностях строения среды, о границах и внутреннем строении изучаемых объектов. Первый этап атрибутного анализа предполагает качественную оценку информативности сейсмических атрибутов. Критерий информативности – четкость прослеживаемых амплитуд отражений. Далее, при наличии устойчивых корреляционных зависимостей между атрибутами и петрофизическими зависимостями, рассчитываются прогнозные карты.

Амплитуды – средние амплитуды по горизонту TP5, рассчитанные по полнократному мигрированному кубу. На предполагаемом объекте изучения наблюдаются пониженные значения амплитуд.

Мгновенная фаза указывает на положение точки вдоль сейсмической трассы [4]. Будучи независимой от силы отражения, она способна указывать малоамплитудные, но при этом непрерывные отражающие границы.

Косинус мгновенной фазы – это нормированная амплитуда, данная операция масштабирует выходные данные в диапазон от -1 до 1. Благодаря эффекту нормировки улучшается прослеживаемость границ, стратиграфических разрывов и изменений сейсмических фаций (рисунок 6).

Карты AVO атрибутов были рассчитаны по кубам, полученным в результате AVO – инверсии. В целях поиска корреляционных зависимостей и построения прогнозных карт использовались карты таких атрибутов как интерсепт и градиент (рисунок 6).

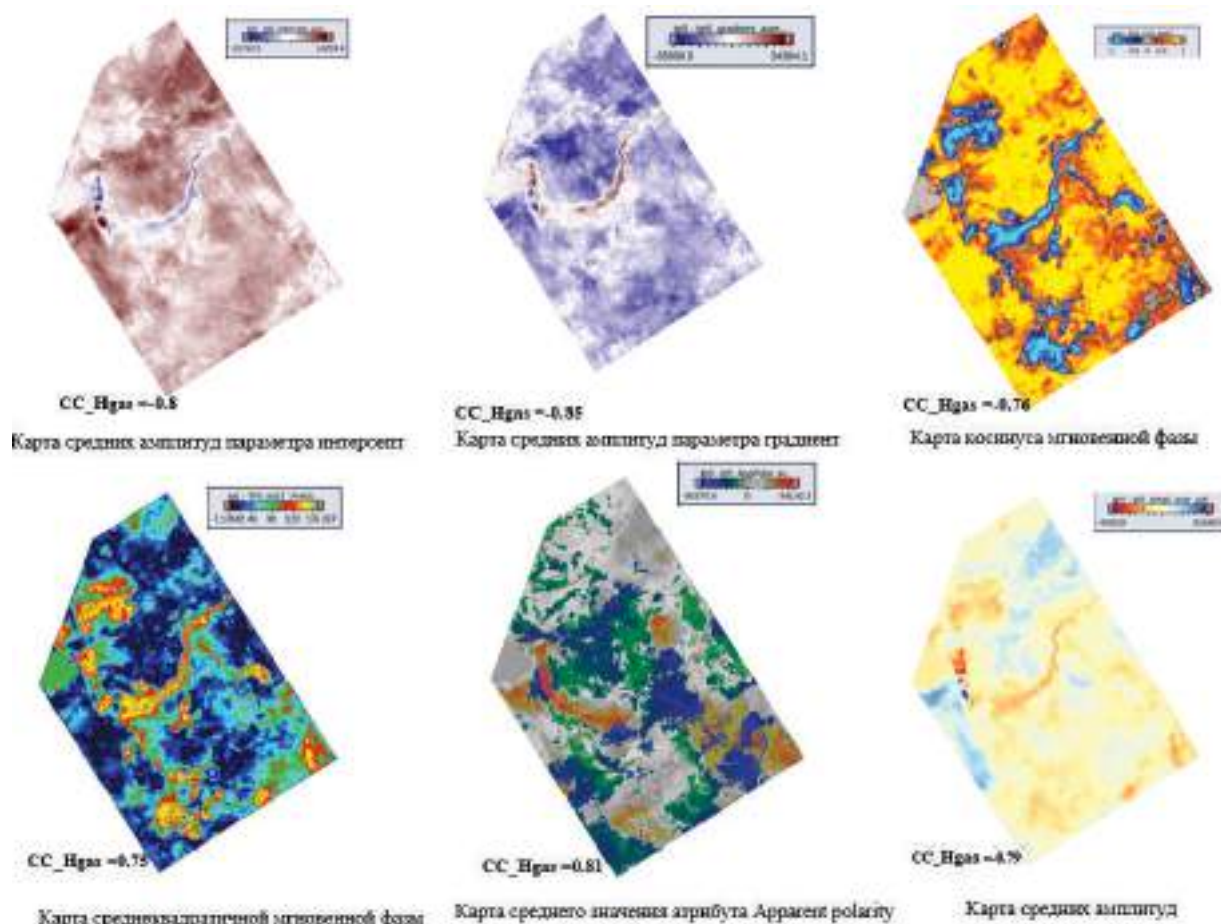


Рисунок 6 – Атрибутный анализ

Атрибуты, имеющие высокие корреляционные зависимости с параметром эффективной газонасыщенной толщины, использовались для расчета прогнозных карт. С целью выполнения общей оценки по всем атрибутам была рассчитана средняя карта прогнозных газонасыщенных толщин (Рисунок 7).

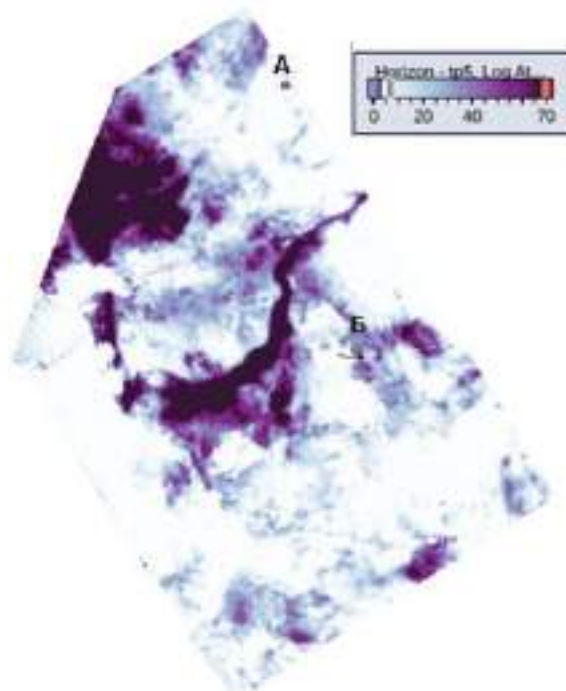


Рисунок 7 – Карта прогнозных газонасыщенных толщин по атрибутному анализу.

Итогом работы является выделение зон распространения газовой залежи. На рисунке 8 представлена структурная карта по кровле целевого пласта TP5-TP6 с выделенными перспективными зонами распространения газонасыщенных коллекторов.

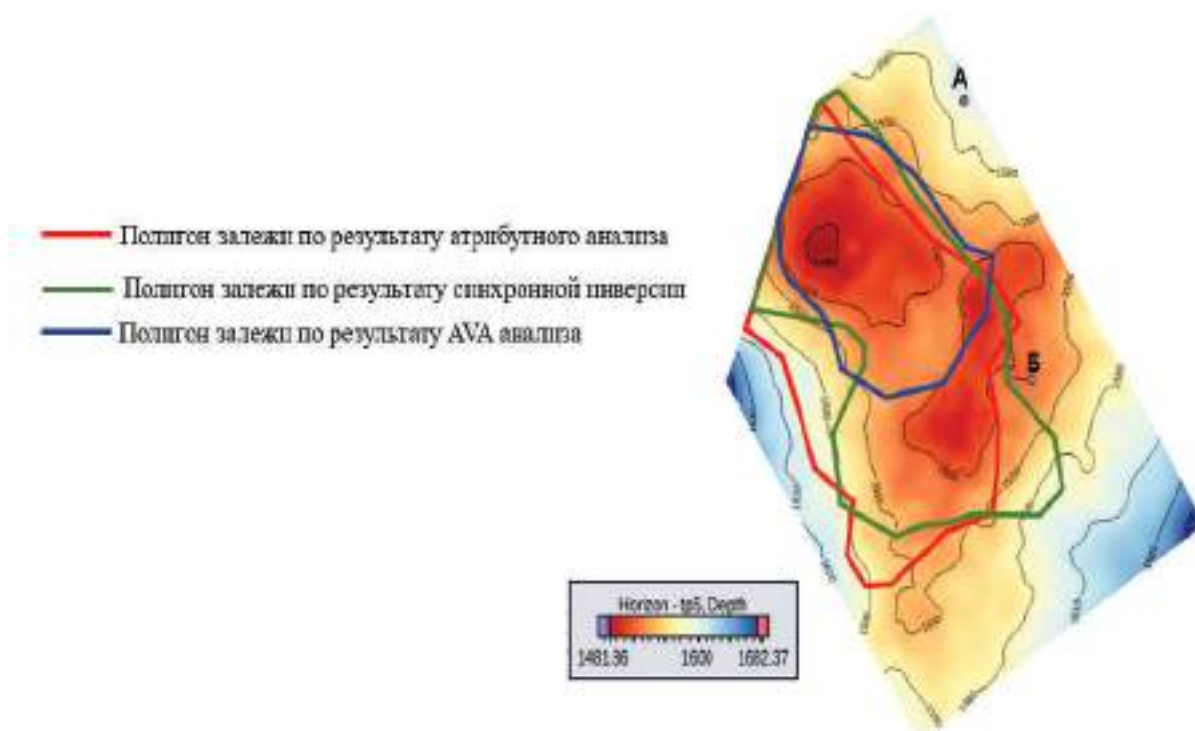


Рисунок 8 – Структурная карта по кровле ОГ TP5 с нанесенными полигонами залежи по результатам разных исследований

ЛИТЕРАТУРА

1. Воскресенский Ю.Н. Изучение изменений амплитуд сейсмических отражений для поисков и разведки залежей углеводородов. РГУ нефти и газа, 2001, 3-8 стр.
2. Rutherford S.R., Williams R.H. Amplitude-versus-offset variations in gas sands. - Geophysics, 1989, v. 54, N 6, p.p. 680-688.
3. Хампсон Д.П., Расселл Б.Х., Синхронная инверсия сейсмических данных до суммирования. Труды ежегодной конференции общества SEG, 2005, 1633-1637.
4. Radovich B.J., Oliveros R.B. 3D sequence interpretation of seismic instantaneous attributes from the Gorgon Field, 1998, v.17, p.p. 1177-1328.

Амплитудалық инверсия алгоритмдерін колдана отырып, ұңғымаларды каротаждау және сейсмикалық әдістер деректер бойынша батыс сібірдегі көмірсутегі кен орындарын зерттеу

Г.Р. Ситдикова 

Аңдатпа. Толқындық өрістің динамикалық сипаттамаларын пайдалану сейсмикалық мәліметтерді сандық түсіндірудің негізі болып табылады. Бұл жұмыста Батыс Сібірдегі N кен орнының газға қаныққан терригендік коллекторларын ұңғыма ақпаратының шектеулі көлемі жағдайында сейсмикалық мәліметтерді динамикалық интерпретациялаудың классикалық құралдарын пайдалана отырып анықтау мәселесін қарастырамыз. Мақсатты нысанды зерттеу үшін әртүрлі сейсмикалық, амплитудалық, жиілік, фазалық атрибуттарды және классикалық AVO талдауын қолдану арқылы атрибуттарды талдауды қамтитын оптималды интерпретация әдісі таңдалды. Газға қаныққан мақсатты құмтастардың сейсмикалық әсерге әсерін бағалау үшін ұңғымалардың біреуі үшін V_p , V_s серпімді жылдамдық қисықтары және тығыздық негізінде AVO модельдеу жүргізілді. Сейсмикалық амплитуданың детерминирленген синхронды инверсиясы да орындалды. Дәстүрлі детерминирленген синхронды инверсия – сейсмикалық мәліметтер бойынша тау жыныстарының серпімділік қасиеттерін қалпына келтірудің сенімді және жеткілікті қарапайым әдісі.

Негізгі сөздер: динамикалық интерпретация, синхронды инверсия, AVO талдауы, сұйықтықтың орын ауыстыруы, төмен жиілікті модель, атрибутты талдау.

West siberian gas saturated hydrocarbon stacked reservoirs investigation applying amplitude seismic inversion by well log and seismic data

G.R. Sitdikova 

Abstract. Seismic wavefield's dynamic characteristics are the basis of seismic data quantitative interpretation. This paper discusses the extraction of gas saturated hydrocarbon traps confined to West Siberian stacked reservoirs applying amplitude seismic inversion methods by well log and seismic data. To study the target object, the optimal interpretation technique was chosen, which includes attribute analysis using various seismic, amplitude, frequency, phase attributes, and classical AVO analysis. In order to evaluate the fluid effect of gas-saturated target sandstones on the seismic response, AVO modeling was performed based on the elastic velocity curves V_p , V_s and density for one of the wells. A seismic amplitude deterministic synchronous inversion was also performed. Traditional deterministic synchronous inversion is a reliable and fairly simple method for reconstructing the elastic properties of rocks from seismic data.

Keywords: dynamic interpretation, elastic seismic inversion, rock-physics, low frequency model, fluid effect, attribute analysis.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗИНГЕРОВЫХ КОДОВ ДЛЯ ПОЛНОГО ПОДАВЛЕНИЯ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ВИБРАЦИОННЫХ ДАННЫХ

Ж. Ван[✉], А.П. Жуков[✉]

МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Москва

wangruizhe1994@qq.com

Аннотация. При использовании вибраторов в полевых условиях сначала получаем виброграммы, а затем опорный сигнал коррелируется с виброграммой, в результате чего получаются коррелограммы пригодные для обработки. На коррелограммах неизбежно присутствует корреляционный шум, который снижает отношение сигнал/шум и разрешающую способность вибросейсмических данных. В этой работе выполнено моделирование кодов зингера и анализируются их возможности для уменьшения корреляционного шума, что имеет большое значение для увеличения динамического диапазона вибросейсмических данных.

Ключевые слова: коды зингер, виброграмма, коррелограмма, корреляционный шум, ЛЧМ сигнал.

Теория кода зингера (фазоманипулированный сигнал)

Код Зингера был впервые предложен В. П. Ипатовым в 1979 г. и использован в качестве фильтр подавления боковых лепестков (ФПБЛ) для решения задачи радиолокации [2,3]. Коды зингера относятся к так называемым фазоманипулированным кодам. По принятой схеме фазовая модуляция линейно-частотно-модулированных сигналов реализуется за дискретные времена, кратные частоте дискретизации.

$$S(t) = \sum_{i=0}^{N-1} p_i(t) \exp\{j(\omega_0 t + \varphi_i)\} \quad , \text{ где}$$
$$p_i(t) = p(t - i\tau_0) = \begin{cases} 1, & \text{если } i\tau_0 \leq t < (i+1)\tau \\ 0, & \text{при других } t \end{cases} \quad (1)$$

Амплитуды импульсов для простоты приняты равными 1. Формирование и обработка проще для реализации бинарных фазоманипулированных сигналов (БФМ), для которых $\varphi_i = 0, \pi$. Обозначая $\mu_i = \exp\{j\varphi_i\}$ и учитывая, что при $\varphi_i = 0, \pi$ и $\mu_i = 1, -1$, получим:

$$S(t) = \sum_{i=0}^{N-1} \mu_{ip_i}(t) \exp(j\omega_0 t) \quad (2)$$

БФМ-сигналы могут использоваться в непрерывном (периодическом) или импульсном, последовательном режимах. Если БФМ сигнал излучается непрерывно и справедливо отношение $\mu_i + KN(\bmod N) = \mu_i$, то такой код и соответствующий ему БФМ сигнал называются периодическими (иначе импульсными). Корреляционная функция одного периода модуляции или просто периодическая корреляционная функция, в случае оператора фильтра, согласованного с одним периодом периодического сигнала с учетом (1), равна:

$$R_\mu(\tau) = \sum_{i=0}^{N-1} \mu_i \mu_i + \tau \quad (3)$$

Если обозначать через N – количество элементов кода, K^+ – количество символов 1 в периоде кода, μ, λ – количество произведений 1×1 в выражении (2), то его можно представить следующим образом (4):

$$R_{\mu}(\tau) = N - 4(K^+ - \lambda) \quad (4)$$

В работах [3, 4] исследуются периодические автокорреляционные функции (ПАКФ) фазоманипулированных сигналов, рассчитанных на основе так называемых зингеровых кодов. Основным достоинством периодических зингеровых последовательностей является полное исключение боковых лепестков ПАКФ после операции взаимной корреляции их одним периодом такой последовательности. Однако для практического осуществления фильтра подавления боковых лепестков (ФБЛ) на основе зингеровых кодов необходимо взвесить символы кода соответствующими коэффициентами, которые принимаются только $\alpha \geq 0$ и $\beta < 0$, при $\mu_i = 1$ и $\mu_i = -1$ соответственно. Коэффициенты α и β можно определить по следующей формуле:

$$\frac{\alpha}{\beta} = - \frac{N - R - 2RK + 2RN}{N - R + 2RK} \quad (5)$$

где R – величина фона ненормированной ПАКФ зингера кода.

В таблице ниже приведены некоторые зингеровы коды и соответствующие значения весовых коэффициентов ФПБЛ. В целях компактности записи символы кода -1 заменены на 0 .

Таблица 1

N	K	λ	Code	α	β
4	1	0	1000	1	-1
13	4	1	1101000001000	3	-2
40	13	4	111011001000011001010000 1010000000100000	9	-5
121	40	13		27	-14

С точки зрения практической реализации вышеизложенных кодов можно реализовать квазигармонический режим путем возбуждения периодов или полупериодов определенной частоты, различающихся $\varphi_i = 0, \pi$ в соответствии с реализуемым кодом (таблица 1). Предлагаем способ вибрационной сейсморазведки, основанный на практическом использовании зингерового кода, состоящего из 4-х элементов 1-1-1-1 [5]. Как видно из таблицы 1, данный код является единственным, который не требует взвешивания при дальнейшей корреляционной обработке, и в связи с этим потери отношения сигнал/шум равны 0, что выгодно отличает данный код от других последовательностей.

Однако, если реализовать периодическую посылку кода при помощи способов, перечисленных выше, то очевидно, что коэффициента сжатия будет совершенно недостаточно для решения большинства практических задач [5]. Поэтому в способе каждый элемент периода фазоманипулированной последовательности состоит из непрерывно следующих инверсированных по начальной фазе (в соответствии с кодом) линейно-частотно модулированных воздействий. Причем длительность и частотные диапазоны одинаковых по номеру для всех периодов последовательности отдельных воздействий устанавливаются равными, а длительность периода должна быть не меньше длительности регистрации полевых сигналов.

Принятые виброграммы накапливаются, проводят взаимную корреляцию накопленные виброграмм с одним периодом управляющего сигнала и, затем разбивая полученные коррелограммы на участки длительности в период последовательности, их совмещают и складывают, получая результирующие сейсмограммы [4,5].

Описание численного эксперимента

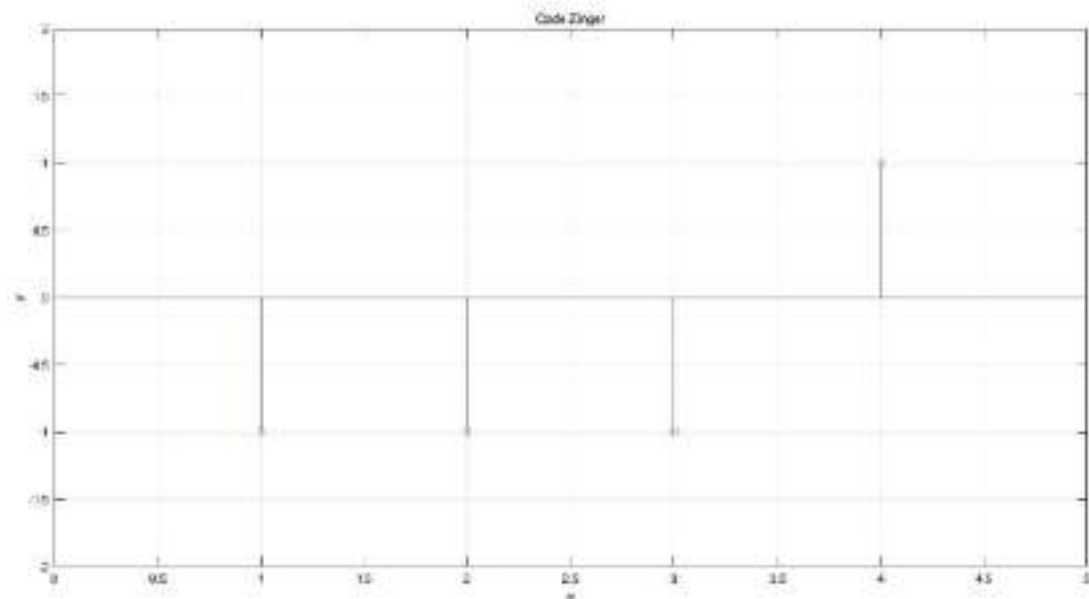


Рисунок 1 - Коды Зингера

На рис. 1 показан последовательность коды зингера: -1, -1, -1, 1.

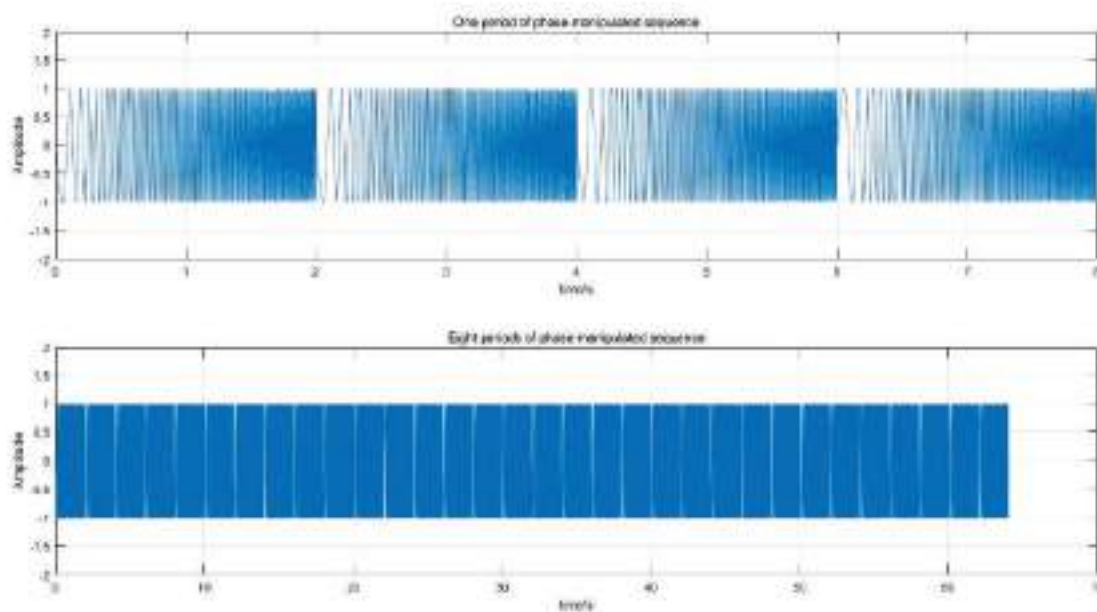


Рисунок 2 - Один период фазоманипулированный сигнал и восемь периодов фазоманипулированный сигнал

На рис. 2 показан фазоманипулированные сигналы, сгенерированные с использованием кода Зингера и линейно-частотного модулированного сигнала. Диапазон частоты линейно-частотного модулированного сигнала: 3-120 Гц, период 2 секунды, амплитуда 1. Длина одного периода фазоманипулированного сигнала составляет 8 секунд, и он содержит четыре линейно-частотного модулированного сигнала со соответствующей начальной фазой.

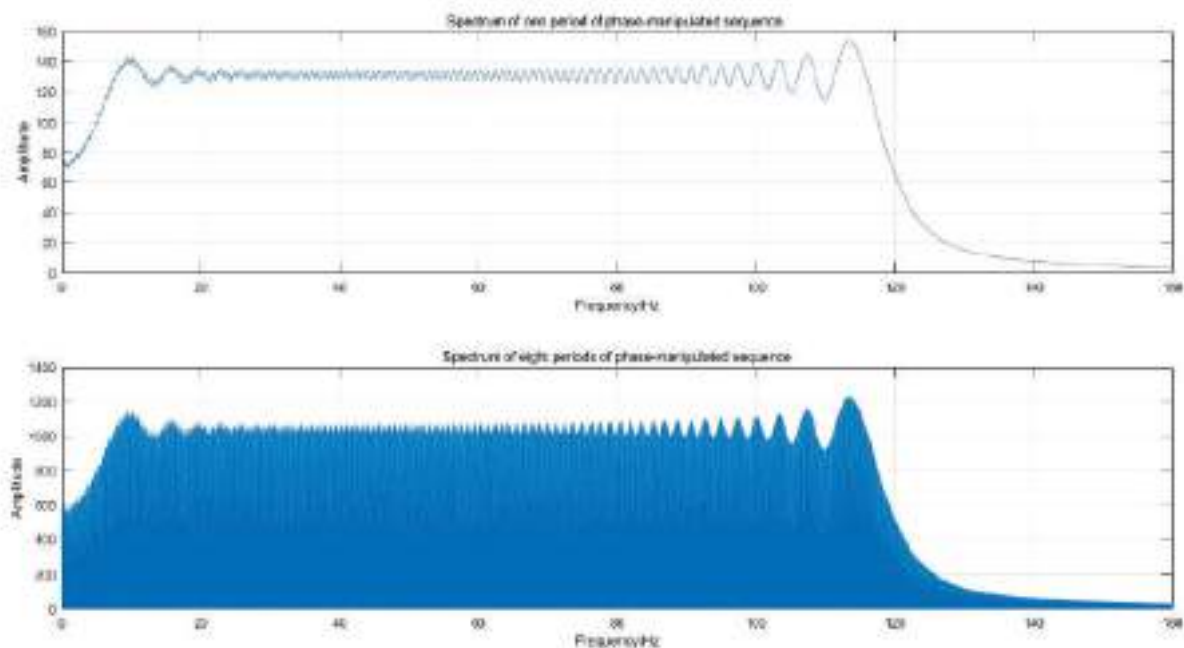


Рисунок 3 - Спектр одного периода фазоманипулированного сигнала и спектр восьми периодов фазоманипулированного сигнала

На рис. 3 показан амплитудный спектр (вверху) одного периода фазоманипулированного сигнала (внизу) и спектр восьми периодов фазоманипулированного сигнала.

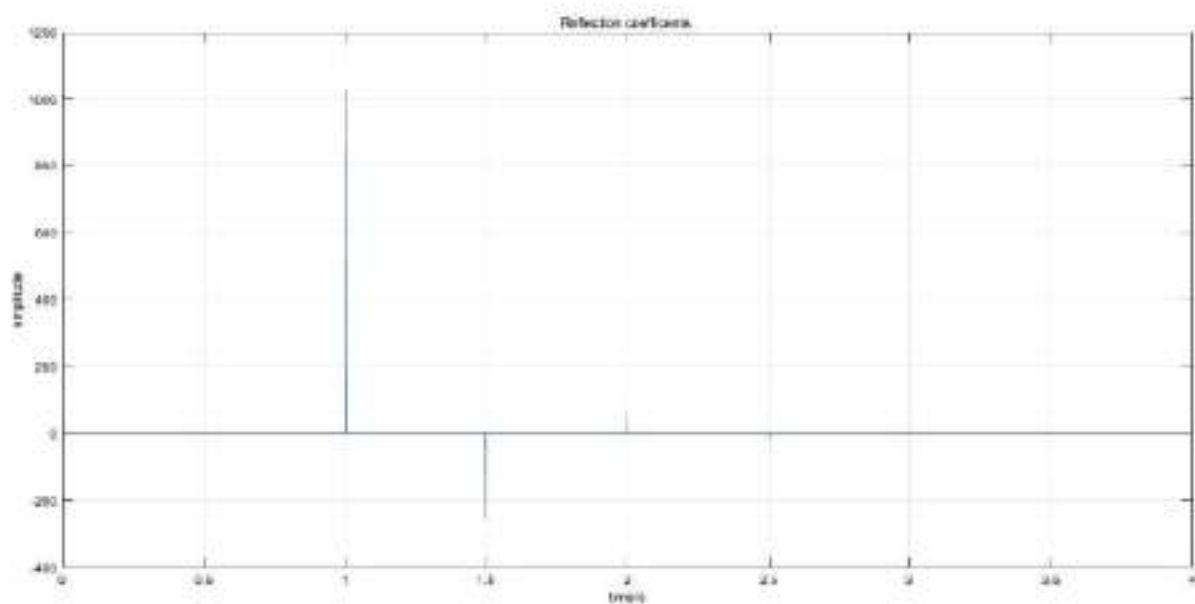


Рисунок 4-Модель трассы с коэффициентом отражения 1024 , -256, 64, -16, -4

На рис. 4 показана модель трассы с коэффициентом отражения, в которой имеется 5 коэффициентов отражения, амплитуда каждого коэффициента отражения поочередно уменьшается на 12 дБ, а коэффициенты отражения равен +1024, -256, +64, -16, -4.

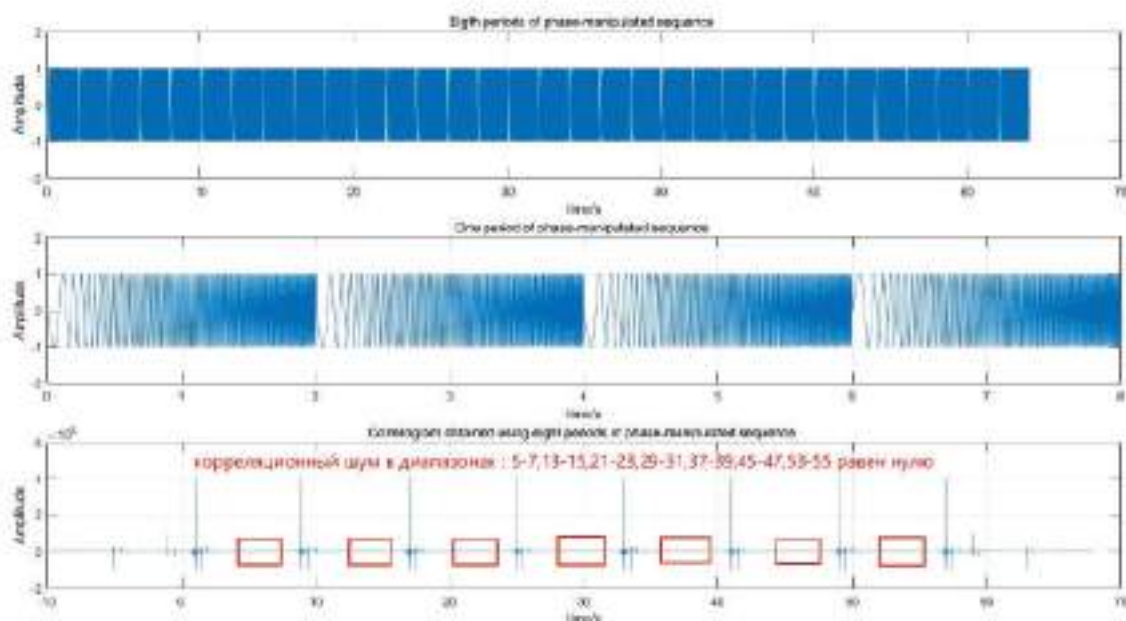


Рисунок 5- Коррелограмма с использованием 8 периодов фазоманипулированный сигнал

На рис. 5 показана полученную коррелограмму с использованием 8 периодов фазоманипулированный сигнал. На коррелограмме можно увидеть что импульсный отклик соответствующий коэффициент отражения повторяется 8 раз, и на приделах времени диапазонов : 5-7,13-15,21-23,29-31,37-39,45-47, 53-55 корреляционный шум равен нулю.

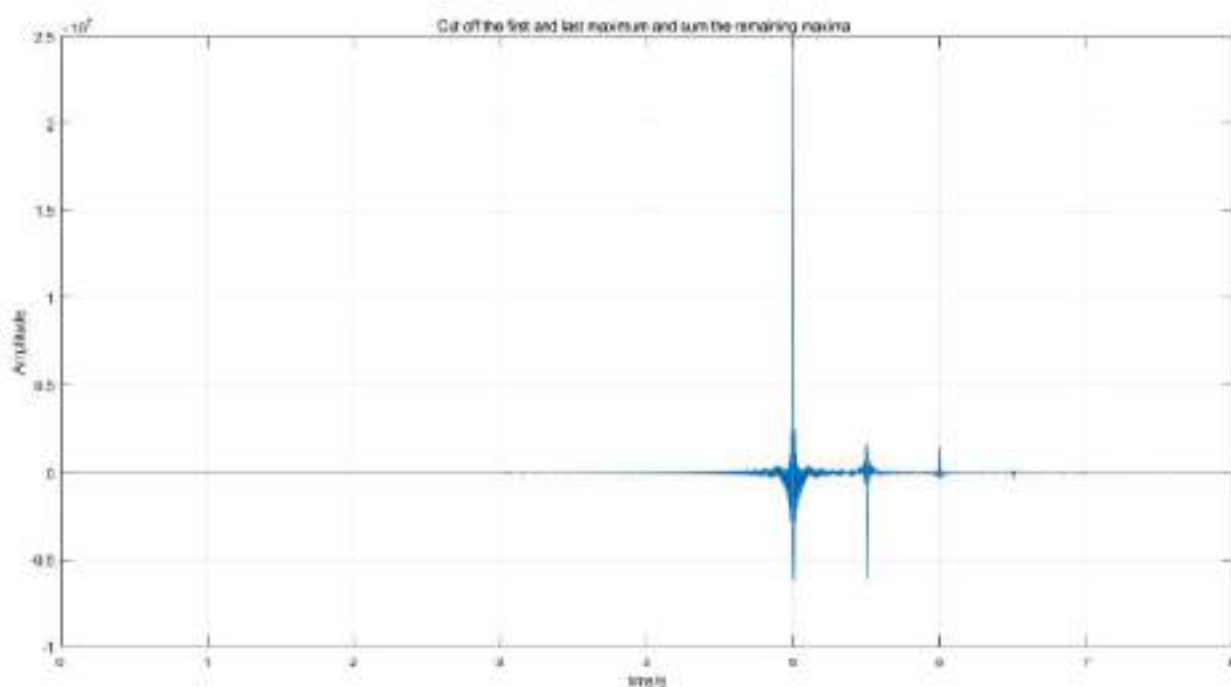


Рисунок 6- Синтетическая сейсмическая запись после обработки коррелограммы

На рис. 6 показана синтетическая сейсмическая запись после обработки коррелограммы. Конкретные операции: удалить первый и последний периоды на коррелограмме, а остальные импульсные отклики суммируются друг за друга. Корреляционный шум в интервалах 0-1,7-8 равен нулю.

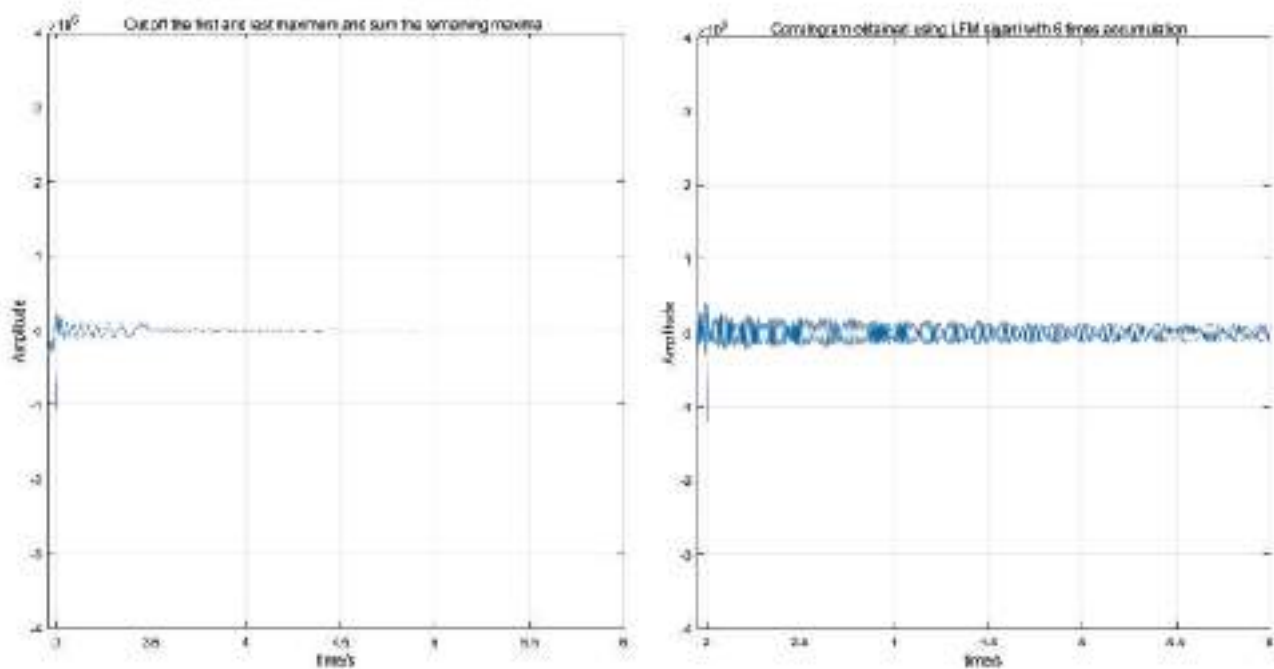


Рисунок 7-Синтетическая сейсмическая запись после обработки коррелограммы
(слева коды зингера, справа линейный сигнал)

На рис. 7 показана синтетическая сейсмическая запись после обработки коррелограммы. слева коррелограмма с использованием 8 периодов фазоманипулированный сигнал, справа коррелограмма с использованием линейный сигнал, при том же количестве накопления видно, корреляционный шум на рисунке справа сохраняется, в то время как корреляционный шум на рисунке слева равен 0 в течение 5-6 с, что очень важно для наблюдения отражениях из большой глубины.

Выводы

На моделях показано возможность исключения корреляционных шумов с помощью использования зингеровых кодов, возможность применения для увеличения производительности труда и возможность улучшения отношение сигнал/помеха в сейсмических данных по сравнению с линейными сигналами. Дальнейшие работы направлены на практическую реализацию коды Зингера на система управления вибрационных источников.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Ипатов В.П. Полное подавление боковых лепестков периодических корреляционных функций фазоманипулированных сигналов//Радиотехника и электроника . М., Наука ,1977,№ 8.с.1600-1606.
- 2.Ипатов В.П. Коломенский Ю.А., Корниевский В.И. Использование зингеровых кодов в многолучевых каналах измерения дальности.// Радиотехника и электроника . М., Наука ,1979, № 3.с.520-525.
- 3.Шнеерсон М.Б., Потапов О.А., Гродзенский В.А. Вибрационная сейсморазведка//Москва: Недра,1990г.
- 4.Жуков А.П. Новые направления вибрационной сейсморазведки и их научное и экспериментальное обоснование//МГУ имени М.В. Ломоносова, москва,2000г.
- 5.Жуков А.П. Повышение эффективности вибрационной сейсморазведки на основе оптимизации методики работ // МГУ имени М.В. Ломоносова, москва,1988г.

**Діріл деректерінің корреляция функцияларының бүйірлік бөліктерін толығымен басу үшін
әнші кодтарын пайдалану
Ж. Ван^{ORCID}, А.П. Жуков^{ORCID}**

Андатпа. Далада вибраторларды пайдаланған кезде алдымен виброграммаларды аламыз, содан кейін анықтамалық сигнал виброграммамен корреляцияланады, нәтижесінде өңдеуге қолайлы коррелограммалар алынады. Коррелограммаларда міндетті түрде корреляциялық шу болады, бұл сигнал-шу арасындағы қатынасты және вибросейсмикалық деректердің рұқсатын төмендетеді. Бұл жұмыста цингер кодтары модельденді және олардың корреляциялық шуды азайту потенциалы талданады, бұл вибросейсмикалық деректердің динамикалық диапазонын арттыру үшін үлкен маңызға ие.

Негізгі сөздер: Әнші кодтары, виброграмма, коррелограмма, корреляциялық шу, шырылдау сигналы

Singer codes to completely sidelobes of vibration data correlation functions

Ж. Ван^{ORCID}, А.П. Жуков^{ORCID}

Abstract. When using vibrators in the field, we first obtain vibrograms, and then the reference signal is correlated with the vibrogram, resulting in correlograms suitable for processing. Correlograms inevitably contain correlation noise, which reduces the signal-to-noise ratio and the resolution of vibroseismic data. In this work, zinger codes are modeled and their potential for reducing correlation noise is analyzed, which is of great importance for increasing the dynamic range of vibroseismic data.

Keywords: Singer codes, vibrogram, correlogram, correlation noise, chirp signal

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ ГИС И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ПОДХОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

Тарасова В.С. 

Российский Государственный Университет (НИУ) нефти и газа имени И.М. Губкина,
г. Москва

tvsvork@mail.ru

Аннотация. Исследование посвящено изучению терригенных коллекторов Восточной Сибири с помощью применения детерминистических методов интерпретации сейсмических данных. Проведен сравнительный анализ применимости различных алгоритмов акустической и упругой сейсмической инверсии. Были протестированы следующие алгоритмы акустической инверсии: инверсия, основанная на модели, «цветная» инверсия, рекурсивная инверсия, линейно-программируемая инверсия редких импульсов, а также синхронный алгоритм упругой инверсии. Использован вероятностный подход, основанный на формуле Байеса, с целью интерпретации результатов упругой синхронной инверсии. Проведен сравнительный анализ применимости вероятностного подхода и метода полигонов для интерпретации полученных данных. Подобраны наиболее оптимальные алгоритмы с учетом геологических особенностей участка работ. Применено комплексирование используемых методов для прогнозирования потенциальных коллекторских зон. Выделены области с низкими значениями акустического импеданса и отношения скоростей продольных и поперечных волн, соответствующие коллекторам.

Ключевые слова: сейсморазведка, Восточная Сибирь, инверсия, вероятностный подход Байеса, коллектор.

Восточная Сибирь является одним из самых сложных, с точки зрения геологии, районов для сейсморазведки, но в то же время и одним из самых перспективным по запасам углеводородов. Сложная верхняя часть разреза, наличие ярких акустических границ и широко развитая речная сеть негативно влияют на суммарное поле отраженных волн.

С целью прогноза коллекторских свойств исследуемого месторождения использовалась сейсмическая амплитудная инверсия. В основе данного метода заложены математические подходы решения обратной динамической задачи, то есть задачи оценки физических свойств пород по измеренным геофизическим полям.

В данной работе были протестированы различные модификации сейсмической амплитудной инверсии. Детерминистическая инверсия-методика, позволяющая получить единственное конечное решение.

На рисунке 1 представлена классификация методов сейсмической амплитудной инверсии.

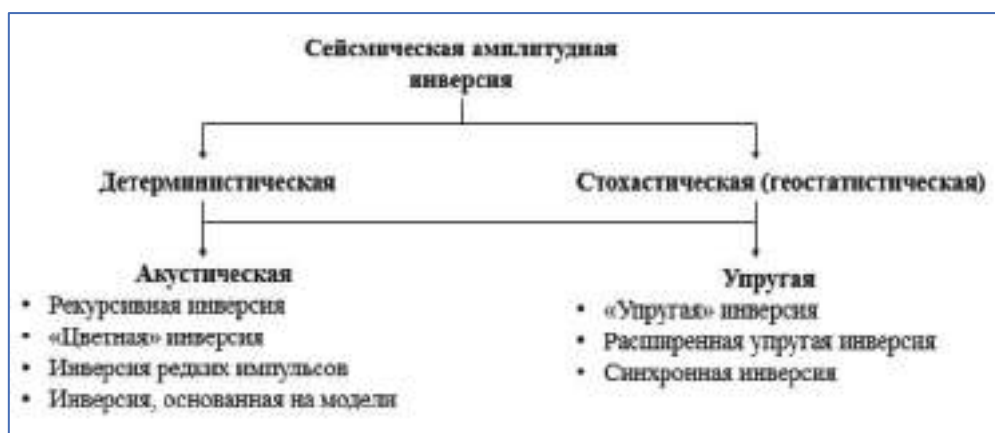


Рисунок 1-Классификация алгоритмов сейсмической амплитудной инверсии

На исследуемом месторождении были протестированы следующие алгоритмы детерминистической акустической инверсии: «цветная» инверсия, рекурсивная инверсия, линейно-программируемая инверсия редких импульсов, а также инверсия, основанная на модели. Принцип работы данных алгоритмов основан на преобразовании амплитуд суммарных сейсмических данных в распределения акустического импеданса путем вычисления коэффициентов отражения при условии нормального падения волны на границу двух сред.

В условиях Восточной Сибири, применение стандартного метода детерминистической акустической сейсмической инверсии дает распределение в пространстве только одного параметра-акустического импеданса, по которому достаточно проблематично выделить зоны распространения коллекторов с высокой степенью однозначности.

Детерминистическая упругая синхронная инверсия дает распределения уже трех независимых упругих параметров (скорости продольных и поперечных волн, плотности) и позволяет более точно спрогнозировать места распространения коллекторов. Принцип работы алгоритмов упругой инверсии так же основан на вычислении коэффициентов отражения, однако, в отличие от акустической инверсии, коэффициент отражения в случае упругой инверсии является функцией упругих параметров (скорости продольных и поперечных волн, плотности) и угла падения. Вычисление коэффициента отражения проводится с помощью системы уравнений Цеппритца либо ее линейных аппроксимаций.

С целью интерпретации результатов синхронной сейсмической инверсии были использованы метод полигонов, а также вероятностный подход Байеса.

Принцип метода полигонов основан на выделении по графику зависимости упругих параметров области, соответствующей коллекторам, и отображении ее на разрезе. На рисунке 2 представлен график зависимости восстановленного в ходе проведения синхронной инверсии акустического импеданса от отношения скоростей продольной и поперечной волн в целевом интервале. На данной графике была выделена область с низкими значениями упругих свойств (акустический импеданс менее 11800 м/с·г/см³, отношение скоростей продольной и поперечной волн менее 1,6), соответствующая терригенным коллекторам. Разрез, полученный по данной области представлен на рисунке 3.

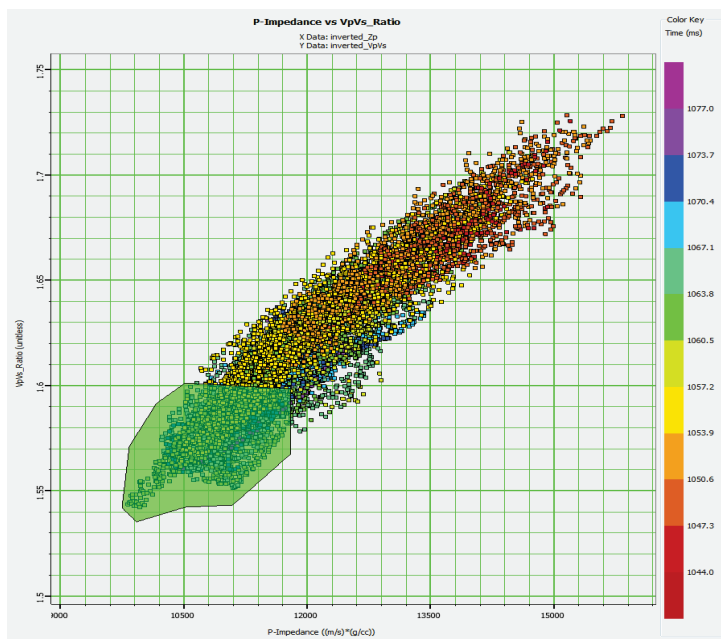


Рисунок 2-График зависимости восстановленного акустического импеданса от отношения скоростей продольной и поперечной волн в интервале целевого горизонта с выделенной зеленым полигоном перспективной зоной

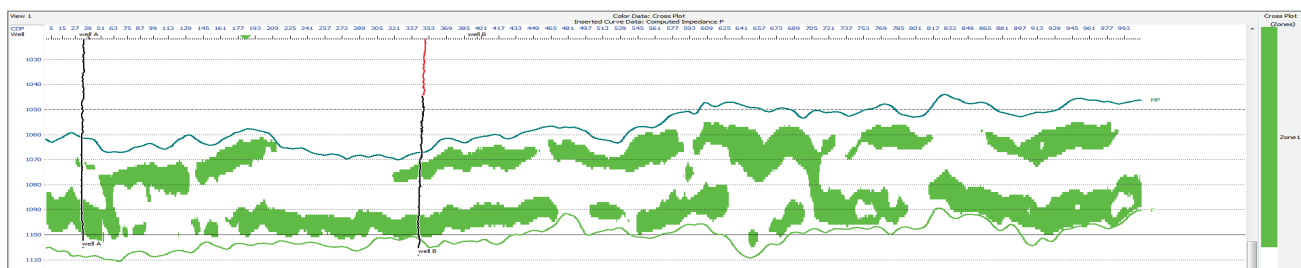


Рисунок 3-Разрез, полученный по выделенной перспективной зоне

Байесовский подход позволяет вычислить вероятность появления какого-либо события при условии, что произошло другое событие, статистически связанное с первым. На рисунке 4 представлена схема реализации Байесовского подхода.

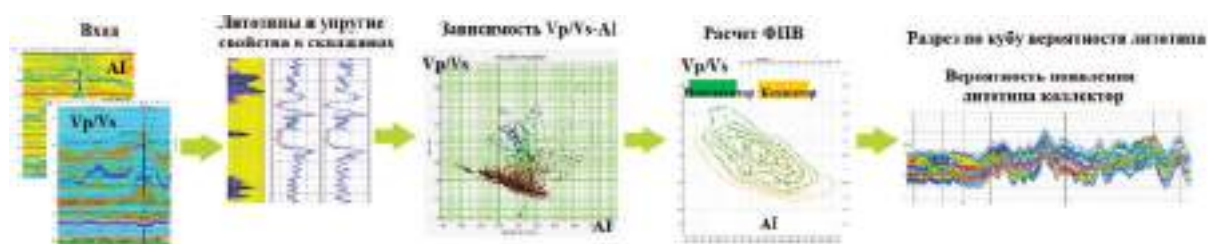


Рисунок 4-Схема реализации вероятностного подхода, основанного на оценке Байеса

По входным кубам упругих свойств, а также литотипам «коллектор» и «неколлектор» в скважинах был произведен расчет функции плотности вероятности (ФПВ) для литотипов (рисунок 5), а также рассчитаны кубы вероятности появления данных литотипов. С помощью вероятностного подхода Байеса удалось наиболее точно, по сравнению с методов полигонов, выделить на разрезе области распространения терригенных коллекторов (рисунки 6-7).

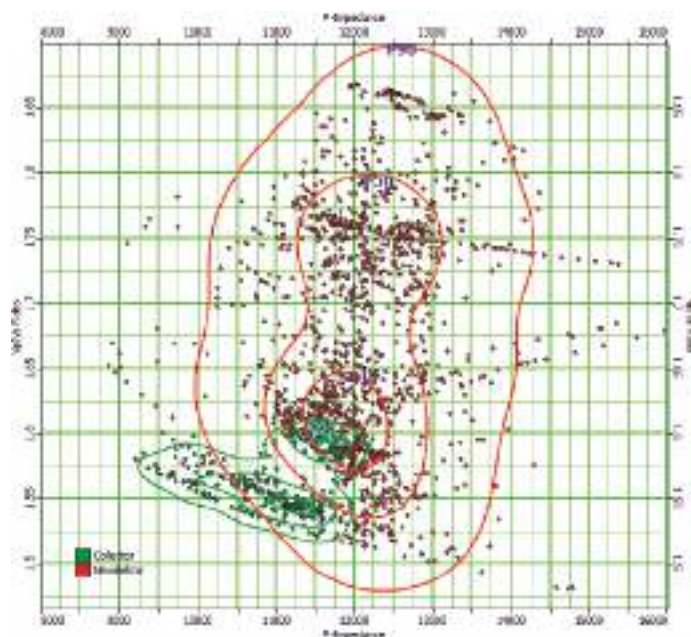


Рисунок 5—Функции плотности вероятности, описывающие литотипы «коллектор» (зеленый цвет) и «неколлектор» (красный) для целевого интервала

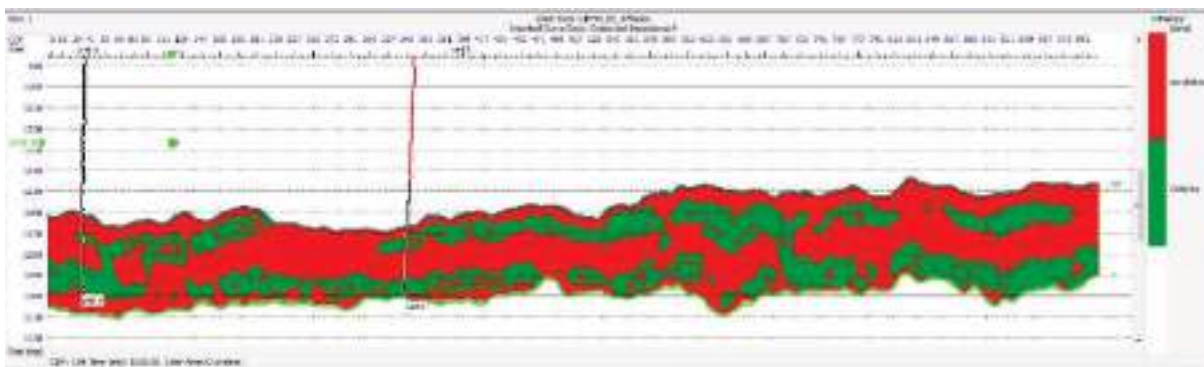


Рисунок 6-Разрез, полученный в результате Байесовской классификации с выделенными литотипами «коллектор» (зеленый цвет) - «неколлектор» (красный цвет)

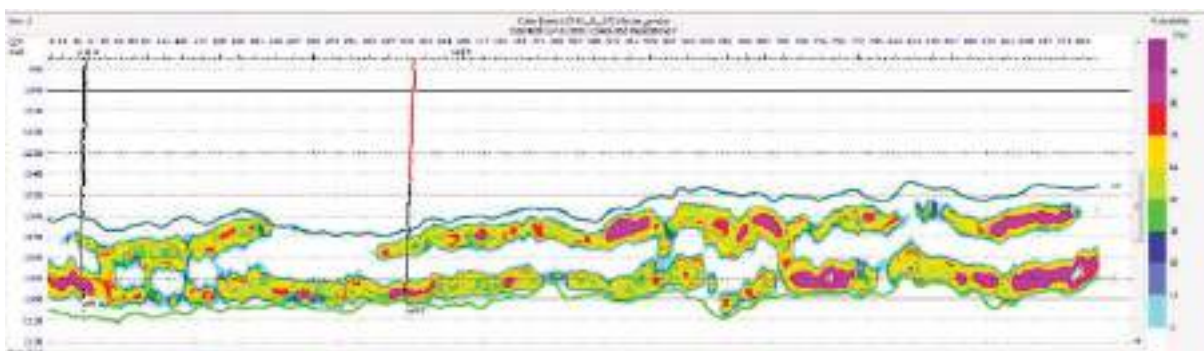


Рисунок 7-Разрез, полученный в результате Байесовской классификации с выделенной вероятностью литотипа «коллектор»

Таким образом, в результате работы алгоритмов сейсмической инверсии были получены кубы упругих свойств, а также вероятности появления коллектора на данной площади. В ходе анализа полученных карт удалось выделить зоны распространения потенциальных коллекторов. Видно, что алгоритмы сейсмической инверсии успешно справляются с поставленной задачей и могут применяться на производстве для прогнозирования зон запасов углеводородов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Учебник для вузов. Тверь: Издательство АИС, 2006. – 774с.
2. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика. Учебник для вузов. М.: ООО «Издательский дом Недра», 2010. – 479с.
3. Дюбрул О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. Издательство EAGE, 2005. – 296с.
4. Ковалевский Е.В. Геологическое моделирование на основе геостатистики. Издательство EAGE, 2011. – 117с.

Шығыс сібірдің терригендік су қоймаларын ұңғымаларды каротаждау және сейсмикалық мәліметтер бойынша сандық интерпретацияның ықтималдық тәсілдерін қолдану арқылы зерттеу
Тарасова В.С. 

Аңдатпа. Бұл жұмыс сейсмикалық деректерді түсіндірудің детерминистік әдістерін қолдану көмегімен Шығыс Сібірдің терригендік коллекторларын зерттеуге арналған. Акустикалық және серпімді сейсмикалық инверсияның әртүрлі алгоритмдерінің қолданылуына салыстырмалы талдау жүргізілді. Келесі акустикалық инверсия алгоритмдері сыналған: модельге негізделген инверсия, түсті инверсия, рекурсивті инверсия, сирек импульстік сызықтық бағдарламаланатын инверсия және

синхронды серпімді инверсия алгоритмі. Серпімді синхронды инверсия нәтижелерін түсіндіру үшін Байес формуласына негізделген ықтималды тәсіл қолданылды. Алынған мәліметтерді интерпретациялау үшін ықтималдық әдіс пен көпбұрыш әдісінің қолдану мүмкіндігіне салыстырмалы талдау жүргізіледі. Жұмыс учаскесінің геологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, ең оңтайлы алгоритмдер таңдалды. Әлеуетті коллекторлық аймақтарды болжау үшін пайдаланылатын әдістердің жиынтығы қолданылды. Акустикалық кедергінің төмен мәндері және резервуарларға сәйкес бойлық және көлденең толқындардың жылдамдықтарының қатынасы бар аймақтар анықталған.

Негізгі сөздер: сейсмикалық барлау, Шығыс Сібір, инверсия, Байездік ықтималдық тәсілі, коллектор.

The study of terrigenous reservoirs of eastern siberia according to well logging and seismic data using probabilities approaches to quantitative interpretation

Tarasova V.S. 

Abstract. This work is devoted to studying terrigenous reservoirs of Eastern Siberia by applying the deterministic methods of seismic data interpretation. First, a comparative analysis of the applicability of acoustic and elastic approaches to seismic inversion is carried out. The following acoustic inversion algorithms have been tested: model-based inversion, color inversion, recursive inversion, sparse-pulse linear programmable inversion, and the synchronous elastic inversion algorithm. A probabilistic approach based on the Bayes formula was used to interpret the results of elastic synchronous inversion. A comparative analysis of the applicability of the probabilistic approach and the polygon method for interpreting the data obtained is carried out. The most optimal algorithms were selected with due regard to the geological features of the work area. Finally, a combination of the methods used to predict potential reservoir zones is applied. Regions with low values of acoustic impedance and the ratio of the velocities of longitudinal and transverse waves, corresponding to reservoirs, are identified.

Keywords: seismic exploration, Eastern Siberia, inversion, Bayesian probabilistic approach, reservoir.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО МАНГЫШЛАКА

Ж.М. Тлепиева^{ORCID}, А.С.Кусербаева^{ORCID}, Истекова С. А.^{ORCID}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

Z.Tlepiyeva@stud.satbayev.university, A.Kusherbayeva@stud.satbayev.university

Аннотация. Представлены результаты исследований по оценке эффективности использования современных петрофизических данных в комплексе с интерпретаций каротажных диаграмм для изучения сложнопостроенных терригенных и карбонатных пород юрских и триасовых комплексов Южно-Мангышлакского нефтегазоносного бассейна. Информация о вещественном составе, строении и литолого-физических параметрах пород-коллекторов продуктивных отложений нефтегазоносных толщ базируется на результатах лабораторных исследований керна, являющиеся основным источником прямой информации о литологии, структуре пустотного пространства и получения данных, необходимых для построения основных петрофизических зависимостей и установления граничных значений емкостных и фильтрационных свойств коллекторов. Результаты геофизических исследований скважин использованы для выделения коллекторов, оценки характера их насыщения и определения фильтрационно-емкостных свойств. Установлено, что в юрских отложениях коллекторами являются полимиктовые песчаники и алевролиты со сложным минеральным составом кластического материала и глинистым цементом. Лучшими коллекторскими качествами обладают неслоистые разности песчаников различной зернистости как средне-, так и мелкозернистые. Коллектора триасовых комплексов выделены по граничному значению коэффициента пористости и проницаемости, которые установлены по петрофизическим зависимостям.

Ключевые слова: терригенные и карбонатные породы, коллектор, фильтрационно-емкостные свойства, геофизические исследования скважин, исследования керна, интерпретация каротажных диаграмм.

Для эффективной разработки нефтяных и газовых месторождений необходимо располагать не только общими сведениями о размерах (площади и мощности) и условиях залегания объектов разработки, но и детальными данными о их структуре, коллекторских свойствах и степени нефтегазонасыщения. Решение этих задач успешно осуществляются петрофизическими исследованиями, включающие геофизические методы исследования скважин и лабораторные исследования керна, позволяющие изучить разрезы нефтяных и газовых скважин и особенно продуктивных горизонтов. Эти сведения дают возможность наиболее точно подсчитать запасы нефти и газа, обосновано составить геологическую часть проекта разработки, и создать необходимые условия для эксплуатации залежей нефти и газа с максимальной эффективностью.

Южный Мангышлак — один из старейших и основных нефтегазоносных районов Казахстана. Мангышлакский нефтегазоносный район приурочен к асимметричной Южно-Мангышлакской впадине северо-западного простириания, выполненной мезозойскими и кайнозойскими отложениями мощностью до 7000 м, собранными в пологие складки [1]. Промышленная нефтегазоносность Мангышлака установлена в 1961 с открытием таких крупных месторождения как Жетыбай, Узень, Тасбулат, Тенге. В пределах района и прилегающих к ней территорий выявлено более 90 локальных нефтегазоносных структур. Промышленные скопления углеводородов приурочены к доюрским, юрским и меловым отложениям. Юрская, преимущественно нефтеносная толща, мощностью 1200-1400 м содержит более 16 продуктивных горизонтов, меловая, газоносная, мощностью до 1000 м-содержит 12 продуктивных горизонтов.

В последнее время перспективность нефтегазоносности юрских и меловых структур характеризуется низкой оценкой, в связи с чем, эффективность поисково-разведочных работ резко упала. Основные перспективы нефтегазоносности Южного Мангышлака связаны с триасовыми и палеозойскими комплексами [2].

В юрской части разреза пласты-коллектора представлены песчаниками и алевролитами. Толщина продуктивных горизонтов изменяется от 20 до 175 и более метров, а разделяющих их глинистых пачек от 2 до 60м. Продуктивные отложения основного юрского возраста, в

которых выделены нефтяные, газонефтяные и газовые горизонты, а также нижне-верхнемеловые газовые горизонты составляют суммарный продуктивный этаж, достигающий 1600 м. Пласты-коллекторы характеризуются высокими, редко - удовлетворительными, фильтрационно-емкостными свойствами.

Свойства доюрских (триасовых) коллекторов изучены относительно слабо. В отложениях триаса выделено несколько горизонтов. Приурочены горизонты к песчаникам верхнего триаса и к карбонатным пластам в терригенно-карбонатной толще среднего триаса, и залегают на глубине от 2800 до 3400 м. Наиболее многочисленные и высокодебитные притоки углеводородов 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 каверно-поровых коллекторов [3].

При выделении коллекторов юрских отложений района исследований, частое переслаивание коллекторов с прослоями глин, полимиктовый состав пород затрудняет выделению эффективных толщин коллекторов и их коллекторские свойства. Для карбонатных коллекторов триасовых отложений по сравнению с юрскими отложениями характерны сложное строение порового пространства, высокая неоднородность фильтрационных и емкостных свойств, разнообразие горных пород в составе коллектора. Такие особенности влияют на показания каротажных данных, которые в свою очередь осложняют интерпретацию методов геофизических исследований скважин (ГИС) [4].

Для выделения карбонатных коллекторов триасовых отложений по методам ГИС сталкиваются с трудностями выделения границ пластов, в связи со сложным строением отложений, и ряда факторов негативно влияющие на кривые. Поэтому технология выделения коллекторов по количественным критериям, определяющие на статическом уровне границу “коллектор-неколлектор” необходима для уточнения интерпретации [5].

Все скважины на стадии поисково-разведочного бурения осуществляли проходку с отбором керна. КERN отбирался в нижнеюрских, верхнетриасовых, среднетриасовых и палеозойских отложениях. В эксплуатационных скважинах керна отбирался только в продуктивной толще среднего триаса. Проведен лабораторный анализ керна, описание петрографических шлифов, макро-описание керна по скважинам. Получены данные о литологическом строении пород продуктивного разреза, выявлены коллектора, дано петрографическое описание, изучены петрофизические зависимости и физические свойства пород продуктивной юрской толщи и среднего триаса. Модель коллектора, т.е. тип коллектора, структуру порового пространства, вещественный состав и строение скелетной и цементирующей частей, диапазон изменения основных свойств коллекторов получены из прямой информации – результатов исследований керна, по которым построены основные петрофизические зависимости и установлены граничные (предельные) значения емкостных и фильтрационных свойств коллекторов. Для определения граничных значений использованы построение корреляционных зависимостей по параметрам, полученных по специальным лабораторным исследованиям керна [6].

Геофизические исследования на рассматриваемой площади проводились в условиях терригенного и карбонатного разрезов на глубине 1600-4200 м при температуре пластов 140–150 °С и давлении свыше 50 МПа. В процессе исследований по оценке свойств коллекторов учитывались полнота, информативность и качество стандартного комплекса геофизических исследований большинства скважин.

В интервале детальных исследований в масштабе глубин 1:200 выполнялись: стандартный каротаж (СК) кровельным и подошвенным градиент-зондами, ПС, кавернометрия (КВ), боковое каротажное зондирование (БКЗ) шестью подошвенными градиент-зондами, боковой каротаж (БК), боковой микрокаротаж (БМК) с микрокавернометрией (МКВ), индукционный каротаж (ИК), гамма-каротаж (ГК), двух зондовый нейтрон-нейтронный каротаж (КНК), плотностной каротаж (ПК), акустический каротаж по скорости продольных волн (АК). Общие исследования в масштабе 1:500

выполнялись по всему стволу скважины включали стандартный каротаж, ПС, КВ, ГК, НГК, кроме того, выполнялись исследования по изучению технического состояния скважин и контроля за качеством цементирования колонн (АКЦ).

По всем скважинам проведена послойная непрерывная количественная интерпретация ГИС в системе программ “Tigress” и ГИНТЕЛ.

Выделение коллекторов в юрских отложениях проводилось по прямым качественным и косвенным и количественным признакам, обычным для терригенного и карбонатного разреза (Рисунок 1):

- отрицательная аномалия ПС;
- уменьшение диаметра скважины относительно номинального за счет образования глинистой корки при фильтрации промывочной жидкости в пласт;
- наличие аномалии КС относительно вмещающих пород на диаграммах методов ЭК и ИК;
- наличие радиального градиента электрического сопротивления по данным эклектических методов с различным радиусом исследования (БМК; БК);
- уменьшение естественной радиоактивности относительно вмещающих пород.

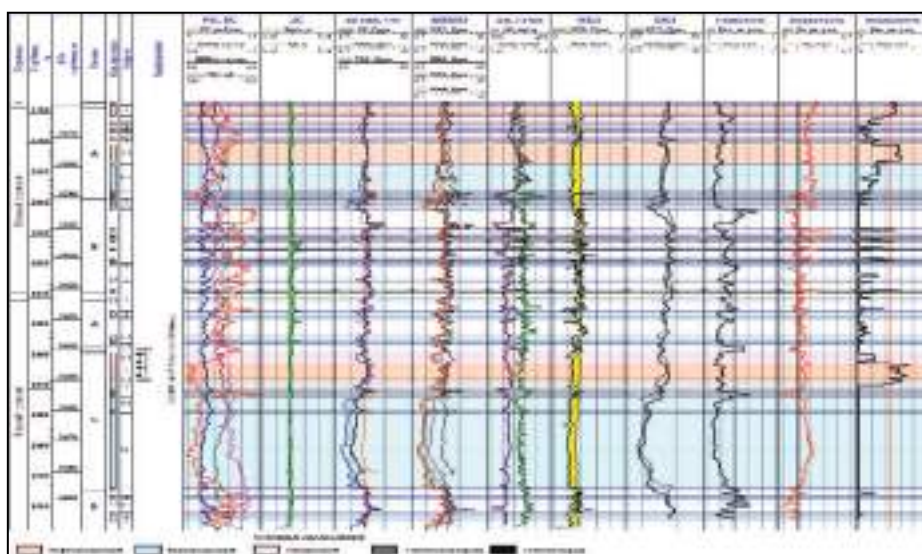


Рисунок 1–Комплексные геофизические исследования при изучении юрских коллекторов

Кривые ПС на диаграммах использовались в качестве индикатора наличия коллектора. Границы пластов и оценка эффективных толщин, в основном, проводится по данным БК, РК с использованием критической величины пористости – 9 %, обоснованной по керновым данным.

По петрофизическим исследованиям тип коллектора оценивается как поровый. Отмечается низкая карбонатность, практически всего терригенного разреза. Диапазон пористости по керну – 9,7–17,1 %.

Коллекторы в карбонатных отложениях триасового комплекса, вскрытый скважинами продуктивный разрез освещен комплексом геофизических исследований, включающих электрометрические и радиоактивные методы удовлетворительного качества, позволяющие в целом выделить интервалы коллекторов, определить толщину, и характер их насыщения. Коллекторы выделены в основном по кривым радиоактивного каротажа (ГК, ННК (НГК)), акустического и бокового методов, кавернометрии. Коллекторы от вмещающих пород выделяются понижением УЭС, уменьшением плотности пород. На кривой ΔT отмечается увеличение показаний интервального времени, на диаграмме нейтронного каротажа понижение показаний против коллекторов, за счёт увеличения водородосодержания. Породы не коллекторы в карбонатных отложениях обладают большей плотностью и более высоким удельным электрическим сопротивлением, имеют повышенные и высокие до максимальных значений на кривой ННК (НГК) и низкие значения интервального времени (Рисунок 2).

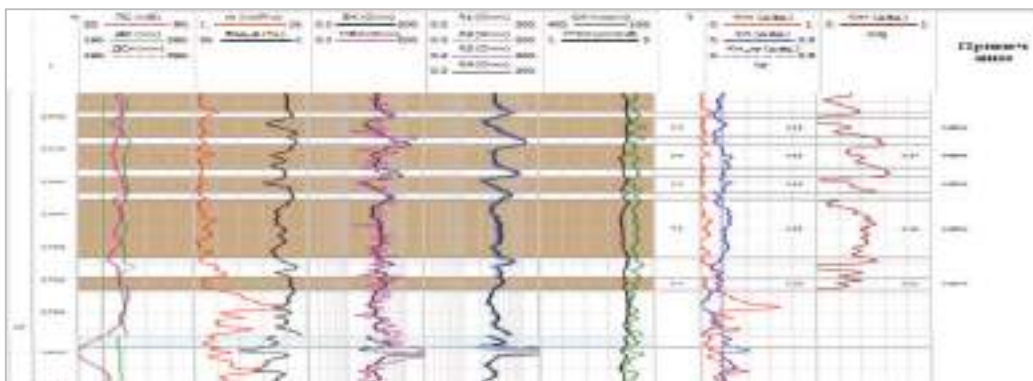


Рисунок 2- Комплексные геофизические исследования при изучении триасовых коллекторов. Для литолого-петрографической характеристики продуктивных отложений и выделения коллекторов использованы: литологическое описание керна, фотографии полноразмерного керна в дневном и ультрафиолетовом свете; результаты лабораторных исследований образцов керна; сведения по испытанию и перфорации пластов; результаты опробования в колонне анализ каротажных диаграмм.

Юрские отложения, с которыми связана промышленная нефтегазоносность месторождения Карамандыбас залегают на размытой поверхности триасового комплекса пород. В составе юрской системы выделяются нижний, средний и верхний отделы. Коллекторами являются полимиктовые песчаники и алевролиты со сложным минеральным составом кластического материала и глинистым цементом. Лучшими коллекторскими качествами обладают неслоистые разности песчаников различной зернистости (как средне, так и мелкозернистые) (рис.1)

Выделение коллекторов по данным ГИС проводилось на основании прямых (качественных) и косвенных (количественных) признаков. Качественным признакам коллектора является факт проникновения фильтрата бурового раствора в пласт, а количественным - повышенные фильтрационно-емкостные свойства коллекторов относительно вмещающих пород. Косвенный качественный признаки обычно сопутствуют прямым признакам и характеризуют породы, которые по своим емкостным свойствам и чистоте минерального скелета могут принадлежать к коллекторам.

При выделении коллекторов отмечено, что наличие глинистой корки на кривой кавернометрии и градиента сопротивлений не всегда являлось признаком коллектора. Анализ литологического описания керна, его фотографий и данные пластового микросканера (FMI), подтверждают тонкослоистое строение глинистых пережимов (Рисунок 3).

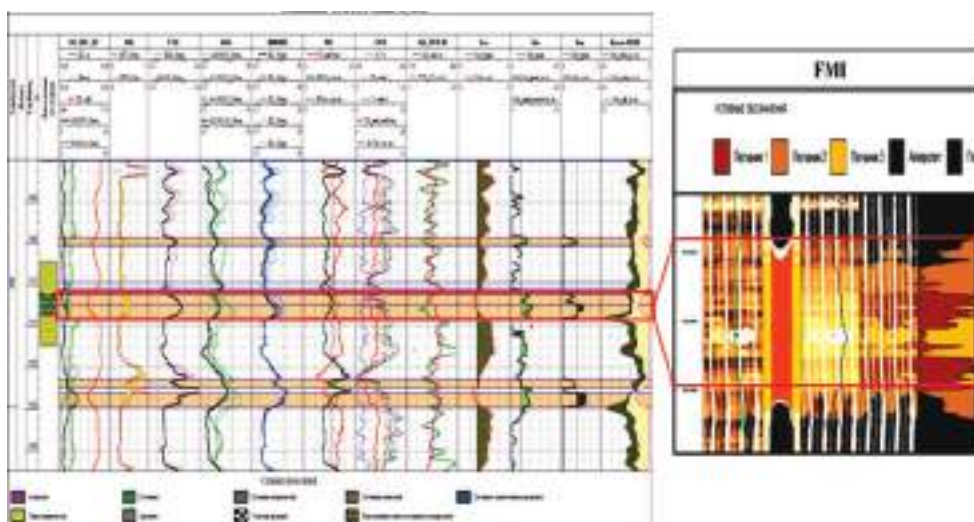


Рисунок 3- Пример уточнения литологии тонкослоистого коллектора по FMI

Среднетриасовые отложения (Т2) представлены вулканогенно-карбонатной сероцветной формацией, происхождение которых связано с условиями морского солоноватоводного бассейна и гумидного климата. Выделяется три литологические толщи: вулканогенно-доломитовая, вулканогенно-известняковая и вулканогенно-аргиллитовая. Трещинные коллекторы, вмещающие залежь представлены доломитами оолитовыми, комковатыми, обломочными, пелитоморфными, пелитоморфными известняками и туфами. Отмечаются трещины различной направленности.

Верхний триас (Т3). Каверново-поровые коллекторы представлены доломитами комковатыми, оолитово-комковатыми, обломочно-оолитовыми, обломочно-оолитово-комковатыми, с постепенными переходами от одной разности к другой. Микроскопическое изучение пород показывает, что они состоят из оолитов, комков, обломков. Оолиты и комки псаммитовой размерности, а величина обломков варьирует от 1–2 мм до 3 см. Микрозернистый (0,005–0,01 мм) доломит нередко пятнисто пропитан углеводородами, имеет пустоты неправильной формы размерами от 0,01 мм до 0,3 мм. Пласты-коллекторы характеризуются естественной радиоактивностью от 1,4–9,0 мкР/час, значениями нейтронной пористости – от 2,0 до 25 %, удельным электрическим сопротивлением 5,2 до 355 Ом, временем пробега упругих волн 178–314 мкс/м, по данным ГГКП – плотностью в интервале 2,30–2,68 г/см³.

Вследствие разрушения карбонатных пород-коллекторов положительное приращение на микрозонах и глинистая корка на кавернограмме присутствует не всегда. Окончательная принадлежность выделенных пластов к коллекторам определена по граничному значению коэффициента пористости и проницаемости, которые были утверждены по петрофизическим зависимостям.

Удельное электрическое сопротивление принималось по боковому каротажу, в значения кажущихся сопротивлений введены поправки за влияние скважины и вмещающих пород. В карбонатных отложениях, характеризующихся высокими удельными электрическими сопротивлениями, боковой картаж является единственным методом, обеспечивающим с приемлемой точностью определение УЭС пластов. Коэффициент нефтегазонасыщенности коллекторов верхнетриасовых горизонтов изменяется от 0,45 до 0,82 д.ед.; среднетриасовых от 0,44 до 0,90 д.ед.

Оценка количественных критериев для интерпретации ГИС для юрских и триасовых отложений оценивалась разными параметрами матричных компонентов в зависимости от особенности литологического содержания.

Оценку глинистости коллекторов общепринято проводить по данным гамма-каротажа, однако присутствие радиоактивных элементов и калиевых полевых шпатов в обломках пород, слагающих коллекторы, увеличивают показания ГК против коллекторов. Для выявления причин увеличения гамма-фона в коллекторах проведен анализ данных спектрометрического гамма-каротажа, который показал, что повышение естественной радиоактивности коллекторов определяется, в основном, увеличением концентрации калия. Данное обстоятельство легко прослеживается по полученному на керне спектру естественной радиоактивности образцов, представленного содержанием калия (K), урана (U) и тория (Th). Влияние урана и тория на показания ГК практически отсутствует, лишь в некоторых интервалах отмечается повышенная концентрация этих элементов, увеличивающая показания ГК. Зато четко прослеживается влияние содержания K на показания ГК.

Определение коэффициента пористости проводилось по данным плотностного, нейтронного, акустического и в комплексе нейтронно-акустического, нейтронно-плотностного каротажей. Пористость в скважине рассчитывалась и принималась по тому методу пористости, который наиболее достоверно отображал литологию разреза, а также исходя из комплекса (наличию метода), проведенного в исследуемой скважине и его качества. Достоверность расчетов определения коэффициента пористости сопоставлялось с данными анализов керна. Определение коэффициента пористости осуществлялось по формулам:

$$K_n^{AK} = (\Delta T - \Delta T_{ск}) / (\Delta T_{ж} - \Delta T_{ск}) - K_{гл} * (\Delta T_{гл} - \Delta T_{ск}) / (\Delta T_{ж} - \Delta T_{ск})$$

$$K_n^{ГГКП} = (\delta_{ск} - \delta_{пл}) / (\delta_{ск} - \delta_{ф}) - K_{гл} * (\delta_{ск} - \delta_{гл}) / (\delta_{ск} - \delta_{ф});$$

где $\sigma_{ск}$ – плотность скелета, взята для залежи, σ – плотность породы интерпретируемого коллектора на диаграмме записи плотностного каротажа. $K_n^{ГГК} = W - K_{гл} * W_{гл}$,

где W – водородосодержание (нейтронная пористость) интерпретируемого коллектора, определялась по диаграммам НК или по уравнениям связи значений нейтронного каротажа (условные единицы) с водородосодержанием для конкретной модификации прибора и диаметра скважины. $W_{гл}$ – водородосодержание глин, принято равным 0,30 д.ед., что подтверждается исследованиями минерального состава глин.

По результатам определения фильтрационно-емкостных свойств пород, отобранных из продуктивных горизонтов верхних и нижних, установлено соотношение пористость-проницаемость.

Таким образом по результатам исследований установлено, что в юрских отложениях коллекторами являются полимиктовые песчаники и алевролиты со сложным минеральным составом кластического материала и глинистым цементом. Лучшими коллекторскими качествами обладают неслоистые разности песчаников различной зернистости как средне-, так и мелкозернистые.

Принадлежность выделенных пластов к коллекторам триасовых комплексов определена по граничному значению коэффициента пористости и проницаемости, которые установлены по петрофизическим зависимостям. В карбонатных отложениях, продуктивных верхнетриасовых горизонтов, характеризующиеся высокими удельными электрическими сопротивлениями, коэффициент нефтегазонасыщенности изменяется от 0,45 до 0,82 д.ед.; среднетриасовых от 0,44 до 0,90 д.ед. (Таблица 1).

Таблица 1. Характеристики коллекторов Южно-Мангышлакского нефтегазоносного района

Методы исследований	Параметры	Юрские отложения	Триасовые отложения
Исследования керна	Параметры матричного скелета	$\delta_{ск}=2,66 \text{ г/см}^3$ $\Delta T_{ск}=165 \text{ мкс/м.}$ параметр пористости и параметр насыщения: $P_n = 1/K_n^{1,82}$ $P_n = 1/K_v^{2,04}$ – для верхних горизонтов; $P_n = 1/K_n^{1,73}$ $P_n = 1/K_v^{2,13}$ – для нижних горизонтов	$\delta_{ск}=2,68 \text{ г/см}^3$ $\Delta T_{ск}=178 \text{ мкс/м.}$ параметр пористости и параметр насыщения: $P_n = K_n - 1,71$, $P_n = K_v - 1,66$ – для коллекторов верхнего триаса; $P_n = K_n - 1,89$, $P_n = K_v - 1,42$ – для коллекторов среднего триаса
	Граничные значения	Граничное значение пористости $K_p=11\%$ при проницаемости $K_{пр}=1 \text{ мД}$	Для верхнетриасовых коллекторов граничное значение пористости $K_p=9\%$ при проницаемости $K_{пр}=5 \text{ мД}$ Для среднетриасовых проницаемость $K_{пр}=3 \text{ мД}$ и пористости $K_p=8\%$.
ГИС	ПС	отрицательная аномалия	отрицательная аномалия
	Кавернометрия	сужение диаметра скважины за счет образования глинистой корки	в карбонатных коллекторах КВ ближе к номинальному диаметру, местами отмечается влияние каверн
	Методы сопротивления	наличие аномалии КС относительно вмещающих пород на диаграммах методов ЭК и ИК; наличие радиального градиента сопротивления с различным радиусом исследования (БМК; БК).	наличие радиального градиента сопротивления на диаграммах электрических методов с различным радиусом исследования

	Радиоактив ый каротаж	уменьшение естественной радиоактивности относительно вмещающих пород	пониженные значения гамма-каротажа, на диаграмме нейтронного каротажа понижение показаний против коллекторов, за счёт увеличения водородосодержания
	Акустическ ий каротаж	повышение значений интервального времени относительно вмещающих пород	увеличение показаний интервального времени ΔT

Информация о вещественном составе, строении и литолого-физических параметрах пород-коллекторов продуктивных отложений нефтегазоносных толщ месторождений Южного Мангышлака базируется на результатах лабораторных исследований керна, являющиеся основным источником прямой информации о литологии, структуре пустотного пространства и получения данных, необходимых для построения основных петрофизических зависимостей и установления граничных значений емкостных и фильтрационных свойств коллекторов. Результаты геофизических исследований скважин использованы для выделения коллекторов, оценки характера их насыщения и определения фильтрационно-емкостных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попков В. И., Попкова И. П., Кнутова Л. М. Распространение нефтегазоносных толщ триаса в пределах северного борта Южно-Мангышлакского прогиба. Труды КазНИПИнефти, 1986, вып.13, С. 3-6.
2. Ажгалиев Д. К. Прогноз перспективных нефтегазоносных объектов в палеозое в пределах Южно-Мангышлакского прогиба на западе Туранской плиты. // Известия Уральского Государственного горного университета. Выпуск 1 (49). 2018. С.11-17
3. Шиланов Н.С. Оценка продуктивности сложнопостроенных коллекторов Южного Мангышлака // Научный журнал «Азербайджанское нефтяное хозяйство» ГНКАР, Баку, 2017. №9, – С.56-58.
4. Истекова С.А., Байдаулетова Г.К. Умирова Г.К. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин на месторождениях нефти и газа. Учебное пособие. Каспийский Общественный Университет, Алматы 2011. 316с.
5. Шиланов Н.С. Оценка нефтегазоносности триас-палеозойских отложений Южного Мангышлака по комплексным данным геолого-геофизических исследований. Диссертация на соискание учёной степени доктора философии по наукам о Земле. Баку, 2018, 176 стр, с.102.
6. Абитова А. Ж., Альтимиров Т. З., Шиланов Н. С. и др. Стандартные и специальные лабораторные исследования керна, КазНИПИМунайгаз, Т 1-3, 2013, с.39-77. с.83-87. 131-142. 157-162.

Оңтүстік маңғышлақ кен орындарының мұнай және газ коллекторларының петрофизикалық сипаттамасы

Ж.М. Тлепиева^{id}, А.С.Кушербаева^{id}, Истекова С.А.^{id}

Аңдатпа. Бұл жұмыста Оңтүстік Маңғышлақ мұнай-газ бассейнінің юра және триас кешендерінің күрделі терригенді және карбонатты тау жыныстарын зерттеу үшін ұңғыма каротаждарын интерпретациялаумен бірге қазіргі заманғы петрофизикалық мәліметтерді пайдалану тиімділігін бағалау жөнінде зерттеулердің нәтижелері берілген. Мұнай және газ қабаттарының материалдық құрамы, құрылымы және литологиялық-физикалық параметрлері туралы мәліметтер литология туралы тікелей ақпараттың негізгі көзі болып табылатын керн зерттеулерінің нәтижелеріне негізделген. Алған керн зертханалық мәліметтерінен кеуектілік, өткізгіштік параметрлерін анықтауға және негізгі петрофизикалық тәуелділіктерді құру, коллекторлардың сүзу-сыйымдылық қасиеттерінің шекті мәндері анықтауды. мәндерін орнату үшін қажетті мәліметтерді алуға мүмкіндік береді. Ұңғымалардың каротаж нәтижелері қабаттарды анықтау, олардың қанығу сипатын бағалау және қабаттардың қасиеттерін анықтау үшін пайдаланылды. Юра шөгінділері полимикті құмтастар мен күрделі минералды құрамы сынық материалдан және сазды цементтен тұратын алевролиттер екені анықталды. Ең жақсы резервуар сапасы орташа және ұсақ түйіршікті түйіршіктердің әртүрлі өлшемдегі

құмтастардың қабатсыз сорттары болып табылады. Триас кешендерінің коллекторлары петрофизикалық тәуелділіктерден белгіленген кеуектілік және өткізгіштік коэффициенттерінің шекаралық мәнімен анықталады.

Негізгі сөздер: терригенді және карбонатты тау жыныстары, қабат, кеуектілік қасиеттері, каротаж, керн зерттеулері, ұңғыма зерттеулерінің интерпретациясы.

Petrophysical characteristics of oil and gas bearing reservoirs of the south mangyshlak fields

Zh.M.Tlepiyeva , **A.S Kusherbayeva** , **Istekova S.A.** 

Abstract. The results of studies on evaluating the effectiveness of the use of modern petrophysical data in combination with the interpretation of well logs for the study of complex terrigenous and carbonate rocks of the Jurassic and Triassic complexes of the South Mangyshlak oil and gas basin are presented. Information about the material composition, structure and lithological and physical parameters of reservoir rocks of productive deposits of oil and gas bearing strata is based on the results of laboratory studies of the core, which are the main source of direct information about lithology, the structure of the void space and obtaining the data necessary to build the main petrophysical dependencies and establish boundary values capacitive and filtration properties of collectors. The results of well logging were used to identify reservoirs, assess the nature of their saturation and determine reservoir properties. It has been established that the reservoirs in the Jurassic deposits are polymictic sandstones and siltstones with a complex mineral composition of clastic material and clayey cement. The best reservoir qualities are unlayered varieties of sandstones of various grain sizes, both medium- and fine-grained. The reservoirs of the Triassic complexes are identified by the boundary value of the porosity and permeability coefficients, which are established from petrophysical dependencies.

Keywords: terrigenous and carbonate rocks, reservoir, porosity properties, well logging, core studies, well log interpretation.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ МОГТ И РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ САГИЗСКОГО БЛОКА

Д.С. Каиров^{ID}, Абетов А. Е.^{ID}
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
D.Kairov@satbayev.university

Аннотация. В статье рассмотрены результаты применения объектно-ориентированной технологии выявления ловушек неструктурного типа (тектонически, стратиграфически и литологически экранированных) на базе известных методов, приемов и правил, а также геологических принципов. Данная технология выявления нефтегазоперспективных объектов в отложениях триаса Прикаспийской впадины имеет примеры успешной реализации. Поэтому, на стадии разведки и доразведки уже открытых месторождений нефти и газа, объектно-ориентированная интерпретация по данным сейсморазведки МОГТ-3Д будет способствовать выявлению новых потенциально перспективных ловушках УВ и тем самым будет содействовать восполнению объемов прогнозных ресурсов и ожидаемых запасов промышленных категорий.

Ключевые слова: сейсморазведочные работы, МОГТ - 3Д, трассирование нарушений, выявление новых ловушек неструктурного типа.

Развитие прогрессивной технологии объектно-ориентированной методики интерпретации сейсмических данных, исходя из априорной информации об особенностях геологического строения изучаемых объектов позволило получить принципиально новые результаты по разделению сейсмической записи в интервале регистрации триасовых отложений с выделением отражений, соответствующих несогласным границам раздела и обеспечило возможность более детального изучения структурных планов непосредственно продуктивных пластов, обеспечило выделение и трассирование малоамплитудных дизъюнктивов, нарушающих целостность этих пластов и определяющих их фрагментацию на отдельные блоки.

В основном, это связано с увеличением детальности и информативности сейсмических разрезов за счет восстановления малоразмерных объектов с определенными геометрическими свойствами, на фоне регулярных отражающих границ.

Традиционная обработка и интерпретация сейсмического волнового поля по всему разрезу без учета априорной информации о строении триасовых отложений в интервалах возможного развития нефтегазоперспективных ловушек неструктурного типа не во всех случаях приводила к успешному решению задач по их пространственному оконтуриванию.

Методы обработки и интерпретации. При обработке и интерпретации сейсмических данных волновым аномалиям, соответствующим триасовым объектам, уделяется самое пристальное внимание (Рисунок 1)

В результате реализованной прогрессивной технологии объектно-ориентированной интерпретации данных на временных разрезах ОГТ были выделены и прослежены отражающие горизонты, связанные с возможно продуктивными пластами, приуроченные к среднему триасу, кроме того, в различных сейсмофациях нашла отражение смена фациального состава отложений. В целом, это связано с увеличением детальности и информативности сейсмических разрезов за счет восстановления малоразмерных объектов, с определенными геометрическими свойствами на фоне регулярных отражающих границ.

В процессе дальнейших исследований решались следующие задачи:

- 1) выделение структурно-формационных комплексов в триасовых отложениях на основе интерпретации сейсмических временных разрезов;
- 2) увязка данных сейсморазведки и бурения;
- 3) выделение и изучение сейсмических фаций на основе поверхностного атрибутивного анализа данных сейсморазведки;

4) прогноз зон, благоприятных для заложения поисковых скважин в триасовых отложениях.

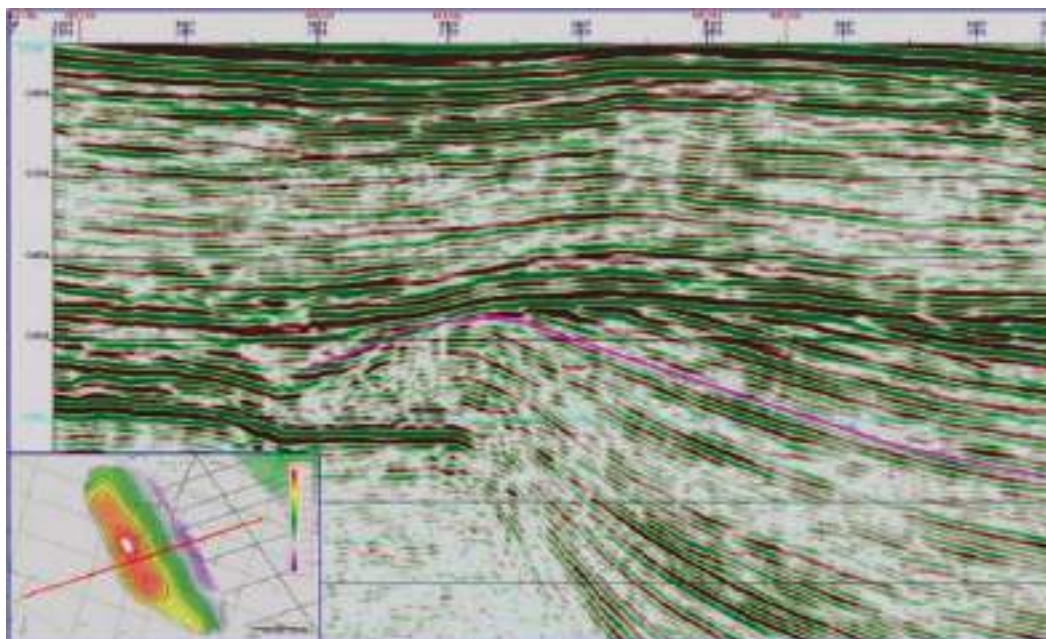


Рисунок 1 – Пример объектно-ориентированной интерпретации по профилю 367 месторождения Ащиколь

Сейсмофациальный анализ, проведенный для каждого структурно-формационного комплекса в межкупольных зонах, позволил выявить объекты, с которыми связаны основные перспективы поиска ловушек неструктурного типа (Рисунок 2).

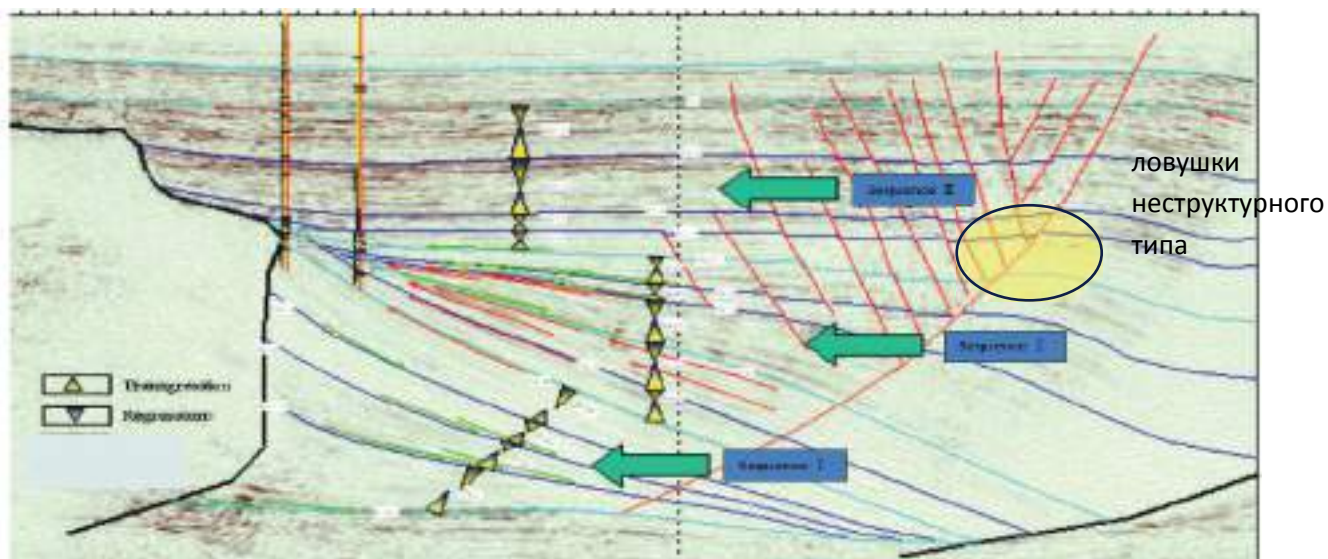


Рисунок 2 - Сеймостратиграфический анализ сеймофации с изображением вероятных мест обнаружения ловушек неструктурного типа

Критерии и признаки для выбора вероятных объектов углеводородного насыщения.

Были применены следующие критерии и признаки для выбора вероятных объектов нефтегазонакопления:

➤ В южной части Прикаспийской впадины структурно-формационный облик отложений осадочного чехла в значительной степени обязан проявлениям соляной тектоники.

➤ Все открытые нефтегазовые месторождения надсолевого триасового комплекса приурочены к периферийным участкам глубоких межкупольных мульд, в которых практически вся соль отжата в гряды и купола и не играет экранирующей роли (соляные окна).

➤ Еще одним из выявленных фактов стала связь надсолевых и подсолевых комплексов пород по высокоамплитудным региональным разрывным нарушениям. По плоскостям этих разломов происходила вертикальная миграция углеводородов (УВ) из подсолевых отложений, обладающих к тому же аномальным внутрипластовым давлением, превышающим в 1,5–1,8 раза нормальное гидростатическое давление, что немаловажно для осуществления возможной струйной миграции УВ в вышезалегающие надсолевые отложения.

➤ Межгрядовые участки и мульды, обрамлённые соляными грядами, включают в себя ловушки различного типа (тектонически, стратиграфически и литологически экранированные), которые могли заполняться мигрирующими УВ.

➤ Ряд месторождений приурочен к соляным грядам и местам их пересечения. В связи с этим, поступающие из глубоко погруженных отложений углеводороды мигрировали по региональному воздыманию и затем скапливаясь в неструктурных формах, связанных с соляными куполами, расположенных на путях миграции нефти и газа (Рисунок 3, 4)

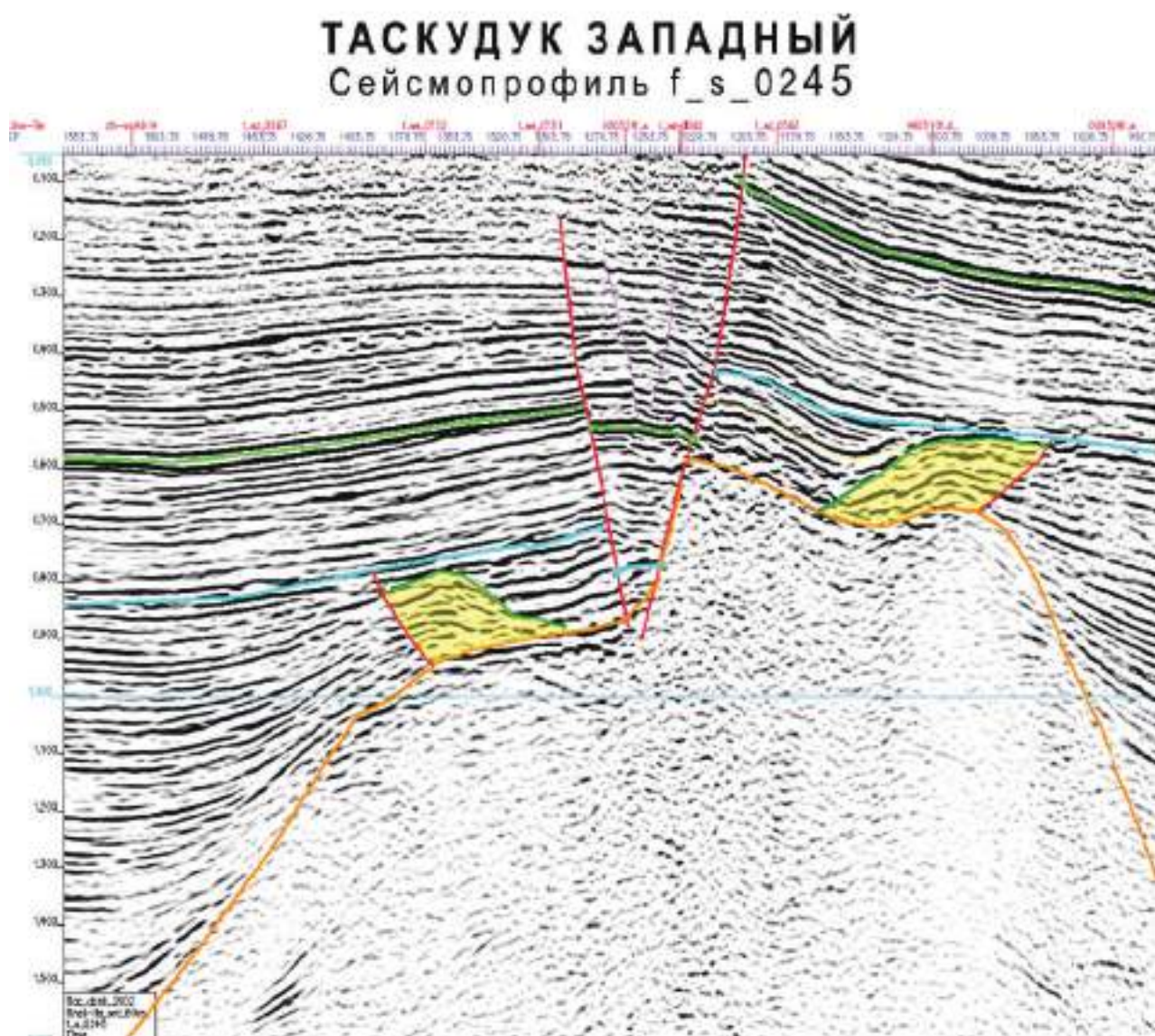


Рисунок 3 – Выявленные нефтяные ловушки на месторождении Таскудук Западный

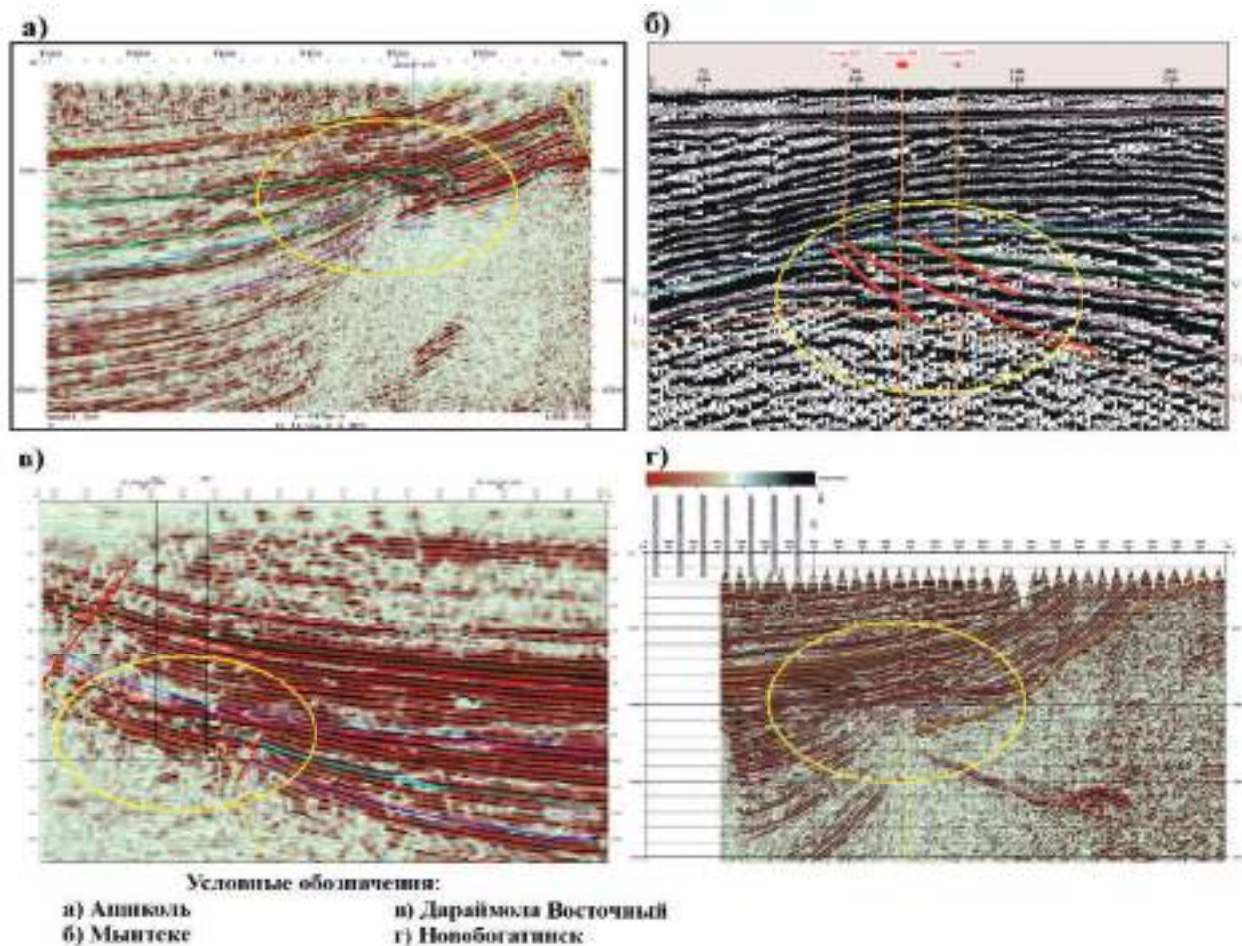


Рисунок 4 – Примеры новых ловушек неструктурного типа в среднем триасе

Прогноз основывался на методе аналогий с учетом выявленных поисковых признаков. (Рисунок5).

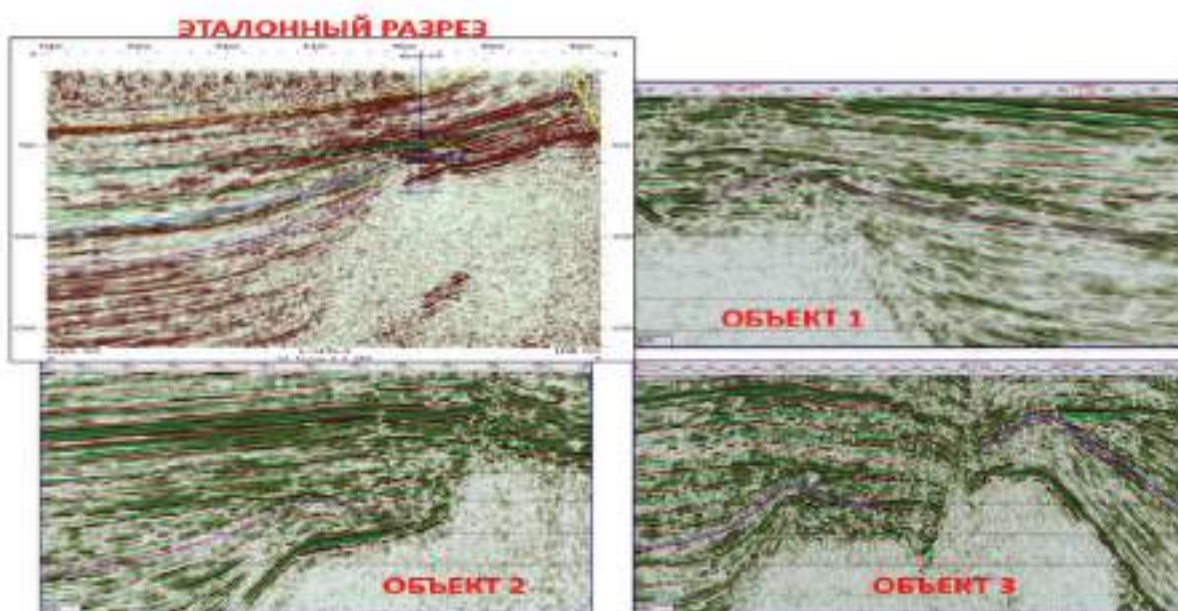


Рисунок 5 - Сопоставление эталонного объекта и прогнозируемых объектов

Метод общих закономерностей распространения залежей в пределах блока.

Полученный опыт работ по изучению и поиску залежей нефти и газа в триасовых отложениях показывает на наличие благоприятных возможностей для целенаправленного открытия нефтяных залежей, связанных с новыми объектами в отложениях среднего триаса. В связи с этим встал вопрос о «пропущенных» и невыявленных залежах для решения которого необходимо изучение общих закономерностей распространения залежей в пределах блока.

При картировании ловушек неструктурного типа была выявлена определенная закономерность распространения подобных ловушек в Прикаспийской впадине. На этой основе аналогично по выявленным месторождениям предположительно была построена карта перспективных объектов в триасовых отложениях (Рис. 6).

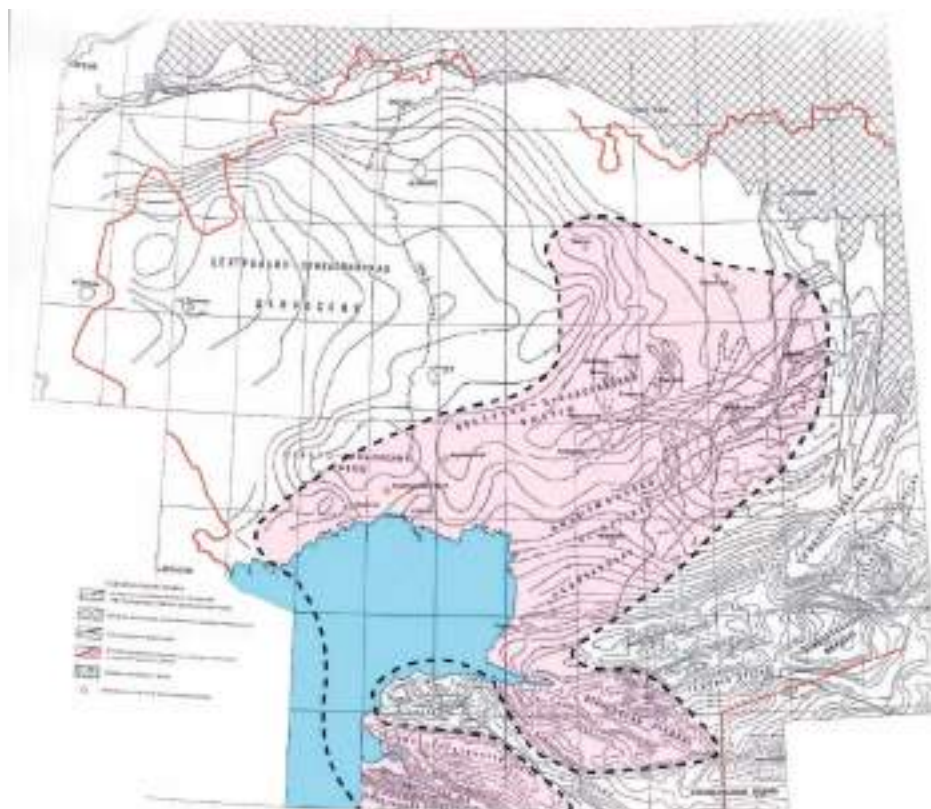


Рисунок 6 - Прогноз площади перспективных отложений среднего триаса

Заключение. Практика геологоразведочных работ показала эффективность прогрессивной технологии объектно-ориентированного метода обработки и интерпретации сейсмических данных, прогнозирования и картирования ловушек неструктурного типа. Данная технология успешно используется и вылилась в новое направление геологоразведочных работ по надсолевому комплексу отложений в Прикаспийской впадине, подтверждая правильность выбранной стратегии работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулин А.А., Воцалевский Э.С., Даукеев С.Ж. и др. Отчет по теме «Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана». Том III, 2002. – (<http://mmtk.ginras.ru/pdf/Daukeev%20et%20al,%202002.pdf>).
2. Воронов Г.В., Кравченко Л.Д. Отчет о результатах сейсморазведочных работ МОГТ 2Д и 3Д, проведенных на территории Сагизского лицензионного участка в 2011-2013 гг. ФИОК Лтд., Алматы, 2013 г.
3. Курманбаев М.С. Технический проект на проведение сейсмических исследований 3Д на площади Жартобе Атырауской области для ТОО «Сагиз Петролеум Компани, Алматы, 2013г.
4. Айзенштадт Г.Е.-А., Антонов К.В. «Формирование соляных куполов и залежей нефти Южной Эмбы». Л. 1963 г. 315с. – (<https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-trudy-vnigri-vypusk-207-formirovanie-solyanyh-kupolov-i-zalezhey-nefti-yuzhnoy-.pdf>).

5. TOO «PGD Services». Отчет о результатах работ по обработке наземных сейсмических данных на площади «Жартобе 3Д», Алматы, 2014 г.

ЖТН әдісі сейсмикалық барлау және сағыз блогындағы кен орындарындағы барлау жұмыстарының нәтижелерін объектіге бағытталған интерпретациялау технологиясы
Д.С.Каиров^{id}, Абетов А.Е.^{id}

Аңдатпа. Мақалада белгілі әдістер, әдістер мен ережелер, сондай-ақ геологиялық принциптер негізінде құрылымдық емес тұзақтарды (тектоникалық, стратиграфиялық және литологиялық экрандалған) анықтаудың объектіге бағытталған технологиясын қолдану нәтижелері талқыланады. Каспий маңы ойпатының триас кенорындарындағы мұнай-газ перспективаларын анықтауға арналған бұл технологияның сәтті жүзеге асырылу мысалдары бар. Сондықтан, қазірдің өзінде ашылған мұнай және газ кен орындарын барлау және қосымша барлау сатысында ЖТН әдісі сейсмикалық деректері бойынша объектіге бағытталған интерпретация жаңа әлеуетті перспективалы көмірсутекті тұзақтарды анықтауға көмектеседі және осылайша болжамдық ресурстарды және өнеркәсіптік санаттардың күтілетін қорларын толықтыруға көмектеседі.

Негізі сөздер: 3Д сейсмикалық барлау, ЖТН әдісі, ақауларды іздеу, жаңа құрылымдық емес тұзақтарды анықтау.

Technology for object-oriented interpretation of cdp seismic data and the results of exploration work at the oil fields of the sagiz block
D.S.Kairov^{id}, Abetov A.^{id}

Abstract. The article discusses the results of using an object-oriented technology for identifying non-structural traps (tectonically, stratigraphically and lithologically screened) based on known methods, techniques and rules, as well as geological principles. This technology for identifying oil and gas prospects in the Triassic deposits of the Caspian Basin has examples of successful implementation. Therefore, at the stage of exploration and additional exploration of already discovered oil and gas fields, object-oriented interpretation according to CDP-3D seismic data will help identify new potentially promising hydrocarbon traps and thereby help replenish forecast resources and expected reserves of industrial categories.

Keywords: seismic surveys, CDP - 3D, fault tracing, detection of new non-structural traps.

ОСОБЕННОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ НА АКВАТОРИИ ЮЖНО-КАЛИФОРНИЙСКОГО МОРЯ

Г. Ли^{ORCID}, В.Г. Гайнанов^{ORCID}

МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Москва

lig@my.msu.ru

Аннотация. На начальном этапе инженерного строительства в мелководных районах морей для изучения геологической структуры верхней части разреза обычно используются сейсмические методы высокого и сверхвысокого разрешения. Мы выбрали небольшой район на акватории Южно-калифорнийского моря и использовали сейсмические данные высокого и сверхвысокого разрешения, собранные Океанографическим институтом Скриппса (SCRIPPS) совместно с компанией Южная Калифорния Эдисон (SCE) летом 2013 г для изучения геологического строения верхней части района. После детального анализа обнаружили, что в данных присутствуют различного типа шумы и сильные энергии кратных волн. Мы решили применить фильтр деконволюции F-X для подавления случайного сильного амплитудного шума, метод SRME для подавления многократных волн на мелководье и преобразование Радона для подавления когерентного шума с линейными осями синфазности. Чтобы получить более четкие геологические границы еще применяется миграция. При интерпретации полученных разрезов выделили разломы и характер смещений по ним.

Ключевые слова. подавление шума, кратная волна, SRME, преобразование Радона, обработка сейсмических данных.

На начальном этапе инженерного строительства в мелководных районах морей для изучения геологической структуры верхней части разреза обычно используются сейсмические методы высокого и сверхвысокого разрешения. 2D сейсмические данные высокого и сверхвысокого разрешения были собраны Океанографическим институтом Скриппса (SCRIPPS) совместно с компанией Южная Калифорния Эдисон (SCE) летом 2013 г, с целью определения архитектуры разломов и смещений, а также для оценки модели разломов, способных повлиять на будущие сейсмические колебания грунта на атомной электростанции Сан-Онофре (SONGS) (Driscoll, N.W. et al, 2013). В настоящее время эти данные выложены в интернете для открытого пользования, чем мы и воспользовались. Мы выбрали небольшой полигон у берега для изучения строения отложений в верхней части разреза.

Исследования проводились на мелководье вдоль побережья южной Калифорнии, между Дана-Пойнт в южной части округа Ориндж и Оушенсайд в северной части округа Сан-Диего, Калифорния (рис. 1.).

Рисунок 1-Обзорная схема расположения площадок исследования на акватории Южно-калифорнийского моря. Зеленый прямоугольник —область исследования.



При исследовании были использованы две системы возбуждения-приема: 1) одиночный электроискровой источник (спаркер) и сейсмическая коса с 48 приемными каналами с межканальным интервалом 6,25 м, называемые сейсморазведкой высокого разрешения (2D СВР). 2) Одиночный электродинамический источник (бумер) и коса с 24 приемными каналами с шагом 3,125 м, называемые сейсморазведкой сверхвысокого разрешения (2D ССВР). Частотный диапазон 2D СВР изменялся от первых десятков Гц до нескольких сотен Гц. Вертикальная разрешающая способность данных 2D СВР составляла 3 - 5 м, глубинность – до 1000 м. А частотный диапазон 2D ССВР изменялся от первых сотен до 1700 Гц, вертикальная разрешающая способность – 0.5 – 3 м и глубинность до 400 м (Driscoll, N.W. et al, 2013).

Основной задачей обработки было обеспечение высокого качества изображения малоглубинных структур с высокой разрешающей способностью. Случайные высокоамплитудные шумы (spike noise) (рис.2, а), когерентные шумы с линейными осями синфазности и сильные многократные волны можно видеть на сейсмограммах после фильтрации низкочастотных составляющих.

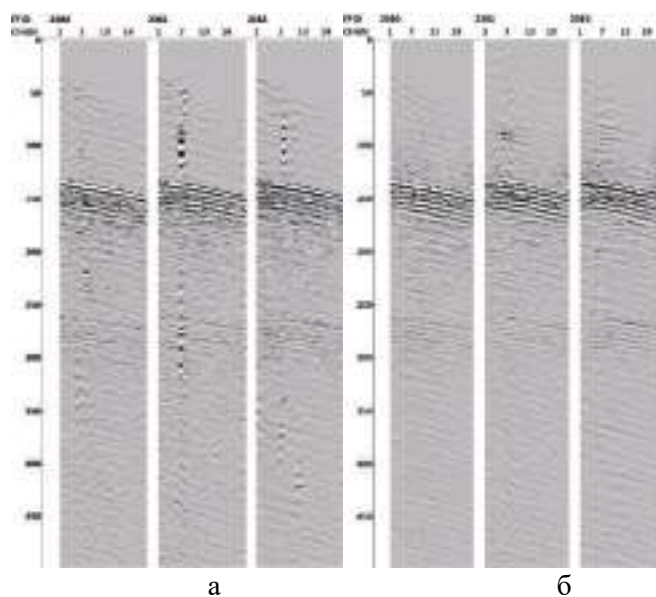


Рисунок 2 - Фрагмент сейсмограммы до и после подавления высокоамплитудных шумов.

Высокоамплитудные шумы подавлялись с помощью фильтра F-X деконволюции длиной пять каналов (рис.2, б). Поскольку шумы корабля (рис.3, в) и шумы, вызванные внешними источниками с линейными осями синфазности могут быть отделены от полезной волны на плоскости τ - p (рис.3, г) и плоскости «частота-волновое число» (рис.4, в) соответственно (Derman Dondurur, 2018), для подавления линейных шумов использовали фильтр Радона (рис.3, а, б) и F-K фильтр (рис.4, а, б).

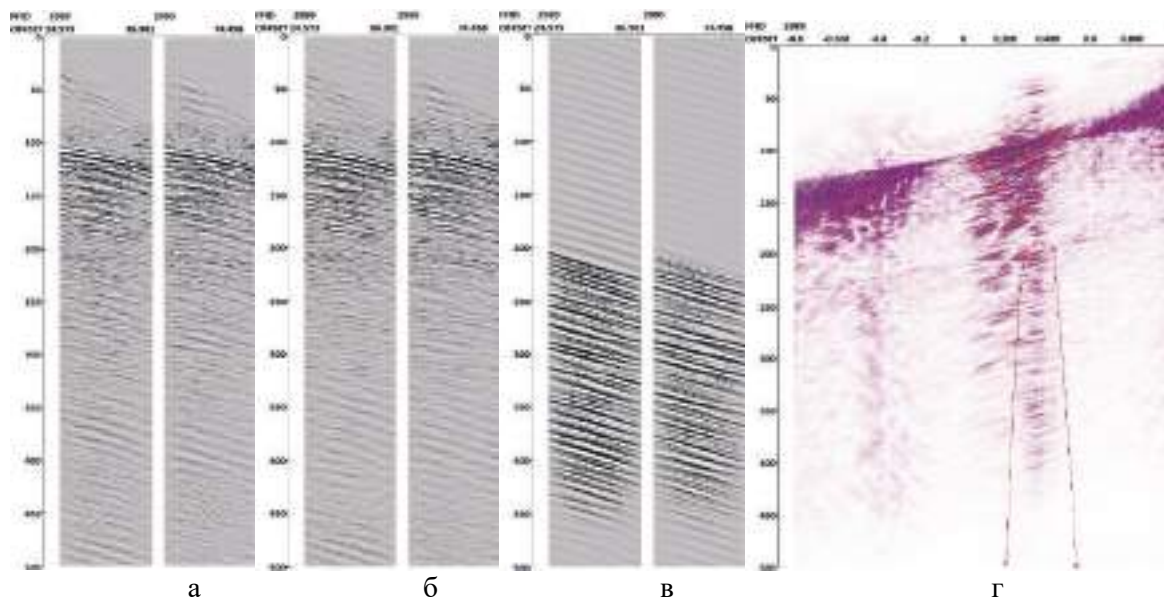


Рисунок 3-Фрагмент сейсмограммы до и после подавления шумов корабля:
а) до подавления шумов корабля; б) после подавления шумов корабля; в) фрагмент модели шумов корабля (200-500 мс); г) шумы корабля в плоскости τ - p .

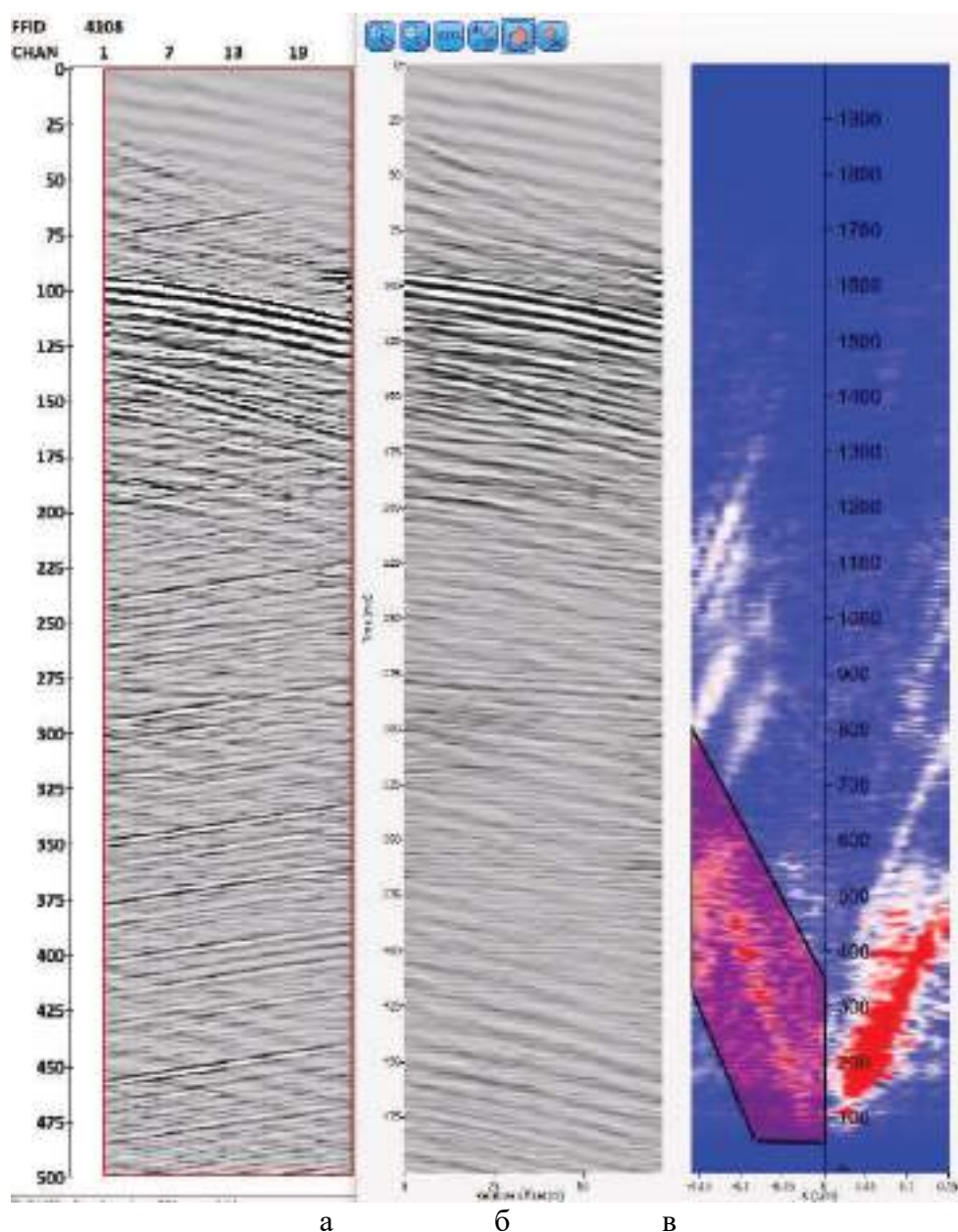


Рисунок 4-Фрагмент сейсмограммы до и после подавления шумов, вызванных внешними источниками: а) до подавления шумов; б) после подавления шумов; в) положение этих шумов на плоскости «частота-волновое число».

После проведенного скоростного анализа и предварительного суммирования данных по способу ОГТ выяснилось, что в связи с малой дифференциацией скорости для однократных и многократных волн суммирование по ОГТ лишь незначительно подавляет многократные волны (рис.5, а). После применения способа SRME для подавления многократных волн до суммирования удалось добиться существенного подавления многократных волн на суммарных временных разрезах (рис.5, б).

На сейсмических временных разрезах видно, как сильно дислоцирована осадочная толща в данном районе. С целью исправления геометрических искажений форм границ (рис.6, а) на временных разрезах была выполнена двухмерная миграция Кирхгофа во временной области до суммирования. После проведения миграции, искажения исправились (рис.6, б), границы стали существенно лучше прослеживаться, хотя, как известно, двухмерная миграция не может исправлять все геометрические искажения (Гайнанов В.Г., 2019).

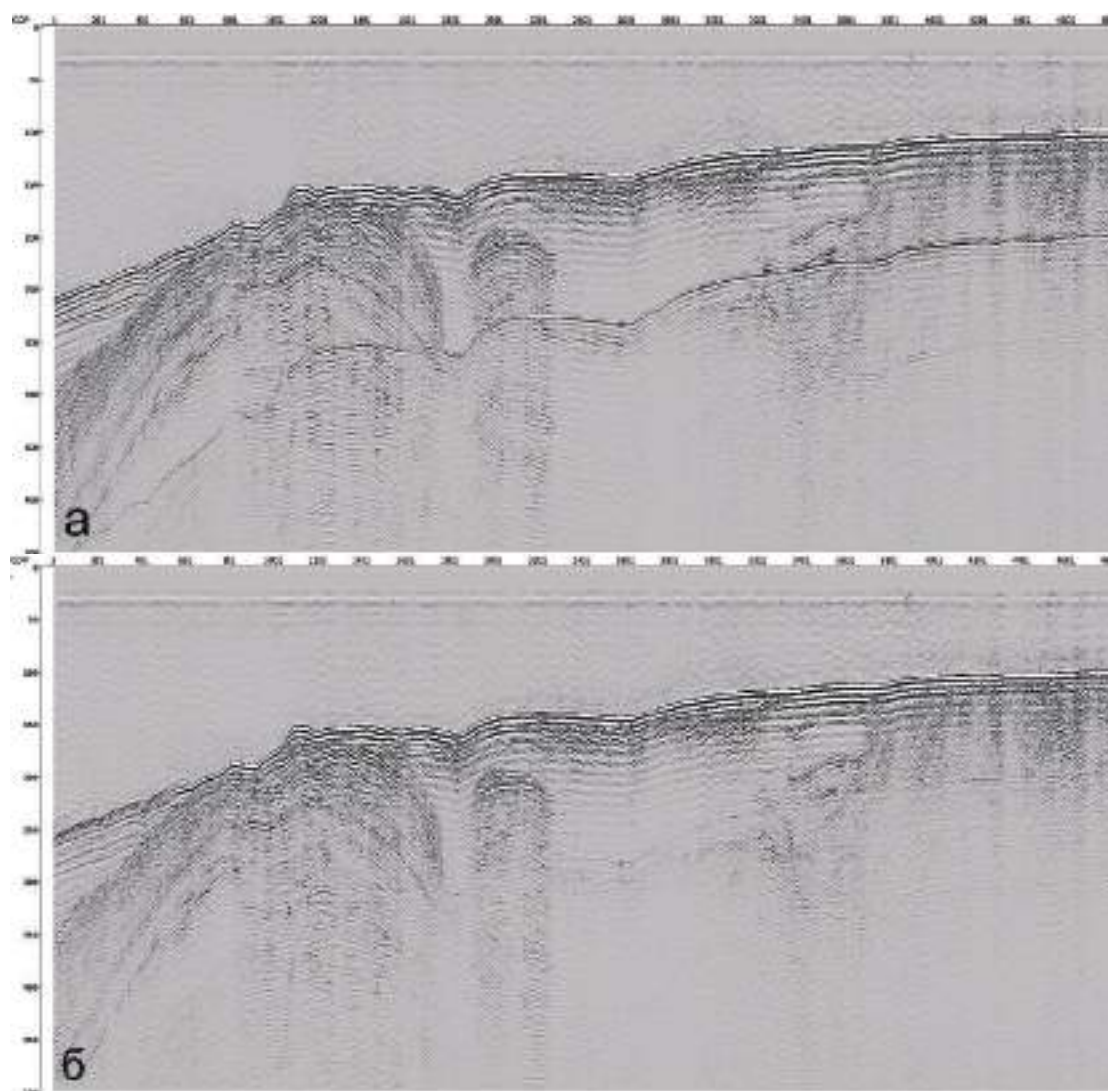


Рисунок 5-Суммарный временной разрез до (а) и после подавления кратных волн (б).

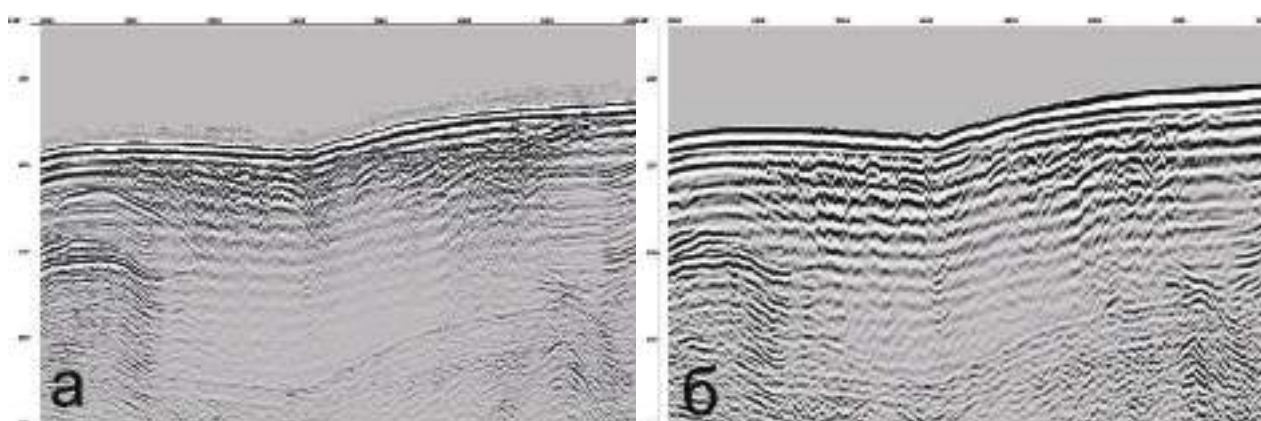


Рисунок 6-Временной разрез до и после проведения миграции.

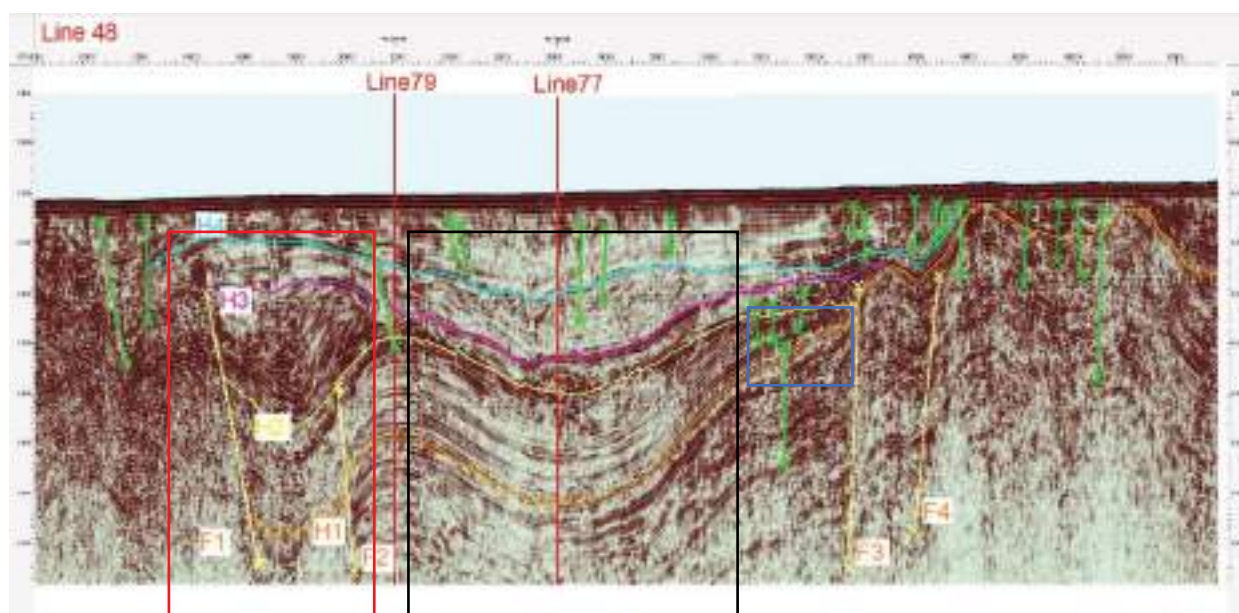


Рисунок 7-Структура отложений по сейсмическому профилю 48: F1, F2, F3, F4 - четыре основные контролирующие разломы; красный прямоугольник выделяет зону 1, черный — зону 2, синий — зону 3.

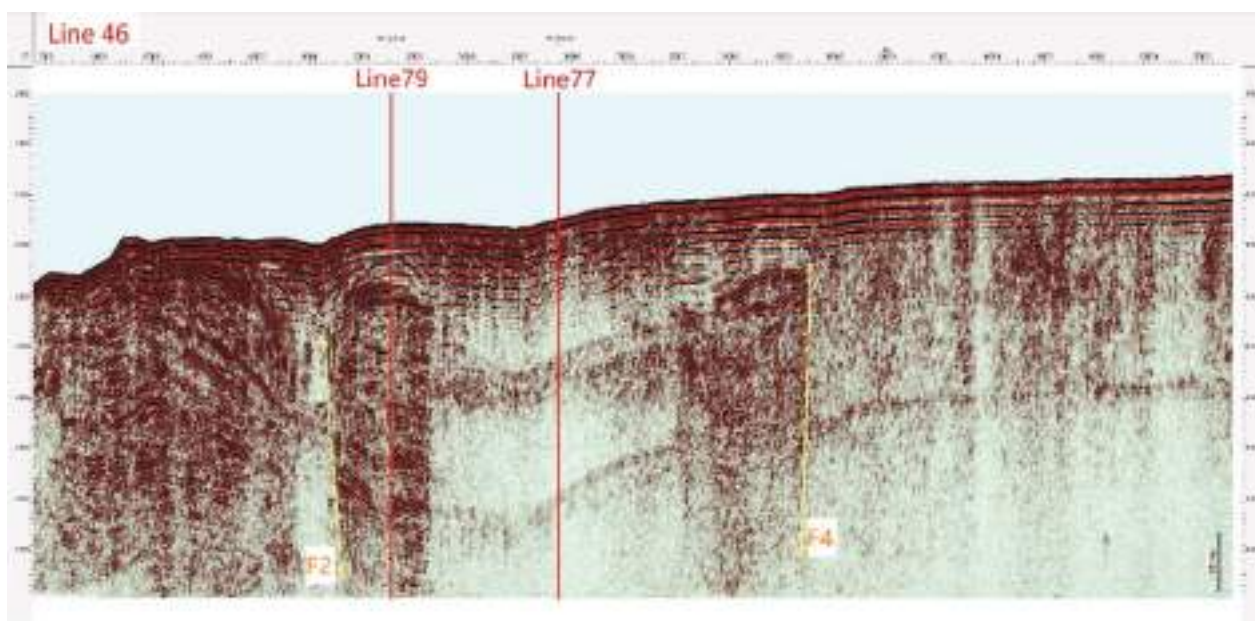


Рисунок 8- Геологическая структура отложений по профилю 46.

На фоне субдукции Тихоокеанской плиты под Американскую плиту, осадочные пласты в районе исследования сжимались в направлении северо-запад-юго-восток (James J. H et al, 2021). Под влиянием сжатия в этом районе образовались огромные складчатые сооружения. Одновременно со сжатием образовались четыре крупных разлома (Рис. 7. F1, F2, F3, F4), контролирующих дальнейшую деформацию складчатой структуры.

По сейсмическому профилю 48 мы выделили четыре пласта, ограниченные горизонтами N1, N2, N3, N4 (Рис. 7). Пласт между горизонтами N1 и N2 является относительно старым пластом, так как материал с бывшего морского дна непрерывно откладывался выше. В то же время синклиналь в зоне 1 гораздо более сжата, чем синклиналь в зоне 2, поэтому толщина пласта между N2 и N3 в зоне 1 более мощная. После образования горизонта N3 складки в областях 1 и 2 полностью сформировались. Выше горизонта N3 осадки продолжали откладываться, и по какой-то причине зона 2 оказывается затронутой проседанием, поэтому в верхней части зоны 2 образовалось очень большое количество мелких складок и мелких трещин.

После образования горизонта H4 сжатие стало пологим, а отложение осадков было примерно горизонтальным. В верхней и более мелководной частях всего разреза, в связи с пластическими свойствами грунта, образовалось множество мелких трещин, особенно в зоне 2 эти трещины становятся значительными, в сочетании с влиянием сжатия трещинообразование в этом пласте в зоне 2 было максимальным.

Зона 3 представляет собой обрушение, возникающее при возникновении разлома, и стратиграфические подразделения здесь неточны. Кроме того, на рис. 8 видно, что по мере удаления изучаемого участка от суши складки выравниваются и вся структура смещается на северо-запад. В сочетании с положениями F2 и F4 можно предположить, что причиной опускания синклинальной области на рис. 7 может быть существование донных мутьевых потоков. Конечно, это необходимо проверить с помощью дополнительных профилей.

Выводы

Мы применяли фильтр F-X деконволюции, F-K фильтр, фильтр Радона и метод SRME, чтобы подавить шумы в сейсмических данных и получили относительно четкий сейсмический профиль на акватории Южно-калифорнийского моря. На сейсмическом профиле сверхвысокого разрешения авторами выделены большие складчатые структуры, подвергшиеся дальнейшей деформации, а также выделены четыре контролирующие эти деформации разлома. Кроме того, за счет множества мелких разломов, появившихся в верхней части разреза, можно предполагать о повышенной геологической опасности в этом районе.

Обработка данных была выполнена в программе RadExPro (www.radexpro.com).

Благодарность

Благодарим Rose Anne Weissel (администратора Системы морских геолого-геофизических данных (MGDS)) за предоставление сейсмических данных высокого и сверхвысокого разрешения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайнанов В.Г. Методы сейсмоакустических исследований на акваториях. ООО «ЕАГЕ Геомодель». Москва. 2019. 146с.
2. Driscoll, N.W., Kent, G., and Bormann, J., Raw multi-channel seismic data offshore California acquired during the R/V New Horizon expedition NH1320 (2013): Academic Seismic Portal at UTIG, Marine Geoscience Data System.
3. James J. H., Hector P., Driscoll, N.W. and Kent, G. Revealing Geometry and Fault Interaction on a Complex Structural System Based on 3D P-Cable Data: The San Mateo and San Onofre Trends, Offshore Southern California // Earth Science, 2021. 9. P. 1-20.
4. Derman Dondurur, Acquisition and Processing of Marine Seismic Data. Elsevier. 2018. 597p.

Оңтүстік калифорния теңізінің суларында алынған жоғары және аса жоғары ажыратымдылықтағы сейсмикалық мәліметтерді өңдеу ерекшеліктері

Г. Ли^{ib}, В.Г. Гайнанов^{ib}

Андатпа. Теңіздердің таяз су учаскелерінде инженерлік құрылыстың бастапқы кезеңінде әдетте учаскенің жоғарғы бөлігінің геологиялық құрылымын зерттеу үшін жоғары және өте жоғары рұқсатты сейсмикалық әдістер қолданылады. Біз Оңтүстік Калифорния теңізіндегі шағын аумақты таңдадық және 2013 жылдың жазында Скриппс мұхиттану институты (SCRIPPS) және Оңтүстік Калифорния Эдисон (SCE) жинаған жоғары және ультра жоғары ажыратымдылықтағы сейсмикалық деректерді жоғарғы теңіздің геологиялық құрылымын зерттеу үшін пайдаландық. аумақтың бөлігі. Егжей-тегжейлі талдаудан кейін деректерде шудың әртүрлі түрлері мен күшті көп толқындық энергиялар бар екені анықталды. Кездейсоқ күшті амплитудалық шуды басу үшін F-X деконволюция сүзгісін, таяз судағы бірнеше толқындарды басу үшін SRME әдісін және сызықтық жалпы режим осімен когерентті шуды басу үшін радон түрлендіруін қолдануды шештік. Көші-қон геологиялық шекараларды анықтау үшін де қолданылады. Алынған учаскелерді интерпретациялау кезінде бұзылулар және олар бойынша жылжу сипаты анықталды.

Негізгі сөздер. шуды азайту, көп толқынды, SRME, радонды түрлендіру, сейсмикалық деректерді өңдеу.

Features of the resolution and very-high resolution seismic data processing acquired in the shallow south california sea

Г. Ли^{id}, В.Г. Гайнанов^{id}

Abstract. The authors used 2D high and very -high-resolution seismic data acquired in the summer of 2013 by the Scripps Institution of Oceanography (SCRIPPS) in collaboration with Southern California Edison (SCE) to study the structure of sediments in the upper part of the section. After detailed analysis of the seismic data, various types of noise and strong multiple waves were found in the data. We used the F-X deconvolution filter to suppress random strong amplitude noise, the SRME method to suppress multiple waves, and the Radon transform to suppress coherent noise with a linear common-mode axis. To get a clearer bottom geological boundary, migration was also used. In interpreting the obtained profiles, faults and displacement properties along them were determined.

Keywords: noise reduction, multiple wave, SRME, Radon transform, seismic data processing.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ СРЕДЫ НА РЕЗУЛЬТАТ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е.А. Рожников 

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва

rozhenkov.e@gubkin.ru

Аннотация. На примере скважины в Центральном Предкавказье показано влияние способа оценки плотности среды в верхней части разреза на результат геомеханического моделирования. В случае экстраполяции плотности уравнением Traugott'a, которое используют для морских скважин в Мексиканском заливе, необходимо учитывать толщину эродированных отложений, особенно при рассмотрении наземных скважин и данных из других регионов. Если же имеются данные ГИС, позволяющие смоделировать кривую плотности, то следует использовать их для учёта литологической изменчивости геологического разреза. Неопределённость значений плотности может оказывать заметное влияние на результат геомеханического моделирования, а их уточнение приводит к лучшему соответствию кривой градиента обрушения и наблюдаемых разрушений стенок скважины.

Ключевые слова. Геомеханическое моделирование, напряжённое состояние, методы восстановления плотности.

Введение

Геомеханическое моделирование является важным направлением, позволяющим оценить стабильность ствола скважины во время бурения и разработки и предложить меры по снижению рисков возникновения различных осложнений. Нестабильными с механической точки зрения являются интервалы глинистых, хрупких, трещиноватых и предрасположенных к разрушению пород. Проблемы, повсеместно возникающие в таких интервалах, могут приводить к значительному увеличению времени проведения и удорожанию стоимости работ.

Стабильность ствола скважины зависит от распределения напряжений в околоскважинном пространстве и упруго-прочностных характеристик горных пород [Zoback, 2007]. На величину напряжений вблизи скважины влияют поровое давление, давление бурового раствора и траектория скважины (азимут, зенитный угол). На рис. 1 показаны основные компоненты геомеханической модели и граничные значения плотности бурового раствора, обеспечивающие стабильность стенок скважины.



Рисунок 1- Геомеханическая модель и входные параметры для её построения

Теория. Напряжённое состояние геологической среды описывается величиной трёх взаимоперпендикулярных главных напряжений (одно из которых принимается направленным субвертикально), направлением максимального горизонтального напряжения и величиной давления флюида, насыщающего поровое пространство.

Вертикальное напряжение в рассматриваемой точке среды численно равно давлению вышележащих пород, называемому литостатическим или горным давлением (1).

Вертикальное напряжение:

$$S_v = g \int_0^z \rho(z) dz, \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения, $\rho(z)$ – функция распределения плотности с глубиной, dz – шаг по глубине.

Определение величины горизонтальных напряжений сопряжено с определёнными трудностями. Руководствуясь теорией фрикционного равновесия возможно задать границы изменения горизонтальных напряжений. Неопределённость в их величине сужается при использовании данных о наличии трещин растяжения и ширине вывалов. Прямые методы, позволяющие получить максимально приближённую оценку величины минимального горизонтального напряжения, являются гидроразрыв пласта и тест на утечку. Направление напряжений оцениваются по ориентации трещин растяжения (развиваются перпендикулярно по отношению к минимальному напряжению) и вывалов.

Различные подходы позволяют построить профили горизонтальных напряжений вдоль всего ствола скважины. Самый широко распространённый из них основан на законе Гука для пороупругой среды с использованием подхода Prats'a [Prats, 1981] – горизонтальные напряжения зависят от величины бокового распора (вследствие давления вышележащих пород), а также действия тектонических сил, которые выражаются через величину тектонических деформаций ε_h и ε_H (2, 3). Также существует подход, основанный на линейной связи между горизонтальными напряжениями и вертикальным посредством соотношений $\frac{\sigma_h}{\sigma_v}$ и $\frac{\sigma_H}{\sigma_v}$, которые принимаются постоянными на небольших интервалах глубин (4, 5).

Минимальное горизонтальное напряжение:

$$\sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_v + (\varepsilon_h + \nu \varepsilon_H) \frac{E}{1-\nu^2}, \quad (2)$$

Максимальное горизонтальное напряжение:

$$\sigma_H = \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_v + (\varepsilon_H + \nu \varepsilon_h) \frac{E}{1-\nu^2}, \quad (3)$$

Минимальное горизонтальное напряжение:

$$\sigma_h = \left(\frac{\sigma_h}{\sigma_v} \right) \sigma_v, \quad (4)$$

Максимальное горизонтальное напряжение:

$$\sigma_H = \left(\frac{\sigma_H}{\sigma_v} \right) \sigma_v, \quad (5)$$

где σ_v – эффективное вертикальное напряжение (вертикальное напряжение за вычетом порового давления), ν – коэффициент Пуассона, E – модуль Юнга, ε_h – деформация в направлении минимального горизонтального напряжения, ε_H – деформация в направлении максимального горизонтального напряжения.

Легко заметить, что в существующих на сегодняшний день подходах все главные напряжения зависят от распределения плотности в геологическом разрезе. В качестве исходных данных для моделирования напряжений выступает кривая плотностного каротажа в интервалах её записи. Вне этих интервалов необходимо синтезировать данную кривую – либо смоделировать с помощью других кривых ГИС, либо построить её с учётом тренда изменения плотности. Наиболее часто замеры отсутствуют в верхней части разреза, и в ней же могут происходить самые значительные изменения, связанные с характером уплотнения и литологическим составом осадочных горных пород. На рис. 2 показан пример распределения плотности для наземной и морской скважины. При экстраполяции профилей в верхней части разреза возможно значительное завышение или занижение плотности при использовании общепринятых подходов, например, уравнения Traugott'a (6).

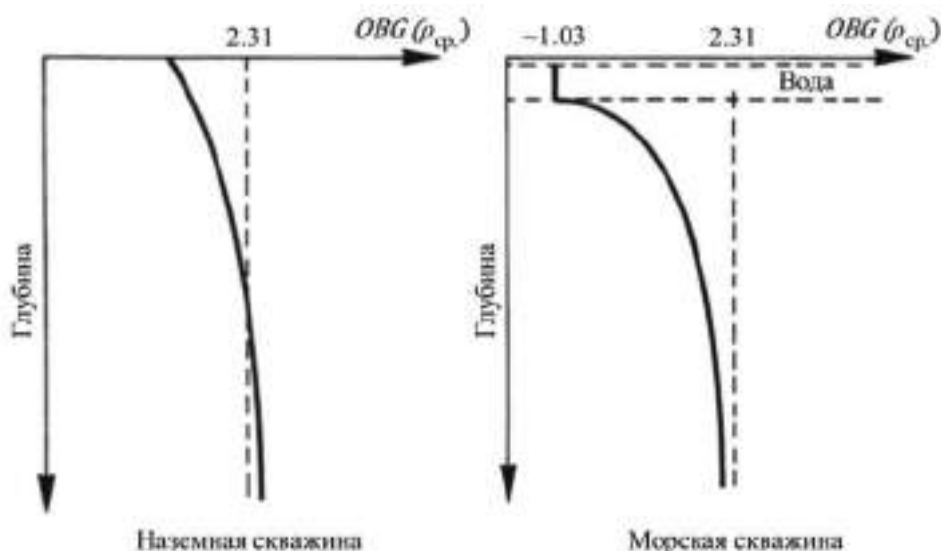


Рисунок 2-Зависимость средней плотности горных пород от глубины в скважинах а) на суше и б) на море (Abnormal Pressures While Drilling: Origins, Prediction, Detection, Evaluation, Mouchet & Mitchell, 1989)

Уравнение Traugott (1997):

$$\begin{aligned} \rho(z) &= \rho_f, z < z_0, \\ \rho(z) &= \rho_0 + a \left(\frac{z - z_0}{c} \right)^b, z > z_0, \end{aligned} \quad (6)$$

где ρ_f – плотность морской воды, z – глубина, z_0 – глубина морского дна (то есть уровень, с которого начинается уплотнение), ρ_0 – плотность неуплотнённой породы, a, b и c – эмпирические коэффициенты, характеризующие уплотнение пород с глубиной.

Влияние способа оценки плотности среды на результат геомеханического моделирования на примере скважины Центрального и Восточного Предкавказья

На рис. 3а показана построенная ранее одномерная геомеханическая модель одной из скважин Центрального и Восточного Предкавказья. В данной скважине увеличение диаметра по данным инклинометрии (проинтерпретированы как вывалы) происходит в большей части ствола скважины, тогда как плотность бурового раствора (чёрная линия), как правило, превышает градиент обрушения. Это говорит о том, что прогнозный градиент обрушения занижен.

Профиль плотности на рис. 3б получен дифференцированием кривой вертикального напряжения из геомеханической модели. По нему можно заключить, что данные о плотности до глубины ~800 м отсутствуют и экстраполированы до уровня поверхности с помощью уравнения Traugott'a. Так как скважина не морская, то уровень z_0 был принят равным 0, что справедливо в том случае, если выше данного уровня осадконакопления не происходило. На самом же деле территория в районе скважины могла испытать поднятие, а какая-то часть геологического разреза претерпеть эрозию.

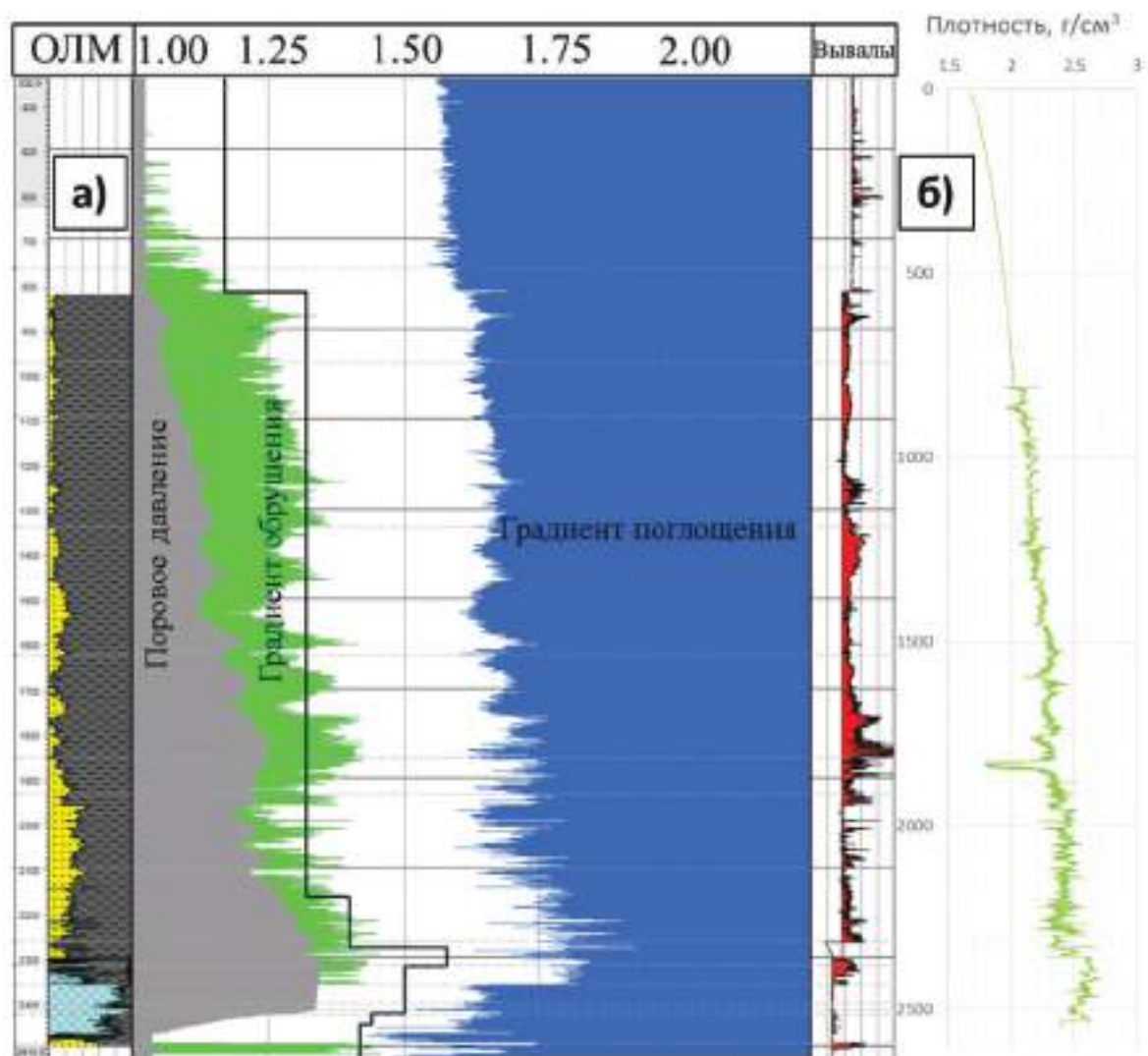


Рисунок 3- а) Одномерная геомеханическая модель. Чёрная линия – плотность бурового раствора.

б) Профиль плотности, использованный для расчёта вертикального напряжения

На рис. 4а показана оценка толщины эродированных отложений. Магара [Магара, 1982] показывал, что интервальное время в нормально уплотнённых глинах представляет собой прямую линию в логарифмическом масштабе и начинается со значений ~ 660 мкс/м (или ~ 1500 м/с, что соответствует скорости упругой волны в воде). Путём выделения в разрезе «чистых глин» (объёмное содержание глинистых минералов выше 95%) и проведения через них прямой линии, получена оценка толщины эродированных отложений и, следовательно, уровня, от которого начиналось уплотнение пород – на 180 метров выше текущего положения поверхности земли. Данный уровень был учтён в уравнении Traugott'a, что привело к увеличению значений плотности в интервале отсутствия замеров (рис. 4б).

По кривой интервального времени на рис. 4а также можно заключить, что верхняя часть разреза представлена более высокоскоростными, и, следовательно, более плотными породами. Действительно, если с глубины ~ 800 метров разрез представлен майкопскими отложениями с высокой долей глинистых минералов, то до этой глубины встречаются как глины, так и песчаники с известняками. Для построения итоговых профилей главных напряжений была проведена коррекция и восстановление плотностного каротажа по значениям скорректированного интервального времени с использованием величин объёмной глинистости по модифицированному уравнению Gardner-Castagna (рис. 4в).

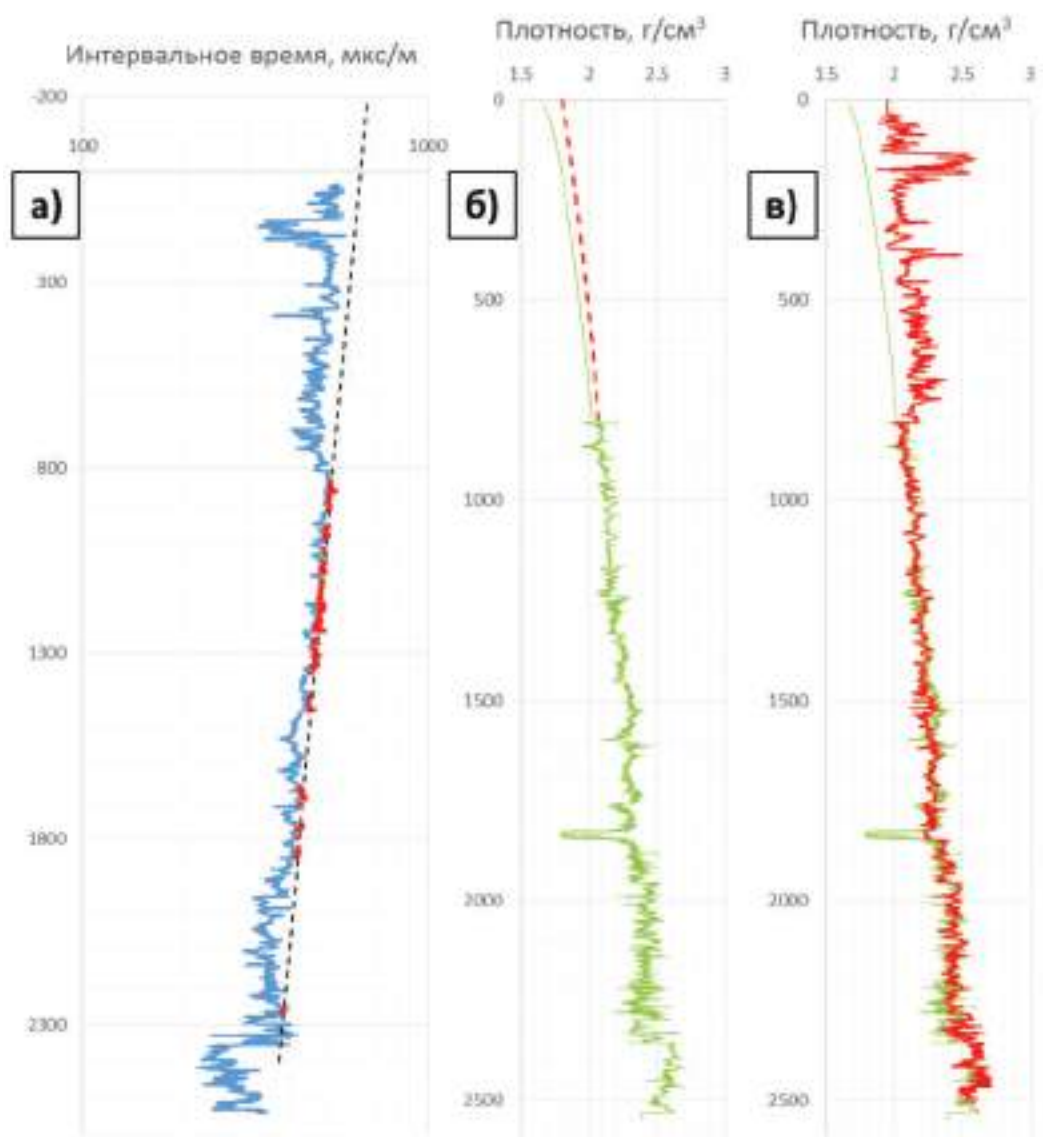


Рисунок 4-а) Кривая интервального времени, красным отмечены значения в интервалах «чистых глин». б) Исходный профиль плотности (зелёный цвет) и изменение в верхней части разреза после учёта толщины эродированных отложений (красный цвет). в) Исходный профиль плотности (зелёный цвет) и профиль после коррекции и восстановления (красный цвет)

На рис. 5 показаны изменения компонент геомеханической модели в связи с изменением кривой плотности. Учёт толщины эродированных отложений в уравнении Traugott'a приводит к увеличению значений главных напряжений и градиента обрушения. Однако, модель градиента обрушения намного лучше соответствует наблюдаемым вывалам в скважине при использовании модифицированного уравнения Gardner-Castagna.

Можно сделать вывод о том, что в соответствии с актуализированной моделью необходимо скорректировать плотность бурового раствора для обеспечения стабильности стенок скважины, например, увеличив её на 0.1-0.15 г/см³ в интервале пород майкопской серии (глубины 800-2200 м).

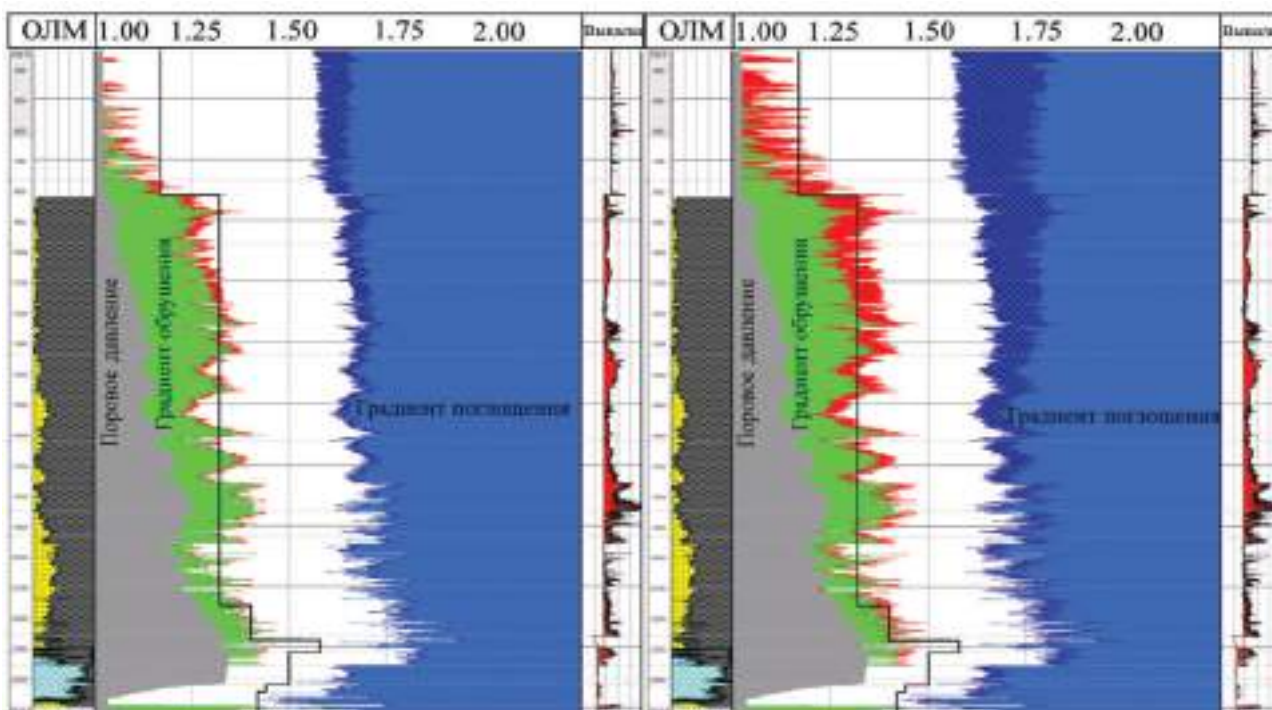


Рисунок 5- а) Изменения геомеханической модели, связанные с а) изменением z_0 в уравнении Traugott'a и б) коррекцией и восстановлением кривой плотности с использованием уравнения Gardner-Castagna. Красным цветом показаны новые значения градиента обрушения, голубым – новые значения градиента поглощения.

Заклучение

Наибольшая неопределённость в величине главных напряжений проявляется в верхней части разреза, что связано с отсутствием замеров плотности в этом интервале. Использование кривых ГИС позволяет повысить точность восстановления значений плотности и, таким образом, повышает достоверность геомеханической модели. В случае отсутствия данных ГИС при экстраполяции значений следует учитывать толщину эродированных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магара К. Уплотнение пород и миграция флюидов / пер. с англ. М.: Недра, 1982. 296 с.
2. Mouchet J.-P., Mitchell A. Abnormal Pressures While Drilling: Origins, Prediction, Detection, Evaluation. Editions TECHNIP, 1989, 255 p.
3. Prats, M. Effect of Burial History on the Subsurface Horizontal Stresses of Formations Having Different Material Properties // SPE J. 1981. Vol. 21. №6. P. 658–662.
4. Zoback. M.D. Reservoir Geomechanics. Cambridge University Press, 2007. 449 p.

Қоршаған орта тығыздығын бағалау әдісінің геомеханикалық модельдеу нәтижесіне әсері Е.А. Роженков

Аңдатпа. Орталық Каспийдегі ұңғыманың мысалында қиманың жоғарғы бөлігіндегі орта тығыздығын бағалау әдісінің геомеханикалық модельдеу нәтижесіне әсері көрсетілген. Мексика шығанағындағы теңіз ұңғымалары үшін пайдаланылатын Traugott ' а теңдеуімен тығыздықты экстраполяциялау жағдайында эрозияға ұшыраған шөгінділердің қалыңдығын ескеру қажет, әсіресе жер үсті ұңғымалары мен басқа аймақтардың деректерін қарастырған кезде. Егер тығыздық қисығын модельдеуге мүмкіндік беретін ГАЗ деректері болса, онда оларды геологиялық қиманың литологиялық өзгергіштігін есепке алу үшін пайдалану керек. Тығыздық мәндерінің белгісіздігі геомеханикалық модельдеу нәтижесіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін, ал оларды нақтылау құлау градиенті қисығының және ұңғыма қабырғаларының байқалған бұзылыстарының жақсы сәйкес келуіне әкеледі.

Негізгі сөздер. Геомеханикалық модельдеу, кернеу күйі, тығыздықты қалпына келтіру әдістері.

The influence of the method of estimating the density of the medium on the result of geomechanical modeling

E.A. Rozhenkov 

Abstract. Using the example of a well in the Central Caucasus, the influence of the method of estimating the density of the medium in the upper part of the section on the result of geomechanical modeling is shown. In the case of extrapolation of density by the Traugott equation, which is used for offshore wells in the Gulf of Mexico, it is necessary to take into account the thickness of eroded sediments, especially when considering onshore wells and data from other regions. If GIS data are available to simulate the density curve, then they should be used to account for the lithological variability of the geological section. The uncertainty of density values can have a noticeable effect on the result of geomechanical modeling, and their refinement leads to a better correspondence of the collapse gradient curve and the observed destruction of the well walls.

Keywords. Geomechanical modeling, stress state, density recovery methods.

ПОИСК ПРОПУЩЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЖЕТЫБАЙ-УЗЕНЬСКОЙ СТУПЕНИ ЮЖНО-МАНГЫШЛАКСКОГО БАССЕЙНА

Н.А.Осинцева^{ib}

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва

Osintseva.n@gubkin.ru

Аннотация. Объектом изучения являются юрские отложения уникального по запасам месторождения нефти и газа Жетыбай-Узеньской ступени, которое находится в разработке с 60-70 гг. и где пробурено более 5000 скважин. Всего в юрских отложениях выделяется 13 продуктивных горизонтов, общей толщиной порядка 1200 м. Для большей части продуктивных горизонтов характерно резкое изменение толщины коллектора по площади, а также в некоторых горизонтах выделяется разный уровень ВНК (что раньше объяснялось наличием разломов, но проведенная 3Д сейсморазведка показала отсутствие тектонических нарушений со смещением). На основе седиментационного анализа было выявлено, что изучаемые породы-коллекторы приурочены преимущественно к прибрежным отложениям, которые по латерали замещаются глинистыми мелководно-морскими и прибрежно-морскими породами. В результате сформировались литологически ограниченные песчаные тела, которые могут выступать в роли неструктурной ловушки нефти и газа. В работе описаны методология и результаты выделения объектов, связанных с литологической неоднородностью пласта, которые могут быть перспективными для эксплуатации на поздней стадии жизни месторождения.

Ключевые слова. среднеюрские отложения, литологически ограниченные ловушки.

Изучаемое месторождение располагается в пределах Жетыбай-Узеньской ступени западного Казахстана и приурочено к крупной антиклинальной складке. Здесь в меловых отложениях открыты залежи газа, а в юрских отложениях – преимущественно залежи нефти, но также встречаются газовые шапки и единичные газовые залежи. Всего в юрских отложениях, общей толщиной порядка 1200 м, выделяется 13 продуктивных горизонтов (нумеруемых сверху вниз), которые характеризуются сильной литологической неоднородностью по площади, а эффективная мощность песчаных пластов изменяется от менее метра до 23 м, и лишь в 12-м продуктивном пласте достигает 47 м.

За юрское время наблюдается, как минимум, два региональных перерыва в осадконакоплении (Рисунок 1), что нашло отражение в различной геометрии и мощности песчаных тел, сформированных при различных уровнях моря. Так, например, 12-ый продуктивный пласт формировался во время низкого стояния уровня моря. Поэтому песчаные отложения данного пласта представлены преимущественно отложениями блуждающих рек с довольно большими мощностями песчаных отложений. Песчаные отложения, сформированные во время высокого стояния уровня моря (продуктивные пласты 8-10) в большинстве случаев приурочены к меандрирующим и анастомозирующим речным системам и характеризуются небольшими мощностями. Отложения трансгрессивного тракта приурочены к 11 продуктивному пласту и являются довольно маломощными в связи с быстрым подъемом уровня моря. Также трансгрессивный тракт осадконакопления выделяется в 1-ом продуктивном пласте. Песчаные отложения данного тракта характеризуются ограниченным распространением по площади и приурочены к прибрежным отложениям и меандрирующим речным системам. При поисках литологически ограниченных ловушек в пределах изучаемой площади, наибольшая вероятность их формирования в отложениях трансгрессивного тракта и тракта высокого стояния (Рисунок 1). Учитывая вышесказанное, для анализа мы выбрали 1-ый продуктивный горизонт.

Изучаемый интервал представлен континентальными, переходными и мелководно-морскими фациями. Разрез сложен переслаиванием песчаных, алевролитовых и глинистых разностей, встречаются прослои углей. Общая мощность изучаемого пласта изменяется от 40 до 55 м. Средние значения пористости пород-коллекторов, определенные по керну, составляют 26-27%. Покрышкой служат карбонатно-глинистые отложения верхней юры. Внутри продуктивного горизонта выделено 5 пропластков – А, Б, В, Г и Д (Рисунок 2).

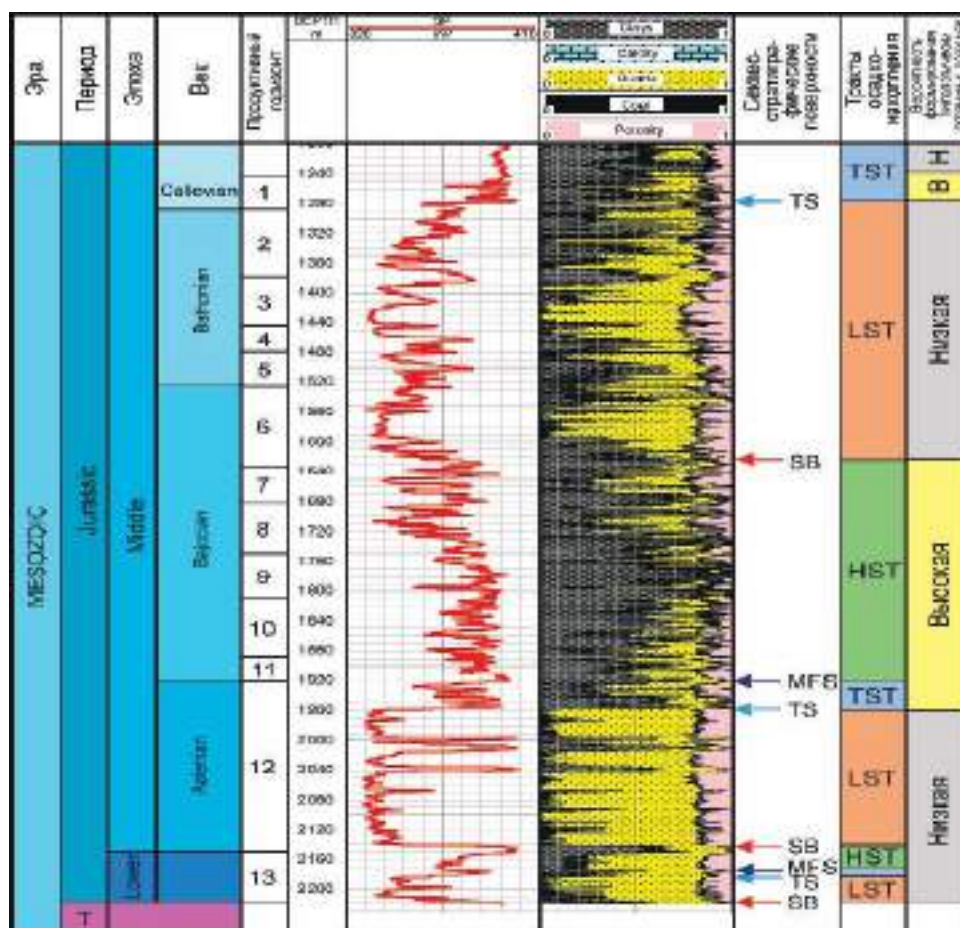


Рисунок 8-Сводный стратиграфический разрез среднеюрских отложений с обозначением трактов осадконакопления и вероятности формирования литологически ограниченных ловушек

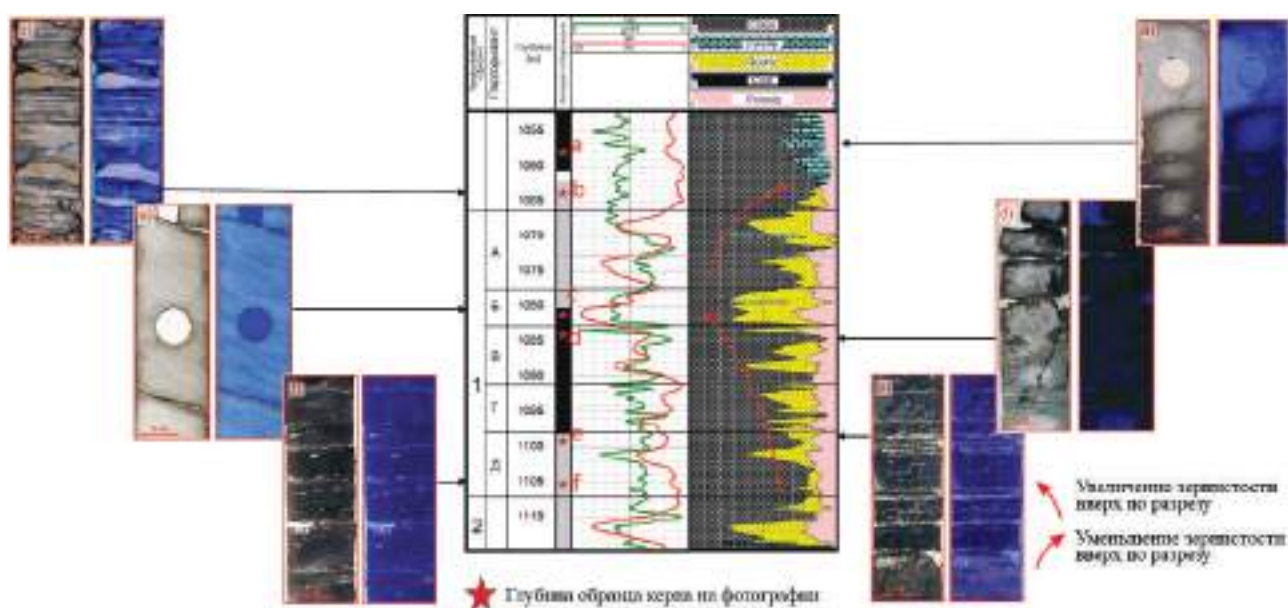


Рисунок 9-Строение разреза изучаемого продуктивного горизонта

Методология. На начальном этапе исследований был проведен анализ условий осадконакопления по керновому материалу с выделением основных фаций. Затем, на основе классификации данных ГИС по всем 5000 скважинам были выявлены закономерности распространения ГИС-фаций с использованием кривых СП и ГК (Serra O., 1975; Muromtsev V. S., 1984). Для классификации кривых ГИС в заданном интервале использовался алгоритм, основанный на построении нейронных сетей Кохонена (Kohonen, 1995). Основной особенностью алгоритма классификации Кохонена является не только группирование похожих объектов в отдельные классы, но и ранжирование (сортировка) этих классов по степени схожести типичных (обобщенных) объектов, отнесенных к этим классам. Эта особенность позволяет выполнять визуализацию такой классификации с выбором близких цветовых оттенков для окраски точек на карте для похожих классов. В работе были использованы трехмерные нейронные сети Кохонена (Priezzhev et al, 2019), смысл которых заключается в использовании трех индексного пространства классов. Для визуализации похожих классов для трех индексного пространства использовалась технология смешивания цветов RGB по отдельным индексам. Это позволило отобразить точки на карте для близких по индексам классов близкими цветовыми оттенками (Рисунок 3).

Для геометризации объектов и определения последовательности их образования использовались результаты классификации сейсмических трасс по форме записи, спектральная декомпозиция, когерентность, куб прогнозной пористости и песчанистости.

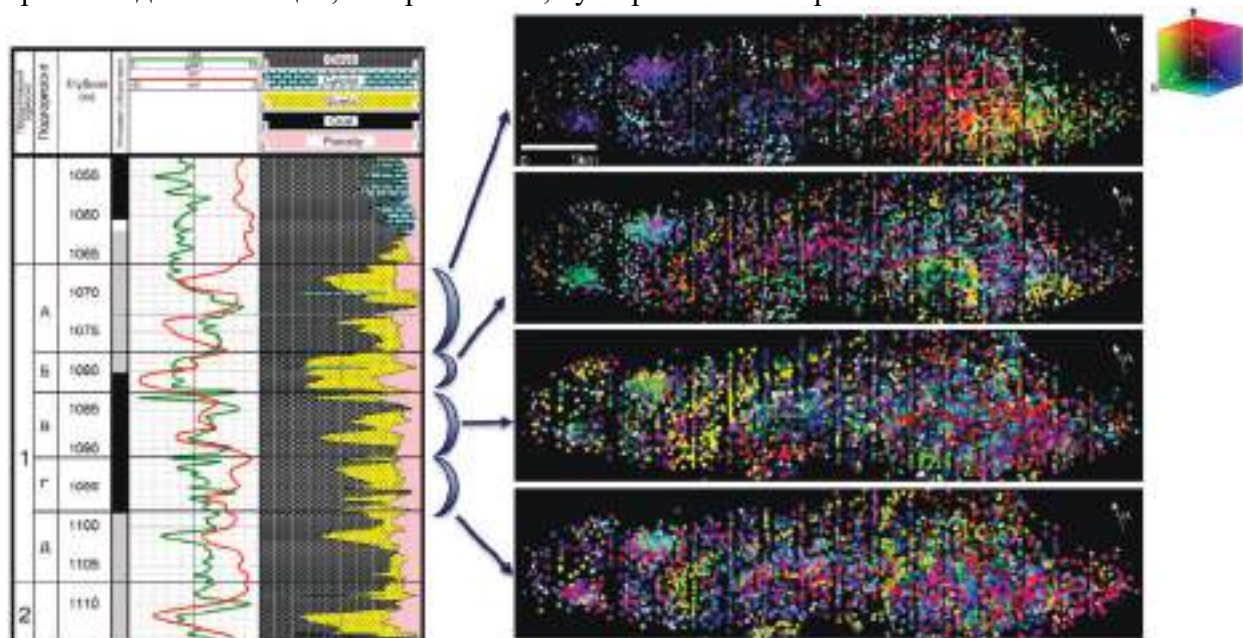


Рисунок 10-ГИС фации, построенные в пределах подгоризонтов А, Б, В и Г (Osintseva, 2020)

Прогноз пористости изучаемых отложений был выполнен с использованием методики расширенной упругой инверсии (Whitcombe D.N., et. al., 2002). Куб песчанистости был получен по результатам синхронной AVA-инверсии с применением эмпирической формулы Vernik (Vernik L., 2002).

Выделение «пропущенных» объектов. Согласно интерпретации керна материала, в разрезах скважин 1-го продуктивного пласта выделяется один регрессивно-трансгрессивный цикл (Рисунок 2).

На рисунке 2 проиллюстрирована смена фаций от мелководно шельфовых/лагунных фаций со спокойной гидродинамической обстановкой (Рисунок 2, f) к более активной гидродинамической обстановке, в отложениях которых появляются прослои, сложенные целыми и обломками раковин морских организмов (Рисунок 2, e). Выше по разрезу наблюдаются следы корней растений, выполненные углистым веществом (Рисунок 2, d), следы палеопочвы и прослои углей что может свидетельствовать о смене на континентальные

условия. Также встречаются песчаные прослои с косой слоистостью (Рисунок 2, с), которые, интерпретируются авторами как отложения речной системы с меандрирующим руслом. Выше по разрезу выделяется переслаивание песчаных и глинистых отложений с флазерной и волнистой слоистостью (Рисунок 2, b), формирование которых происходило в прибрежных обстановках. Перекрывается весь разрез глинистыми отложениями с включениями карбонатных конкреций/прослоев, сформировавшимися в шельфовых/лагунных обстановках (Рисунок 2, а). Таким образом, в разрезе скважин мы можем наблюдать смену мелководно-морских/лагунных фаций на континентальные, а затем снова на мелководно-морские/лагунные.

Построение ГИС-фаций для каждого из пропластков (А-Г) позволила установить очередность формирования выделенных песчаных тел. С целью геометризации тел по набору сейсмических данных (спектральная декомпозиция, когерентность, кубы пористости и песчанистости) была посчитана серия последовательных слайсов через 2 мс (Zeng, H., 2015). Просматривая эти слайсы в различной последовательности мы оконтурировали каждое песчаное тело. По сейсмической геоморфологии песчаных тел (Posamentier, H, 2007), результатам анализа керна и ГИС-фациям были определены предположительные обстановки осадконакопления.

Затем были построены лито-фациальные карты, на которых проиллюстрирована смена регрессии береговой линии с востока на запад (относительное время 1-4), на трансгрессию береговой линии – время 5 и 6 (Рисунок 4). Выделенные песчаные тела нами проинтерпретированы как дельтовые системы, эстуарии, вдольбереговые валы, меандрирующие и анастомозирующие речные системы.

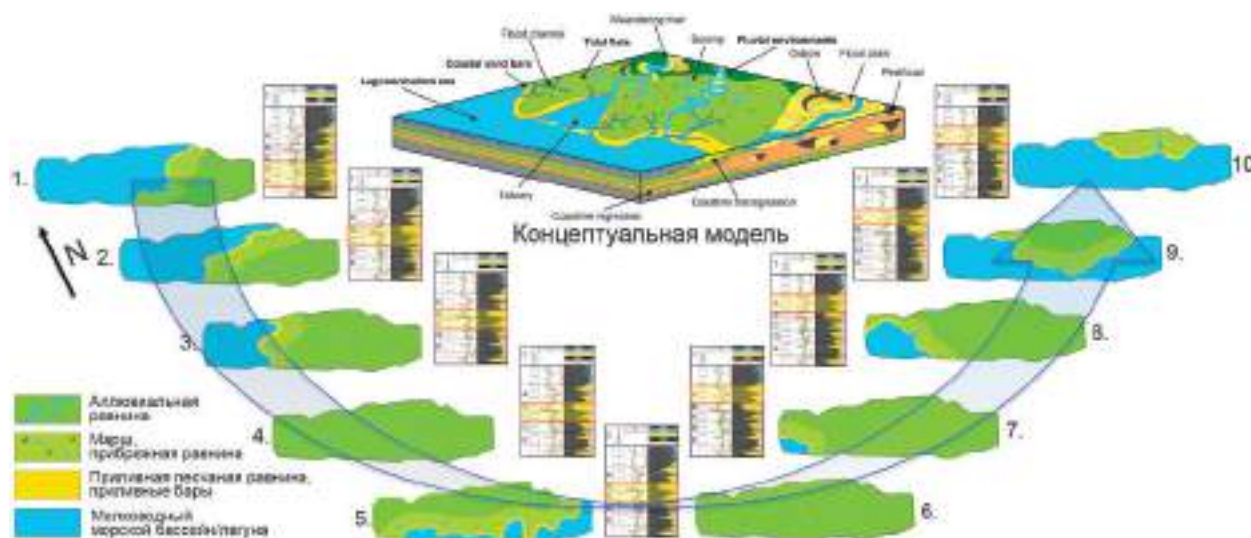


Рисунок 11-Концептуальная модель и лито-фациальные схемы для отложений изучаемого продуктивного горизонта

Так как выделенные песчаные тела формировались в различное геологическое время, то велика вероятность, что они будут частично или полностью изолированы друг от друга и могут формировать литологически экранированные ловушки. Видимо, именно с этим фактором связан различный уровень ВНК для рассматриваемого продуктивного пласта.

На основании анализа всех имеющихся данных был выделен ряд перспективных объектов, два из которых проиллюстрированы на рисунке 5. Данные объекты проинтерпретированы как вдольбереговые валы, которые по латерали замещаются глинистыми отложениями. Вверх по разрезу данные песчаные тела перекрывается глинистой трансгрессивной толщей. Изолированность выделенных объектов позволяет предположить, что с ними могут быть связаны литологически ограниченные ловушки.

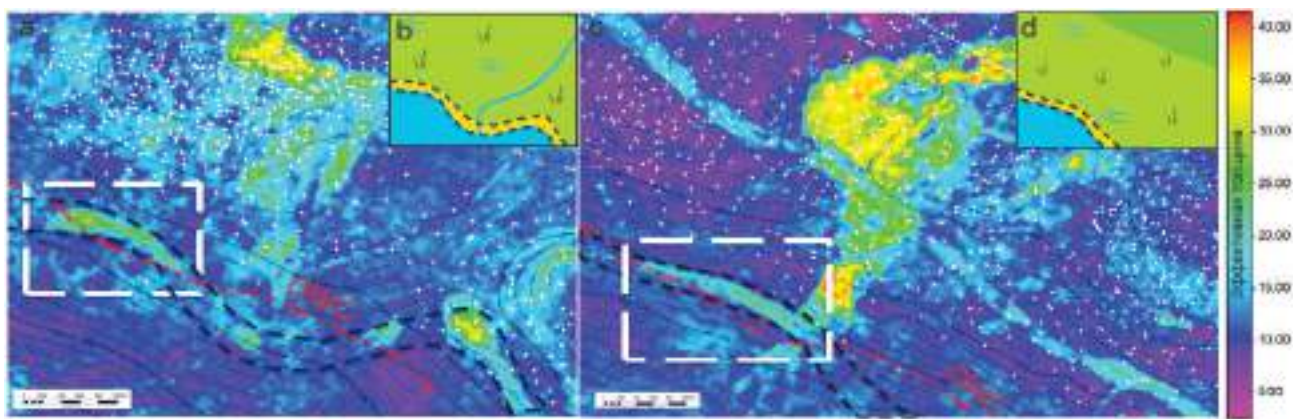


Рисунок 12- а, с – карты эффективных толщин с обозначением перспективных объектов для разработки (внутри белой пунктирной линии). b, d – лито-фациальные схемы для рассматриваемой территории (условные обозначения к схемам см. на рисунке 4). Условные обозначения: белые точки – пробуренные скважины; OWC – установленный водо-нефтяной контакт

Заключение. На примере хорошо изученного бурением месторождения в Западном Казахстане показано, что для среднеюрских отложений, характеризующихся сильной литологической неоднородностью, есть возможность поиска пропущенных объектов для разработки.

Предложенная методика комплексирования классических подходов к интерпретации разномасштабных геолого-геофизических данных и методов машинного обучения может быть использована для отложений имеющих сходное строение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kohonen, T., 1995, Self-organizing maps: Springer-Verlag, New York, Inc.
2. Osintseva N. Danko D., Priezzhev I., Iskaziyeu K. & Ryzhkov V. Combination of classic geological/geophysical data analysis and machine learning: Brownfield sweet spots case study of the middle Jurassic Formation in Western Kazakhstan //SEG Technical Program Expanded Abstracts 2020. – Society of Exploration Geophysicists, 2020. – С. 2176-2180.
3. Muromtsev V. S. Electrometric geology of sand bodies - lithological traps of oil and gas. - Nedra. Leningrad Department, 1984 (Rus).
4. Posamentier, H. W., Davies J.A., Cartwright & Wood L. Seismic Geomorphology: applications to hydrocarbon exploration and production (Geological Society Special Publication No. 277) (R. J. Davies, H. W. Posamentier, L. J. Wood, J.A. Cartwright), p.1 – 14., 2007.
5. Priezzhev, I.I., P.C.H. Veecken, S.V. Egorov, A.N. Nikiforov and U. Strecker, 2019, Seismic waveform classification based on Kohonen 3D neural networks with RGB visualization. First Break Vol 37, No 2, pp. 37 – 43.
6. Serra, O., & Sulpice, L. (1975, January). Sedimentological analysis of shale-sand series from well logs. In SPWLA 16th Annual Logging Symposium. Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts.
7. Vernik L., Fisher D., Bahret S. Estimation of net-to-gross from P and S impedance in deepwater turbidites //The Leading Edge, 2002. Vol. 21. № 4. Pp. 380-387
8. Whitcombe D.N., Connolly P.A., Reagan R.L., Redshaw T.C. Extended elastic impedance for and lithology prediction // Geophysics, 2002. Vol. 67. № 1. Pp. 63-67.
9. Zeng, H., 2015, Predicting geometry and stacking pattern of thin beds by interpreting geomorphology and waveforms using sequential stratal-slices in the Wheeler domain: Interpretation, 3, no. 3, SS49-SS64.

Оңтүстік маңғышлақ бассейнінің жетібай-өзен сатысының орта юра шөгінділерінде қалып қойған шоғырларды іздеу

Н.А.Осинцева 

Андатпа. Зерттеу нысаны 60-70 жылдардан бері игеріліп келе жатқан және 5000-нан астам ұңғымалар бұрғыланған Жетібай-Өзен мұнай және газ кен орындарының қорлары бойынша бірегей юра шөгінділері болып табылады. Юра шөгінділерінде барлығы 13 өнімді горизонттар бөлінеді,

олардың жалпы қалыңдығы шамамен 1200 м.өнімді горизонттардың көпшілігі үшін коллектор қалыңдығының ауданы бойынша күрт өзгеруі, сондай-ақ кейбір горизонттарда VNC деңгейі ерекшеленеді (бұл бұрын ақаулардың болуымен түсіндірілген, бірақ жүргізілген 3D сейсмикалық барлау ығысумен тектоникалық бұзылулардың жоқтығын көрсетті). Шөгінділерді талдау негізінде зерттелген тау жыныстары негізінен жағалаудағы шөгінділермен шектелетіні анықталды, олар сазды таяз-теңіз және жағалаудағы-теңіз жыныстарымен алмастырылады. Нәтижесінде қалыптасты литологически шектеулі құмды дене мүмкін рөлінде неструктурной қақпан мұнай және газ. Жұмыста резервуардың литологиялық гетерогенділігімен байланысты объектілерді бөлудің әдістемесі мен нәтижелері сипатталған, олар кен орнының өмірінің кеш кезеңінде пайдалануға перспективалы болуы мүмкін.

Негізгі сөздер. орта юра шөгінділері, литологиялық шектеулі тұзақтар

Search for missed deposits in the middle jurassic deposits of the south-mangyshlak basin zhetybay-uzen stage

N.A. Osintseva 

Abstract. The object of study is the Jurassic deposits of the unique reserves of the Zhetybai-Uzen stage oil and gas field, which has been in development since 60-70 and where more than 5,000 wells have been drilled. In total, 13 productive horizons are distinguished in the Jurassic sediments, with a total thickness of about 1200 m. Most of the productive horizons are characterized by a sharp change in the thickness of the reservoir over the area, and also in some horizons there is a different level of GNC (which was previously explained by the presence of faults, but the 3D seismic survey showed the absence of tectonic disturbances with displacement). Based on sedimentation analysis, it was revealed that the studied reservoir rocks are confined mainly to coastal sediments, which are laterally replaced by clay shallow-sea and coastal-sea rocks. As a result, lithologically limited sand bodies have formed, which can act as a non-structural trap for oil and gas. The paper describes the methodology and results of the identification of objects associated with the lithological heterogeneity of the formation, which may be promising for operation at a late stage of the life of the deposit.

Keywords. Middle Jurassic deposits, lithologically limited traps

OASIS MONTAJ (GEOSOFT) БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАЛЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН МАГНИТТІК ДЕРЕКТЕРДІ ӨНДЕУ ЖӘНЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯҒА ДАЙЫНДАУ

Ж. М. Сайлауғалиев^{ib}, О. Асқарұлы^{ib}, А. Мейрамбайұлы^{ib}, Р.Е. Жалғасов^{ib},

А.Б. Садуов^{ib}, Ә. Шарапатов^{ib}

Satbayev University, г. Алматы

a.saduov@satbayev.university

Андатпа. Деректерді өңдеуді және интерпретациялауды бастамас бұрын, жұмыс үшін барлық қажетті функциялары бар дұрыс бағдарламалық құралды таңдау керек. Магниттік деректерді визуализациялауға, түрлендіруге және өзгертуге болады, оларды нақты шешімдер қабылданатын стандартты салалық нәтижелерге айналдырады. Геофизикалық және математикалық сүзгілердің кең жиынтығын қолдана отырып, координаталық тормен екі өлшемді магниттік деректер жиынтығын жылдам өңдеуге және жетілдіруге болады. Тау жыныстардың модельдерін құру арқылы, жер қойнауын көру және түсіну үшін аэродинамикалық немесе жер үсті магниттік мәліметтерге негізделген үш өлшемді вокалды модельдерді жасауға болады. Бұл мақалада магниттік деректерді жүктеу әдісі талқыланады және дерекқор пішімін кезең-кезеңмен импорттау сипатталады, IGRF деректерін есептеу, байқалатын магнит өрісінің карталарын құру және магниттік аномалиялар картасын есептеу үшін қандай деректер кіреді және қажет.

Негізгі сөздер: Oasis Montaj, деректерді импорттау, магнит өрісі, аномалиялы өріс, IGRF.

Магниттік зерттеу деректерін Oasis Montaj дерекқорына импорттаудан бастайды. Бұрынғы мәліметтерді дерекқорға импорттау редакторды пайдалану және файлды тексеру керек: MN mag A. XYZ. Бұл тақырыпты қамтитын ASCII файлы, содан кейін сегменттері деректер. Тақырып міндетті емес, бірақ деректер өрісінің атауларын анықтайды. Әрбір деректер сегмент тұрақты мәндегі сандық деректер мәні бар жол белгісінен басталады өрістер саны. Енді импорттауды жалғастыра аласыз:

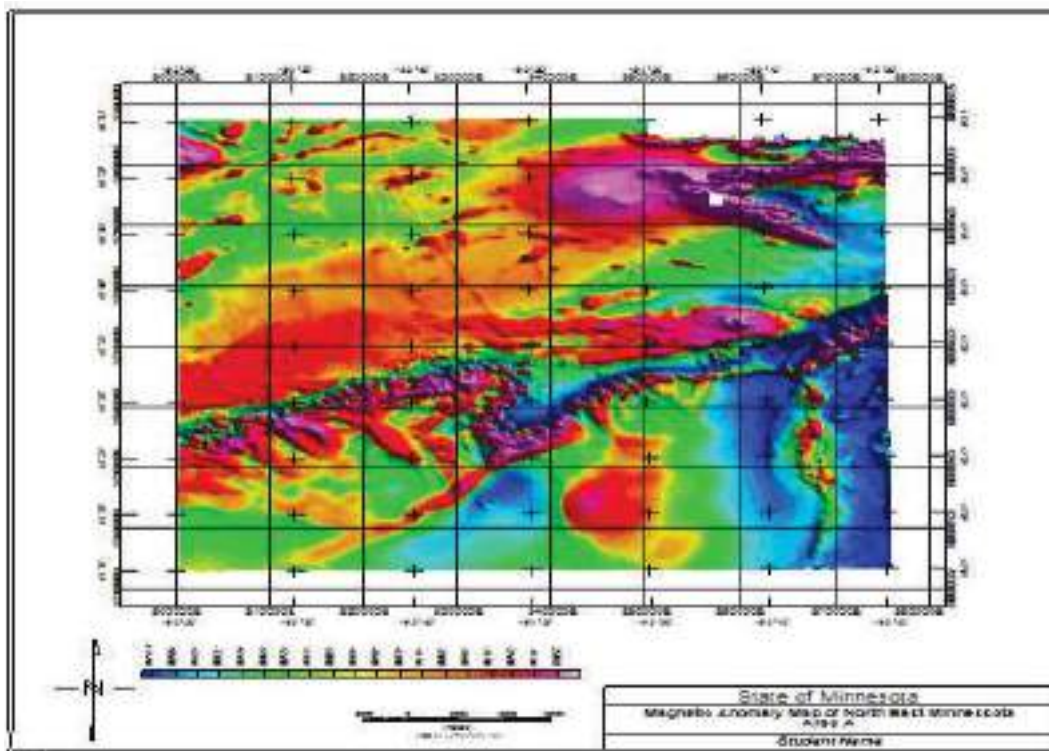
1. Дерекқор мәзірінде импорттау түймесін, одан кейін Geosoft XYZ түймешігін басыңыз.
2. Дерекқор атауын беру сұралады. Оны MN_Mag_A деп атаңыз.
3. Деректерді өңдеп, көбірек жолдар мен арналарды шығаратын болғандықтан, жолдар санын 500-ге дейін және арналарды 32-ге дейін көбейтіңіз. ОК түймесін басыңыз. Бұл ашылады. Миннесота жұмыс кеңістігіндегі жаңа дерекқор.
4. Деректер базасы әлі жоқ екенін ескеріңіздіске бекітілген. Енді сіз үшін берілген Миннесота магниттік деректерін импорттауды жалғастырасыз, оқу аймағы A-жаттығу осы жаңадан жасалған дерекқорға қосылады.
5. XYZ деректер файлы үшін MN mag_A.XYZ іздеңіз.
6. Импортталатын өрістер әлі анықталмағандықтан, диалогтық терезенің төменгі оң жағында орналасқан үлгі түймешігін басыңыз. Өйткені тақырыпта өріс бар аты, келесі диалогтық терезе сәйкесінше толтырылады.
7. Әрбір өрісті бөлектеп, пішім ашылмалы тізімінен сәйкес пішімді таңдаңыз, бастапқы деректер тобында орналасқан.
8. Шығару тобында өрістердің дұрыс анықталғанын тексеріңіз.
9. Басқа жазбаларды әзірше елемеуіңізге болады, себебі импорт құралы сәйкесті таңдайды әдепкі мәндер.
10. Деректерді импорттауды іске қосу үшін ОК түймесін басыңыз, содан кейін ОК түймесін қайта басыңыз.

✓ L1.1:0	Time	Latitude	Longitude	AltBaro	AltRadar	TotalMag	ResidMag	VertDer
0.0	04:12:24.00	**	**	1783.00	567.27	59613.90	-524.75	-0.03
1.0	04:12:27.00	**	**	1804.14	572.73	59614.90	-523.89	0.58
2.0	04:12:30.00	**	**	1804.14	569.09	59615.90	-523.04	0.65
3.0	04:12:31.00	**	**	1814.71	574.54	59616.40	-522.69	0.16
4.0	04:12:32.00	**	**	1814.71	570.91	59616.40	-522.84	-0.81
5.0	04:12:35.00	**	**	1825.29	572.73	59616.40	-522.99	-1.81
6.0	04:12:38.00	**	**	1814.71	576.36	59616.90	-522.63	-2.43
7.0	04:12:40.00	**	**	1825.29	572.73	59617.40	-522.28	-2.65
8.0	04:12:41.00	**	**	1835.86	567.27	59618.40	-521.43	-2.86
9.0	04:12:43.00	**	**	1835.86	561.82	59619.40	-520.58	-3.48
10.0	04:12:46.00	**	**	1835.86	552.73	59620.90	-519.23	-4.11
11.0	04:12:48.00	**	**	1825.29	543.64	59622.40	-517.87	-4.37
12.0	04:12:49.00	**	**	1804.14	558.18	59625.40	-515.02	-3.56
13.0	04:12:52.00	**	**	1835.86	550.91	59629.40	-511.17	-1.65
14.0	04:12:55.00	**	**	1804.14	552.73	59632.90	-507.82	0.62
15.0	04:12:56.00	**	**	1804.14	549.09	59636.40	-504.46	2.18
16.0	04:12:57.00	**	**	1825.29	550.91	59639.40	-501.61	2.37
17.0	04:13:00.00	**	**	1814.71	549.09	59641.40	-499.76	1.50
18.0	04:13:03.00	**	**	1825.29	540.00	59642.40	-498.91	0.59
19.0	04:13:05.00	**	**	1804.14	558.18	59644.90	-496.55	0.52
20.0	04:13:06.00	**	**	1804.14	558.18	59647.90	-493.68	1.44
21.0	04:13:08.00	**	**	1804.14	491.76	59649.90	-491.82	2.80
22.0	04:13:11.00	**	**	1825.29	485.88	59652.40	-489.46	3.91
23.0	04:13:13.00	**	**	1825.29	490.59	59653.90	-488.10	4.34
24.0	04:13:14.00	**	**	1814.71	490.59	59654.90	-487.23	3.97
25.0	04:13:17.00	**	**	1814.71	483.53	59654.90	-487.37	2.88

Сурет 1 – Мәліметтер базасы

Бірінші баған нүктелерді (пикеттер) көрсетеді, егер тінтуірдің оң жақ түймешігімен бассақ, біз ұсынылған профильдердің кез келгенін көріп, таңдай аламыз. Екінші бағанда әрбір нүктенің деректерін жазу уақыты, одан кейін географиялық координаттар. Сондай-ақ, бізге топография қажет болады, ол екі түрлі жолмен ұсынылған - бұл қысым айырмашылығына байланысты биіктікті өлшеу, сондай-ақ геолокациялық радарды қолдану. Біз қысым айырмашылығы арқылы есептелген биіктікті қолданамыз. Әрі қарай бізде байқалған магнит өрісінің, қалдық магниттелудің және магнит өрісінің бірінші туындысының мәндері бар. Oasis Montaj бағдарламалық құралының көмегімен зерттеу аймағы үшін жердің қалыпты өрісінің мәндерін бағалау (Сурет 1).

1. Greate new project → database → open → OS(C:) → пользователи → общие → общие документы → Geosoft → Desktop Applications → data → idfft → fff_mag.gdb.
2. Grid and image → Gridding → Grid data.
3. Map tools → Contour → Quick → Input grid → fft_mag_z(grd IGRD).
4. Map tools → Symbols → Colour Legend Bar.
5. Map tools → Base Map → Draw Base Map.
6. Data Services → Seeker.

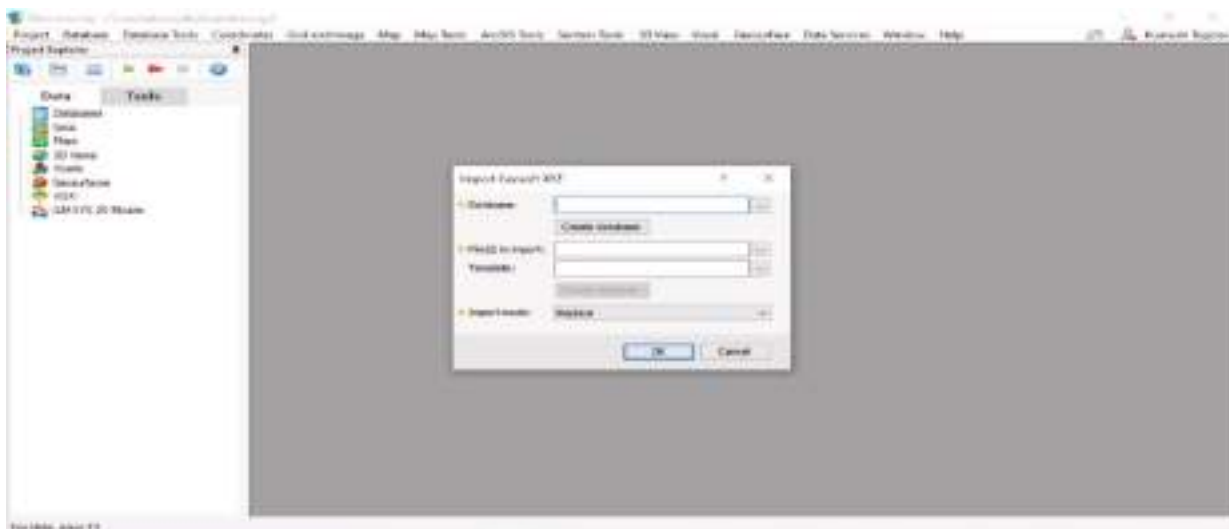


Сурет 2 – Миннесота сайтының мысалында магниттік аномалиялар картасы

Oasis Montaj бағдарламалық құралының көмегімен зерттеу аймағы үшін Жердің қалыпты өрісі мәндерін бағалау (Сурет 2).

1. Greate new project > Database > Import > Geosoft XYZ.

Ең бірінші жана проект ашамыз. Database түймесі арқылы XYZ файлды импорттаймыз.



Сурет 3 – XYZ пішіміндегі деректерді импорттау

XYZ файлды импорттаған кезде Create database батырмасы арқылы файлдың атын, максимум профильдердің және каналдардың мәнін енгіземіз. Осы бетте импорттайтын файлды таңдаймыз. Кейін ОК батырмасын басамыз және осы бетте импорттаған файлдың мәндері шығады (Сурет 3).

2. Time > Edit > Format – “Time” > Ok.
Latitude > Edit > Format – Geographic > Ok.
Longitude > Edit > Format – Geographic > Ok.

Уақыттың форматын Time дегенге ауыстырамыз. Ал ендік пен бойлықтың форматын Geographic-ке орнатамыз.

I.T.D	Time	Latitude	Longitude	AltBaro	AltRadon	TotalMag	ResidualMag	VertDev
0.0	04:12:24.00	47.25.03.66	-92.17.21.40	1783.90	367.27	3963.90	-524.75	-0
1.0	04:12:27.00	47.25.09.38	-92.17.21.42	1804.14	370.75	3963.90	-523.88	0
2.0	04:12:30.00	47.25.07.03	-92.17.21.42	1804.14	369.09	3963.90	-523.04	0
3.0	04:12:33.00	47.25.08.75	-92.17.21.47	1804.71	374.54	3963.40	-522.69	0
4.0	04:12:36.00	47.25.10.44	-92.17.21.50	1814.71	370.91	3963.40	-522.64	-0
5.0	04:12:39.00	47.25.12.12	-92.17.21.53	1825.29	370.73	3963.40	-522.98	-1
6.0	04:12:42.00	47.25.13.53	-92.17.21.59	1804.71	370.90	3963.90	-522.60	-2
7.0	04:12:45.00	47.25.15.48	-92.17.21.62	1825.29	372.71	3963.40	-522.26	-2
8.0	04:12:48.00	47.25.17.17	-92.17.21.64	1835.86	367.27	3963.40	-521.41	-2
9.0	04:12:51.00	47.25.18.86	-92.17.21.67	1835.86	344.81	3963.40	-520.58	-3
10.0	04:12:54.00	47.25.20.34	-92.17.21.74	1805.86	352.71	3963.90	-519.23	-4
11.0	04:12:57.00	47.25.22.23	-92.17.21.77	1825.29	349.44	3963.40	-517.87	-4
12.0	04:12:59.00	47.25.23.32	-92.17.21.79	1804.14	356.18	3963.40	-515.02	-3
13.0	04:13:02.00	47.25.25.00	-92.17.21.82	1835.86	350.91	3963.40	-511.17	-1

Сурет 4 – Мәліметтер базасының құраушылары

3. Coordinates > Set Current (Сурет 4).

Z тік құраушыға AltBaro мәнін енгіземіз.

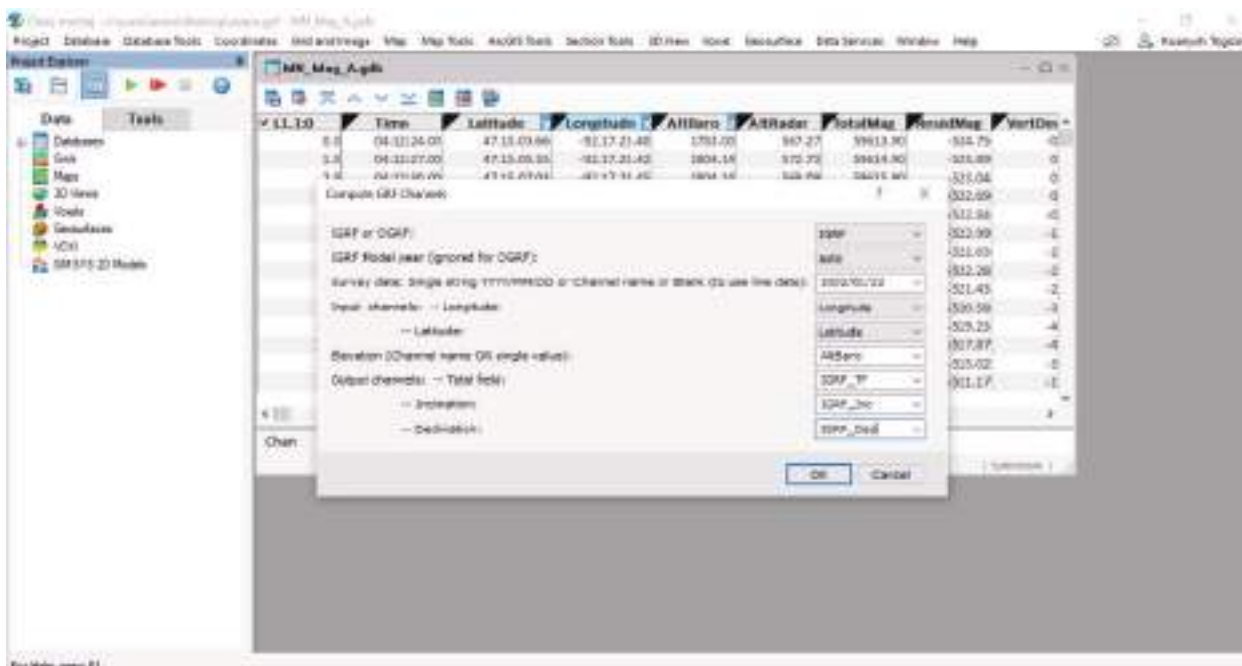
I.T.D	Time	Latitude	Longitude	AltBaro	AltRadon	TotalMag	ResidualMag	VertDev
0.0	04:12:24.00	47.25.03.66	-92.17.21.40	1783.90	367.27	3963.90	-524.75	-0
1.0	04:12:27.00	47.25.09.38	-92.17.21.42	1804.14	372.75	3963.90	-523.88	0
2.0	04:12:30.00	47.25.07.03	-92.17.21.42	1804.14	369.09	3963.90	-523.04	0
3.0	04:12:33.00	47.25.08.75	-92.17.21.47	1814.71	374.54	3963.40	-522.69	0
4.0	04:12:36.00	47.25.10.44	-92.17.21.50	1814.71	370.91	3963.40	-522.64	-0
5.0	04:12:39.00	47.25.12.12	-92.17.21.53	1825.29	370.73	3963.40	-522.98	-1
6.0	04:12:42.00	47.25.13.53	-92.17.21.59	1804.71	370.90	3963.90	-522.60	-2
7.0	04:12:45.00	47.25.15.48	-92.17.21.62	1825.29	372.71	3963.40	-522.26	-2
8.0	04:12:48.00	47.25.17.17	-92.17.21.64	1835.86	367.27	3963.40	-521.41	-2
9.0	04:12:51.00	47.25.18.86	-92.17.21.67	1835.86	344.81	3963.40	-520.58	-3
10.0	04:12:54.00	47.25.20.34	-92.17.21.74	1805.86	352.71	3963.90	-519.23	-4
11.0	04:12:57.00	47.25.22.23	-92.17.21.77	1825.29	349.44	3963.40	-517.87	-4
12.0	04:12:59.00	47.25.23.32	-92.17.21.79	1804.14	356.18	3963.40	-515.02	-3
13.0	04:13:02.00	47.25.25.00	-92.17.21.82	1835.86	350.91	3963.40	-511.17	-1

Сурет 5 – Координаттарды географиялықтан жобаланғанға түрлендіру және орнату

4. GX > GX file – igrf.gx.

Осыдан кейін Run GX батырмасы арқылы igrf.gx файлымен магнит өрісінің қалыпты мәнін енгіземіз. Келесі қажетті деректер үшін IGRF мәндерін алу үшін: далалық жұмыс күні,

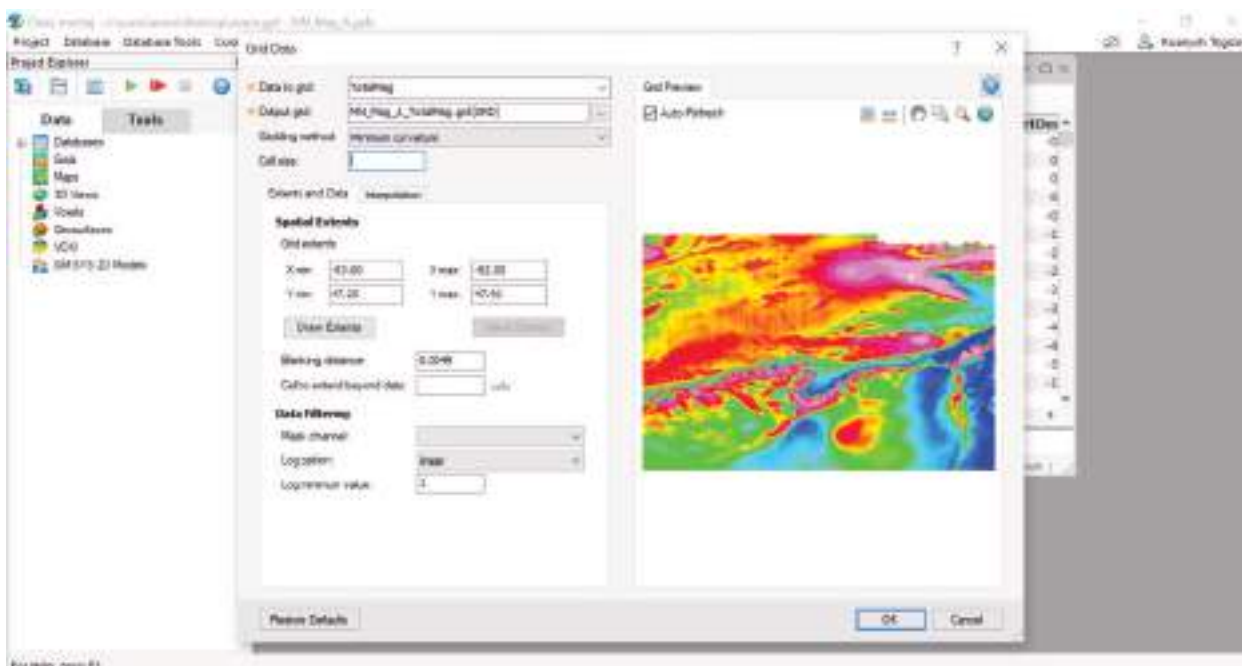
жер бедерінің координаттары, топографиясы, біз бастапқы деректер ретінде IGRF мәндерін, көлбеу және ауытқу бұрыштарын аламыз (Сурет 6).



Сурет 6 – IGRF мәндерін есептеп шығару

5. Grid and Image > Gridding > Grid data

Gridding операциясын орындау кезінде барлық мәліметтерді мұқият тексеріп, мәліметтер базасын таңдау, ұяшық өлшемін тағайындау, сонымен қатар интерполяция әдісін таңдау керек, ең әмбебап әдіс Кригинг болып табылады.



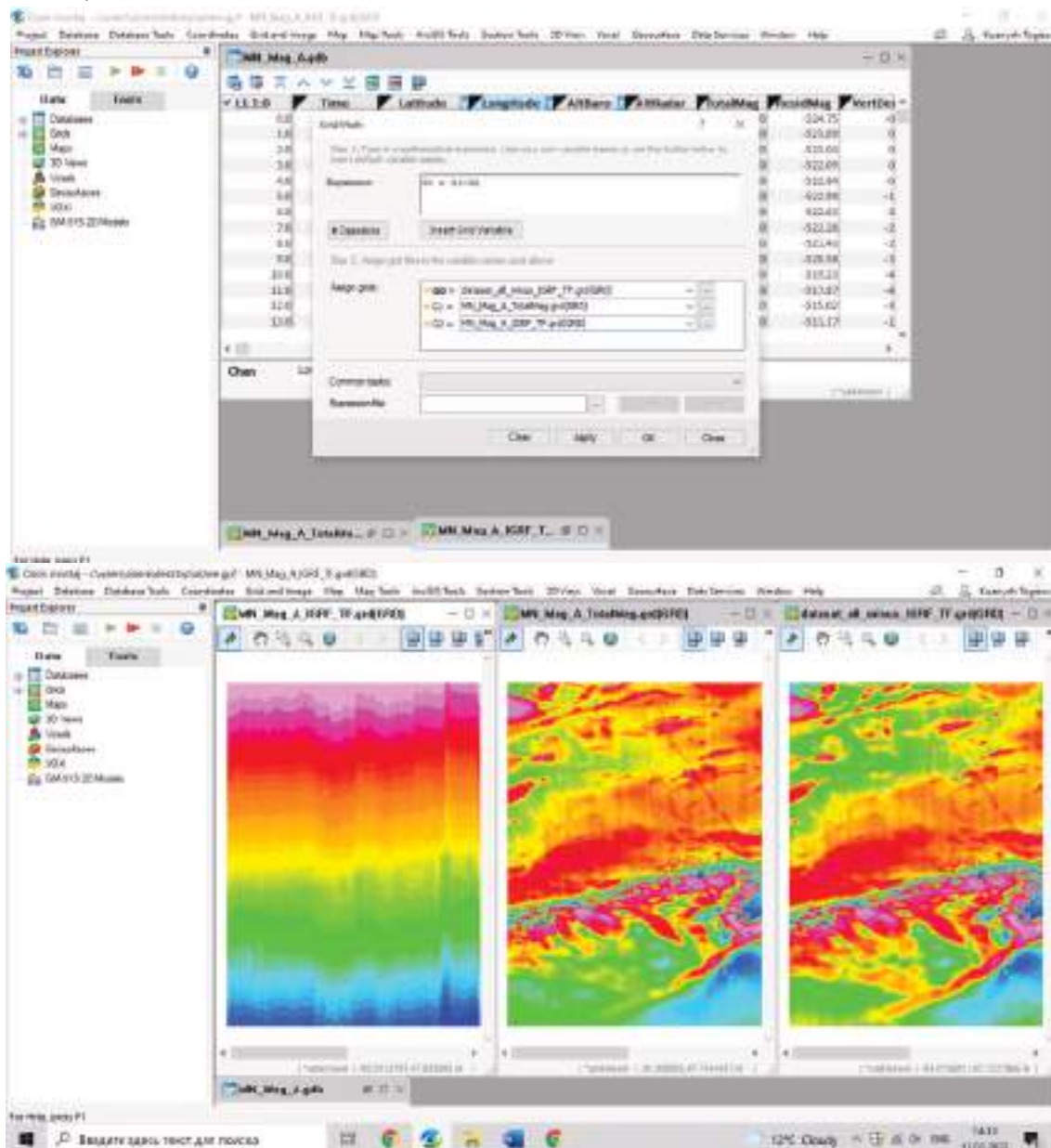
Сурет 7 – Gridding операциясын қолданып, торды шығару

6. Grid and Image > Grid Math

Grid and Image батырмасында Grid Math батырмасын басамыз. Осы батырма арқылы аномалияны есептей аламыз (Сурет 7). Сәйкесінше бақыланған өрісті және қалыпты өрісті енгіземіз.

7. Window > Tile Vertically

Осы жерде (Сурет 8) қалыпты өріс, бақыланған өріс және аномалия өрісінің картасы көрсетілген.



Сурет 8 – Қалыпты өріс, бақыланған өріс және аномалия өрістерінің карталары

Қорытынды. Осылайша, Миннесота сайтының мысалында магниттік деректерді пайдалана отырып, біз одан әрі өңдеу және түсіндіру үшін кез келген деректерді дайындай аламыз. Деректерді дұрыс импорттау, профильдер, сызықтар, пикеттер санына дұрыс мәндерді тағайындау, сондай-ақ, картаның қаншалықты егжей-тегжейлі болатынын анықтайтын ұяшық өлшемі өте маңызды роль атқарады. Шығу және карталарды көрсету жылдамдығы .xuz форматы, IGRF деректерін есептеу әдісі және магниттік аномалия картасын құру пайдаланылды. Сондай-ақ, дайын карталардың цифрланған деректері мен далалық деректердің аражігін ажырату қажет, мұнда бірінші жағдайда картаны бастапқы өңдеу қажет емес, шу мен кедергілерден құтылу қажет. Бұл әдіс Oasis Montaj бағдарламалық құралын

пайдаланып кез келген деректерді дайындау үшін қолданылуы мүмкін, сонымен қатар, өте тиімді және жетекші геофизикалық компаниялар арасында танымал.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Adeyinka M. Interpretation of high-resolution aeromagnetic data for Lineaments study and occurrence of Banded Iron Formation in Ogbomoso Area, Southwestern Nigeria / M. Adeyinka, A. Idowu, M. Alaba // Journal of African Earth Sciences. -2015. № 10, P. 1-39.
2. Ali-Zadeh A. South-Caspian basin: geology, geophysics, oil and gas content / A. Ali-Zadeh // National academy sciences of Azerbaijan institute of geology Azerbaijan national committee of geologists. -2004. № 1, p. 1-332.
3. Gordon, R. C. Euler Deconvolution Applied to Potential Field Gradients / R. C. Gordon // Exploration Geophysics. -2004. -Vol. 3, № 35, P. 165-170.
4. Håkan, M. Interpretation of detailed ground magnetic data, resistivity and topographic data from Äspö / M. Håkan // GeoVista AB. -2010. P. 10-49.
5. Improving assessment of geological structure interpretation of magnetic data: Anadvanced data analytics approach /E. Holden [et al.] //ELSEVIER. -2016. -Vol. 87, P. 101-111.

**Подготовка магнитных данных к обработке и интерпретации
с помощью программного обеспечения GEOSOFT OASIS MONTAJ
Ж. М. Сайлаугалиев^{id}, О. Асқарұлы^{id}, А. Мейрамбайұлы^{id}, Р.Е. Жалғасов^{id},
А.Б.Садуов^{id}, А. Шарапатов^{id}**

Аннотация. Прежде чем приступить к обработке и интерпретации данных, необходимо правильно подобрать программное обеспечение со всеми необходимыми функциями для работы. Можно визуализировать, преобразовывать и дорабатывать необработанные магнитные данные, превращая их в стандартные отраслевые результаты, на основе которых принимаются реальные решения. Быстро обрабатывать и улучшать двухмерные наборы магнитных данных с координатной сеткой, используя широкий набор геофизических и математических фильтров. Создавать трехмерные воксельные модели на основе аэродинамических или наземных магнитных данных, чтобы увидеть и понять недра путем создания модели свойств горных пород. В этой статье обсуждается порядок загрузки магнитных данных и описывается пошаговый импорт формата базы данных. Также приводятся – какие данные включены и необходимы для расчета данных IGRF, создания карт наблюдаемого магнитного поля и расчета карт магнитных аномалий.

Ключевые слова: Oasis Montaj, импорт данных, магнитное поле, аномальное поле, IGRF.

**Preparation for further processing and interpretation of geophysical magnetic data using
GEOSOFT OASIS MONTAJ software**

**Zh. M. Sailaugaliyev^{id}, O. Asqaruly^{id}, A. Meirambaiuly^{id}, R. Zhalgassov^{id}, Saduov A. B.^{id},
A.Sharapatov^{id}**

Abstract. Before you start processing and interpreting data, you need to choose the right software with all the necessary functions for work. It is possible to visualize, transform and refine raw magnetic data, turning them into industry standard results, on the basis of which real decisions are made. Quickly process and improve two-dimensional magnetic data sets with a coordinate grid using a wide range of geophysical and mathematical filters. Create three-dimensional voxel models based on aerodynamic or ground-based magnetic data to see and understand the subsurface by creating a model of rock properties. This article discusses the order of loading magnetic data and describes the step-by-step import of the database format. It also provides which data are included and necessary for calculating IGRF data, creating maps of the observed magnetic field and calculating maps of magnetic anomalies.

Keywords: Oasis Montaj, data import, magnetic field, anomalous field, IGRF.

СТРОЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ РУДНЫХ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА

И.П. Сидорова^{id}, Р.И. Сахобиidinov^{id}

Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, Узбекистан, г. Ташкент

irina_sid@mail.ru

Аннотация. Представлено строение литосферы рудно-магматических концентров Узбекистана, полученное на основе комплексной методики обработки и интерпретации геолого-геофизических данных.

Ключевые слова. Литосфера, рудно-магматические концентры, профили глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), глубинное строение.

Исследования структуры литосферы являются основополагающим знанием при прогнозе крупных и сверхкрупных месторождений, как для жидких - углеводородов (нефть, газ), так и твердых рудных (золото, серебро, полиметаллы) полезных ископаемых. В обобщающей монографии Артемьевой И.М. [1] даются подробные характеристики и определения сейсмической, термальной, упругой, электрической и петрологической литосферы. Но для каждого региона, в особенности такого сложного, каким является Средняя Азии (частью которой является Узбекистан), представляющего собой конгломерат разновозрастных тектонических блоков, как коллизионно-аккреционного так и субдукционного характера, имеются свои особенности. Выполненные за последние годы в лаборатории «Строение литосферы» Института геологии и геофизики целенаправленные геолого-геофизические исследования позволили значительно раздвинуть границы наших познаний о глубинном геологическом строении литосферы Узбекистана. По комплексу региональных геофизических данных проводился трехмерный геолого-геофизический анализ поверхностей рельефа, фундамента и Мохоровичича, особенностей строения литосферы, морфологии рудных тел, месторождений полезных ископаемых. Недр Республики Узбекистан, несмотря на многолетние исследования геологов нескольких поколений, еще не открыли свои сокровища до конца. Бурно развивающаяся экономика страны постоянно требует укрепления и расширения минерально-сырьевой базы. Учитывая, что обширные площади страны перекрыты мезозой-кайнозойскими отложениями, становится актуальным внедрение в практику поисково-разведочных работ современных технологий и методик. Развитие геофизических методов поисков полезных ископаемых предопределяет их комплексирование для выявления аномальных геологических объектов, их свойств, и как следствие, нахождение новых критериев локализации месторождений на закрытых территориях. Нами получены новые данные по глубинному строению, выделенных ранее академиком Хамрабаевым И.Х. рудно-магматическим концентрарм Узбекистана (рисунок 1) [2].

Центрально-Кызылкумский рудно-магматический концентр. На основе разработанных новых методических подходов создана динамическая интерактивная модель Центрально-Кызылкумского Рудно-Магматического Концентра, составляющая целостное пространственно-временное представление внутреннего строения и генезиса формирования рудных месторождений. В процессе создания динамической интерактивной модели геологического строения Центрально-Кызылкумского Рудно-Магматического Концентра было произведено объединение всех имеющихся геофизических (сейсмических, гравимагнитных, геотермических) данных с выявленными особенностями геологического строения. В результате получена картина глубинного строения окраинных частей континентальной литосферы двух палеоконтинентов, претерпевших коллизию. Вследствии коллизии в верхней коре появился меланж, состоящий из разновеликих блоков сланцев, кремней, гранитоидов и диоритоидов.

Последние, как правило, увеличиваясь в объеме, образуют обособленный слой значительной мощности (до 20км), состоящий как из диоритоидов, так и метаморфических их эквивалентов. Наличие этого слоя сопровождается уменьшением мощности нижней коры и «промежуточного» слоя, вплоть до полного исчезновения последнего. Такой «типовой» разрез коры усложняется наличием «чашеобразных» и «раструбообразных» участков, обрамленных

глубинными разломами и состоящих из увеличенной мощности меланжа и «диоритового» слоя, сокращенной до минимума мощности нижней коры и частичного отсутствия «промежуточного» слоя.



Рисунок 1- Рудно-магматические концентры Узбекистана (по Хамрабаеву И.Х.) :I- Центрально-Кызылкумский; II - Нуратинский; III- Чаткало-Кураминский; IV - Гиссарский; V – Султанувайский.

Обязательна связь с мантией посредством одного или нескольких глубинных разломов, в последнем случае образующих «стволы» разной ширины, но всегда меньшей, чем связанные с ними структуры в верхней коре. Трещиноватость пород, сильная блочность и значительная разница плотностных характеристик соприкасающихся блоков, способствуют интенсивной проницаемости верхней коры при формировании экзоконтактовых месторождений в осадочно-метаморфическом слое. Наличие магматических очагов преимущественно кислого и среднего состава, их облегченная связь с мантией через зоны сейсмической «прозрачности» выводят эти структуры в ранг прогнозных на эндогенные типы месторождений, что фактически и наблюдается в виде Мурунтауского мегаштокверка ближе к поверхности. Этот мегаштокверк представляет собой сложную комбинацию стержневых кварцевых жил, рудных столбов, прожилково-вкрапленных и вкрапленных минерализованных зон. Общая площадь штокверка на поверхности около 3 кв.км, на глубину прослежен в виде воронки на 1200м. Скважиной СГ-10 вскрыты отдельные интервалы золотого оруденения (2-15 г/т) на глубину почти 4 км. Глубже прослежена чащеобразное углубление до 10-15 км, заполненное меланжем, т.е. смесью разновеликих угловатых блоков и «обломков» сланцев, гранитов и диоритов. Последние в виде корней опускаются вплоть до нижней коры и прерывистой границы Мохоровичича, сопрягаясь в зоны сейсмической «прозрачности», являющихся, по существу, разобщенными каналами поступления мантийного вещества и энергии в верхнюю кору. Совместный анализ поверхностей рельефа, фундамента и Мохоровичича позволил проследить на глубину верхне- и нижнекоровые неоднородности, берущие свое начало с зон прерывности или сейсмической «прозрачности» границы Мохоровичича, на поверхности рельефа коррелирующие с кольцевыми структурами, в верхней коре - с крупными тектоническими элементами, зонами интенсивного проявления интрузивного и эффузивного магматизма. Именно выделение зон прерывности или сейсмической «прозрачности» границы Мохоровичича по профилям ГСЗ-МОВЗ, увязанное с пространственной интерпретацией кольцевых структур поверхности рельефа позволило выявить и оконтурить транскоровые неоднородности концентра с корнями мантийного заложения (рисунок 2).

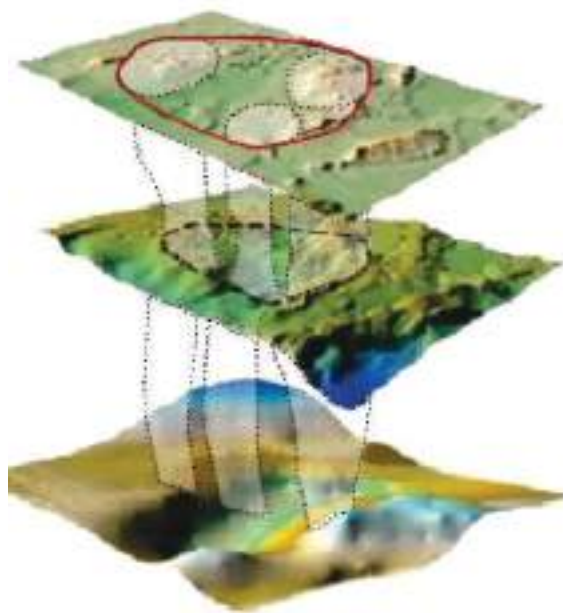
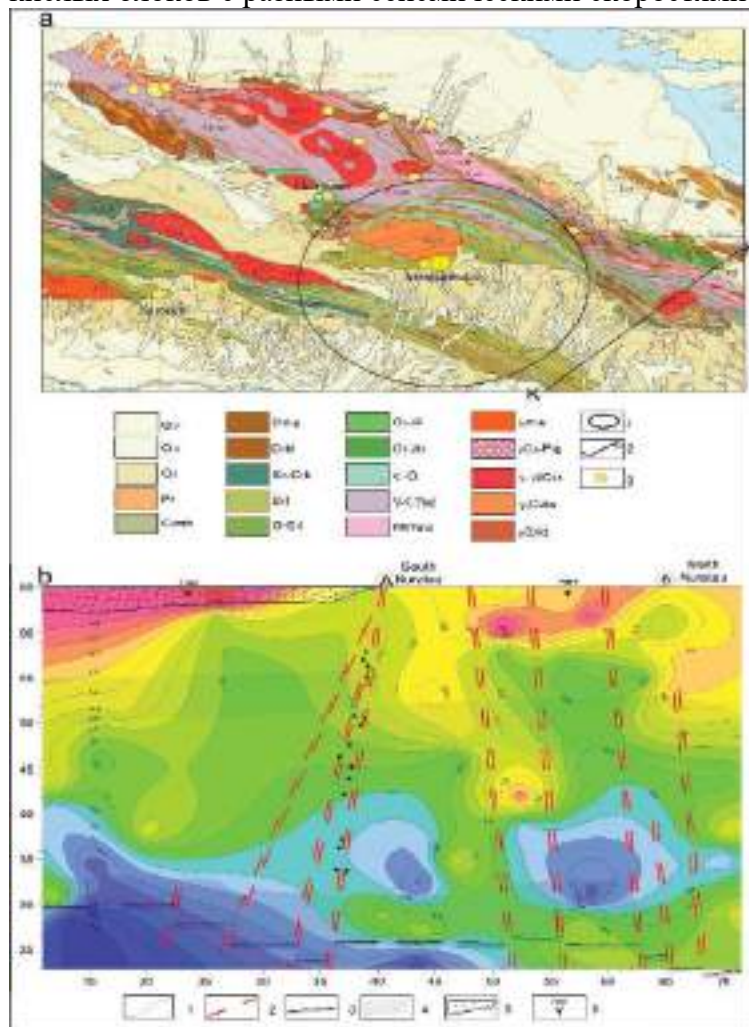


Рисунок 2- Интегрированная геолого-геофизическая модель Центрально- Кызылкумского Рудно-Магматического центра

Нуратинский рудно-магматический центр (НРМК) находится восточнее ЦКРМК и представлен крупным золоторудным месторождением Чармитан в центре и обрамляющим его с юга золоторудными месторождениями Сармич и Марджанбулак (рис. 3). Северное обрамление центра связывается с кварц- золоторудными жилами и линейными кварцевыми штокверками, развитыми в приводораздельной и южной частях Северо-Нуратинского хребта. Здесь широко развиты кварц золоторудными жилами и линейными кварцевыми штокверками, развитыми в приводораздельной и южной частях Северо-Нуратинского хребта. Здесь широко развиты кварц-микроклин-альбит-серицит-хлоритовые метасоматиты, в которых отмечаются рудопроявления золота, серебра, меди, железа и др. Центр пересекают два региональных профиля глубинного сейсмического зондирования на западе - Ромитан-Дарбазатау и на востоке Карабекаул-Койташ. Нами переинтерпретирована Нуратинская часть профиля ГСЗ Карабекаул-Койташ, в результате выявлены высокоскоростные включения (7.0-7.4 км/сек) на глубинах 10-15 км также фиксируются слои с высокой скоростью V_p от 6,4 до 6,6 км/сек. По данным И.Х.Хамрабаева (1990), они, возможно, сложены габбро-норитами, диоритами и плагиогранитами с плотностью от 2,7-2,9 г/см³ и скоростями продольных волн от 6,45 до 6,9 км/сек [3]. Граница между нижней и верхней кораи проходит в интервале глубин 20-25 км. Нижняя часть коры (по Х.Д.Ишбаеву, 2020) сложена кислыми гранулитами, глаукофановыми сланцами, биотитовыми гнейсами, а верхняя – кристаллическими сланцами, кварцитами, роговиками, гранито-гнейсовыми телами, графит-дистеновыми кварцитами [4,5].

Наиболее типичные черты геолого-структурного строения – широкое развитие субпараллельных разрывных нарушений, которые при сгущении дают мощные зоны дробления с повышенной углеродистостью, наличие тектонических пластин и блоков, вытянутых параллельно зонам разрывных нарушений, отсутствие нормальных стратиграфических взаимоотношений между слоистыми толщами. Важны, так называемые, «узловые зоны», т. е. пересечение разнонаправленных разрывных структур, из которых наиболее значимы северо-западные разломы – рудоподводящие и рудо локализирующие, которые пересекаются разломами северо- восточного направления.

Характерной особенностью рудоперспективных областей служит их приуроченность к зонам разломов, раздробленности и зонам контактов пород с контрастными, как петрофизическими, так и теплофизическими свойствами. Анализ отношения V_p/V_s по сейсмическому профилю, секущему Чаткальское сводовое поднятие позволил определить реологическое состояние отдельных блоков верхней и нижней коры: сегменты земной коры исследуемого региона сложены блоками пород с содержаниями SiO_2 от 40 до 78% (от ультраосновных до кислых). По профилю проявилась сложная морфология глубинных ультраосновных - основных и кислых блоков с разными сейсмическими скоростями и теплофизическими параметрами.



Установлена верхняя граница высокоскоростного включения, предположительно представленная интрузиями основного (габброидного) состава - содержание SiO_2 менее 45% (глубина 6 км). Включение в вертикальном срезе характеризуется сложной геометрической формой, в тело которого местами “впечатаны” более кислые породы с высокими содержаниями кремнезема (от 60 до 78%).

Рисунок 4 - Нуратинский рудно-магматический концентр

Условные обозначения:

- а) геологическая карта; 1- контур концентратора; 2- линия профиля ГСЗ Карабекаул-Койташ; 3- наиболее значимыми месторождениями и рудопроявлениями концентратора;
- б) скоростной разрез северо-восточной части профиля ГСЗ Карабекаул-Койташ: 1- изолинии равных скоростей, км/сек; 2- разломы; 3- граница Мохоровичича; 4- зоны низких скоростей – “волноводов”; 5- мезозой-кайнозойские отложения; 6- пункт взрыва.

Гиссарский рудно-магматический концентр выделен академиком И.Х.Хамрабаевым в качестве прогнозного. Основанием для этого ему послужило широкое развитие карбоновых вулcano-тектонических структур, наличие колчеданно-полиметаллического месторождения Хандиза и большое количество эндогенных рудопроявлений многих металлов, суммированных интуитивно выдающимся геологом Республики. За истекшее десятилетие Байсунский концентр, благодаря работам подразделений Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам обозначился как Южно-Узбекистанский горнорудный район, в котором выделены конкретные площади и рудные поля с направленными поисками благородных, редких и цветных металлов. Так, в пределах Чинарсайской рудоносной площади, расположенной с месторождением Хандиза в единой вулcano-тектонической структуре выявлено золотое оруденение золото-полиметаллической формации. В Кызылтурукском рудном поле обнаружено кварц-золоторудное месторождение Широтное, расположенное в углеродистых сланцах.

Султанувайский рудно-магматический концентр выделен И.Х.Хамрабаевым как и Гиссарский предположительно, исходя из широкого развития в горах Султанувайс

магматических образований разного возраста и состава, а также одного железорудного месторождения Тебинбулак и многочисленных рудопроявлений Fe, Au, Cu, Ni, Mn и др.

Горы Султанувайс располагаются на стыке Уральского пояса глубинных разломов с западной частью Монголо-Охотского пояса. Одна из ветвей Уральского пояса в виде Урусайского меридионального разлома пересекает Султанувайс на две части, западная из которых имеет меридиональное простирание осадочно-вулканогенных пород девона прорванных плагиигранитными интрузивами (C₁) и весьма сходна с одновозрастными образованиями Мугоджар, содержащих медноколчеданное, меднопорфировое, медномагнетитовое и другое медесодержащее медноколчеданное оруденение.

Восточная часть Султанувайса находится в створе транссибирского линейного элемента, обусловившего широтное простирание пород, за исключением урусайских приразломных пикловидных структур, в которых локализованы: на севере-Тебинбулакский пироксенит-габбродный, а на юге Актауский гранитоидный массивы.

Таким образом, по Хамрабаеву [2] с нашими дополнениями для образования крупных и сверхкрупных рудных месторождений геолого-геофизические параметры должны быть следующие:

1. Нахождение в сфере влияния глубинных мантийно-корневых структур и их пересечений между собой или складчатыми сооружениями.
2. Позиция в пограничных областях (блоках Земли с различной гетерогенностью) по составу, плотности, степени метаморфизма, выраженности в различных линейных, радиальных и кольцевых формах тектонических или тектоно-магматических структур.
3. Ареал длительного и многократного магматизма и соответственно длительность магматических рудообразующих процессов. Например, для мурунтауских и алмалыкских групп месторождений она считается 50-60 млн.лет.
4. Благоприятные геологические и литологические свойства вмещающих пород, их гетерогенность.
5. Приуроченность месторождений к участкам умеренно повышенных мощности (38-40км) земной коры.
6. Наличие участков со слабоположительными магнитными и гравитационными полями, с локальными аномалиями силы тяжести и магнитной восприимчивости, обусловленных проявлением разрывных тектонических деформаций и различных по составу магматических образований.
7. Наличие участков с аномально высокими или повышенными тепловыми потоками и электропроводимостью.
8. Наличие крупных скрытых гранитоидных плутонов (и гранитизированных пород).
9. Сильная тектоническая деформированность вмещающих пород.

Комплексные исследования горнорудных районов Республики Узбекистан, разработка новых прогнозных геолого-геофизических моделей рудно-магматических центров, вмещающих крупные месторождения полезных ископаемых способствуют выявлению новых рудоносных площадей и скрытых рудных тел в пределах рудных районов, скрытых под мезозой - кайнозойским осадочным чехлом. Целенаправленные комплексные геолого-геофизические исследования позволили выявить в литосфере Узбекистана ряд площадей с аномальными геофизическими характеристиками и установить корреляционные зависимости между распределением этих объектов и размещением (в плане) месторождений полезных ископаемых [4,5,6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Artemieva I.M., 2012 The Lithosphere. Cambridge University Press. 773p.
2. Khamrabaev I.Kh., Sidorova I.P., Kustarnikova A.A. and other. The role of deep Lithospheric structures in the genesis of large and superlarge ore deposits in Uzbekistan: A review//Global Tectonics and Metallogeny.2003.Vol.8. Nos. 1-4. pp.151-154.

3. Юсупов Р.Г., Сидорова И.П., Игамбердиев Э.Э., Азизов А.М. Медно – порфировое оруденение Келенчек-Ташкескенской перспективной площади // Геология и минеральные ресурсы. 2013. №5. С. 41-48.

4. Сидорова И.П., Кустарникова А.А. Петролого-геофизическая модель образования золоторудных месторождений в Центральных Кызылкумах Западного Узбекистана // Сборник трудов Восьмых геофизических чтений им.В.В. Федынского.Москва.2007. С.43-48.

5. Sidorova I.P., Kustarnikova A.A. Ore magmatic centres in Uzbekistan/ In: Akbarov Kh.A., Nurtaev B.S. (Eds) Geosciences in Uzbekistan , State Enterprise “Scientific-Research Institute of Mineral Resources”.Tashkent. 2012. pp.125-140.

6. Сидорова И.П. Глубинное строение Кызылкумского Рудно-Магматического концентра. LAP Lambert Academic Publishing printed at: see last page ISBN: 978-620-0-24141-2. 2019. 102 с.

The structure of the lithosphere of the ore regions of Uzbekistan

Sidorova I.P. , **Sakhobidinov R.I.** 

Abstract. The structure of the lithosphere of the ore-magmatic concentrations of Uzbekistan, obtained on the basis of a complex technique for processing and interpreting geological and geophysical data, is presented.

Keywords. Lithosphere, ore-magmatic centres, deep seismic sounding profiles (DSS), deep structure.

Ўзбекистоннинг кенді облыстарының литосферасының құрылымы

Сидорова И.П. , **Сахобидинов Р.И.** 

Аннотация. Геологиялық және геофизикалық мәліметтерді өңдеу мен түсіндірудің кешенді әдістемесі негізінде алынған Өзбекстанның кен-магматикалық шоғырлануларының литосфера құрылымы берілген.

Негізгі сөздер Литосфера, кен-магмалық концентрлер, терең сейсмикалық зондтау профильдері (ТҚС), терең құрылым.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗА ПОГРЕБЕННЫХ СТРУКТУРНЫХ ЛОВУШЕК ПО ДИСТАНЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ УСТЮРТСКОГО РЕГИОНА)

Л.Р.Бикеева¹, М.А.Гаффаров², Д.М.Адылов¹, А.А.Пулатов¹

¹ГУ «ИГИРНИГМ» Узбекистан, г.Ташкент

²Госкомгеология Республики Узбекистан, г.Ташкент

[*Luizabikeyeva@mail.ru](mailto:Luizabikeyeva@mail.ru)

Аннотация. В статье на основе комплексного анализа геолого-геофизической информации и космодешифрирования научно обоснованы особенности глубинного геологического строения и перспективы нефтегазоносности южной части Судочьего прогиба. Выделены элементы пликативной, дизъюнктивной тектоники, а также элементы разломно-блокового строения. Выделены морфоструктурные аномалии, связанные с глубинными геоструктурами антиклинального типа.

Ключевые слова: космодешифрирование, КФС, линеамент, кольцевая структура, горизонталь, нефть, газ, УВ, антиклиналь, микроблок, и т.д.

В последнее десятилетие, при изучении геологического строения нефтегазоносных регионов и прогнозировании локальных нефтегазоперспективных структур в комплексе геолого-геофизических, геоморфологических и геохимических исследований широко используются материалы космических съемок (КФС). Они наиболее оперативны, не требуют значительных затрат и содержат информацию, которая может быть использована на всех стадиях и этапах геологоразведочного процесса.

Учитывая, что одним из условий успешного поиска скоплений УВ является обеспеченность фондом выявленных и подготовленных структур, которые выделяются, как отдельными видами исследований, так комплексом геолого-геофизических и дистанционных исследований по территории юго-восточной части Устюртского региона выполнено структурное дешифрирование космофотоснимков и топокарт. Безусловно, приоритетность и эффективность обнаружения локальных структур принадлежит сейсморазведке, но дополнение её другими видами исследований увеличивает возможность обнаружения ловушек и формирует резерв намеченных перспективных участков, а комплексная интерпретация результатов разных видов исследований дает особенно высокие результаты.

С целью получения максимально-возможного и объективного объема информации в работе использованы цифровые и разновысотные фотоснимки различных типов съемок, содержащие, как правило, взаимодополняющую и взаимоподтверждающую информацию. Первостепенное значение при проведении структурного дешифрирования придавалось выявлению разрывных нарушений, начиная от крупных тектонических разломов до различного типа флексур и трещин. Основными дешифрировочными геоморфологическими критериями разрывных нарушений служат: уступы в рельефе, имеющие прямолинейные очертания; линейно протягивающиеся возвышенности; прямолинейные участки временных протоков; прямолинейные полосы, занятые такырами; западины солончаков, расположенные цепочкой; прямолинейный контакт различных генетических типов рельефа; сосредоточенный сток, возникающий в результате слияния ряда протоков; спрямленные участки или резкие изгибы тальвегов временных водотоков; соприкосновение по одной границе разновозрастных геологических образований или хорошо выраженные в горизонталях линейные участки их развития.

Для выявления вышеперечисленных признаков составлена карта тальвегов палеодолин, временных водотоков. За основу выделения тальвегов использована цифровая модель рельефа, т.е. материалы радарно-топографической съемки SRTM, а также данные топогеодезических работ. Также при выявлении линеаментов по КФС использованы основные критерии, линейные границы между участками различного фототона и текстуры, дешифрируемыми линейными элементами рельефа. На поверхности линеаменты проявляются закономерно ориентированными, приуроченными к прямолинейным линиям формами и элементами геоморфологического строения. Сочленения и перекрещивания линеаментов

определяют положение участков, отвечающих определенным блокам фундамента и чехла. Разные блоки характеризуются различными скоростями и направленностью тектонических движений по ограничивающим их структурно-тектоническим линиям и, как следствие, своеобразными особенностями тектонического строения. При этом как участкам (блокам), так и ограничивающим их линеаментам, на разных уровнях срезах обычно отвечает разная степень дислоцированности пород, как правило, возрастающая вниз по разрезу. Вторая группа объектов заслуживает особенно пристального внимания, поскольку соответствует локальным структурам осадочного чехла, т.е. тектоническим элементам, поиски которых являются одной из основных задач при геологоразведочных работах на нефть и газ. При структурном дешифрировании, главным образом используются косвенные геоморфологические признаки пликативных структур - локальных поднятий. Характеризуются они совокупностью следующих геоморфологических критерий: радиальное строение тальвегов; овалыные изгибы; овалыные одиночные положительные формы рельефа (холмы, валы, гряды); положительные и отрицательные микроформы; относительно повышенное меандрирование, а также образование аномально узких и протяженных меандр на сопряженных с поднятием участках; изменением общего направления стока, иногда сопровождающимся обтеканием поднятия; в перераспределении аккумулярующей деятельности водотока – избыточном накоплении материала на смежных с поднятием участках (особенно выше поднятия); резком ослаблении аккумуляции в пределах самого поднятия.

Таким образом, структурно-тектонические элементы, характеризующие дизъюнктивную и пликативную тектонику в условиях плато Устюрт, выражаются спрямленными и дугowymi (соответственно) участками русел временных потоков, ложбин стока, линейно-вытянутыми или дугowymi повышениями и понижениями рельефа, солончаками, такырами, уступами, спрямленными и дугowymi бортами котловин, а также цепочками форм и элементов рельефа, изгибами, сломами, и их смещениями, располагающимися по единой линии [1].

Большая часть перечисленных выше форм и элементов рельефа находит свое отражение на топографических картах. Поэтому наряду с дешифрированием КФС выполнялся анализ топографических карт разных масштабов (1:100000-1:200000). Критериями выделения структурно-тектонических элементов по топокартам служат: прямолинейное или дугообразное заложение горизонталей, их затяжками, изгибами, разворотами, сменой направлений, приуроченных к единым линиям (прямолинейным – для линеаментов и дугowym – для кольцевых структур).

Анализ топокарт выполнялся также с целью непосредственного (прямого) выявления особенностей структурного строения. Рельеф почти полностью соответствует слаборазрушенной аллювиально-дельтовой низменности, сложенной илисто-алевритовыми и песчаными отложениями. На топокартах хорошо выражены практически все известные на сегодняшний день поднятия. В пределах южной части Судочьего прогиба, где скорее всего неотектонические движения проявлялись слабо, рельеф имеет выположенный характер и отражается на топокартах редкими, разнесенными на большие расстояния горизонталями. Но хотелось бы отметить, что практически все, даже малоамплитудные (в пределах первых десятков метров) структуры, характерные для прогибов нашли отражение в рельефе. В этих условиях рисунок горизонталей несет информацию об общем характере строения территории, в первую очередь, о простираии структурных элементов. Анализ топокарт, выполненный с целью непосредственного выявления особенностей структурного строения площади, позволил в некоторых случаях подтвердить и уточнить плановое положение и простираии выделенных линейных и площадных разнопорядковых структурных подразделений в целом или их отдельных элементов. По участку исследований выделено 15 морфоструктурных аномалий (рис.1). Полагаем, что вовлечение в геологоразведочные работы первоочередных морфоструктурных аномалий расположенных в непосредственной близости от опорной скважины №1 Кунград будет целесообразно по ряду причин.

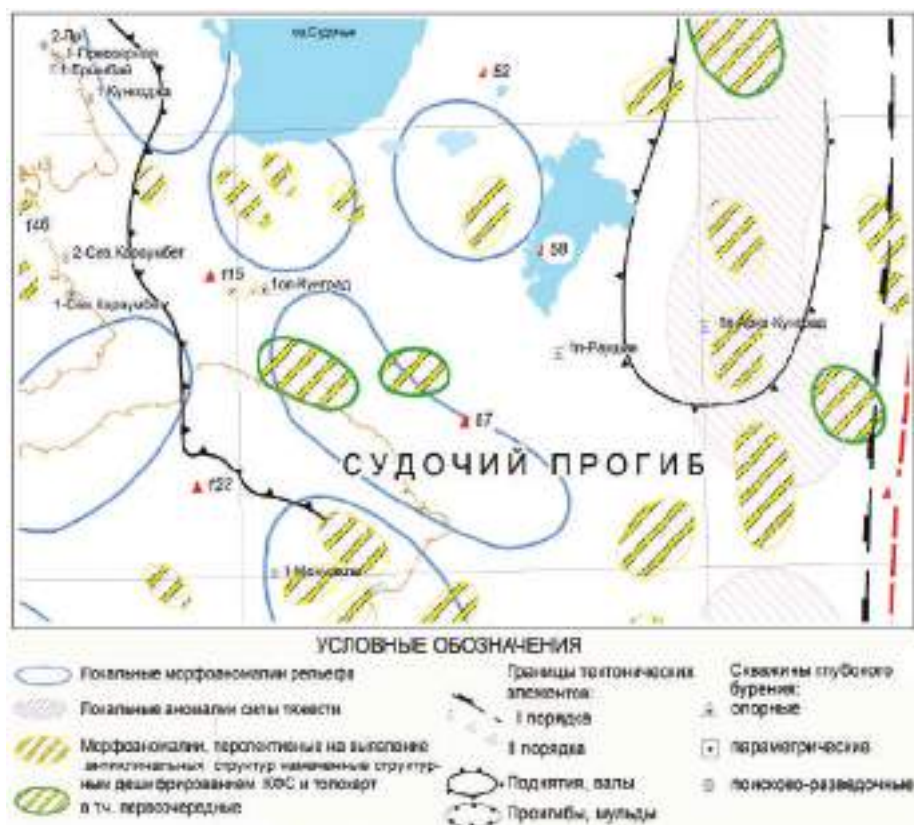


Рисунок 1-Схема результатов структурного дешифрирования КФС и топокарт по участку Кунград

Таблица 1 - Данные результатов испытания скважины №1 Кунград

№ №	Интервал испытания	Дебит, м ³ /сут	Уд.вес воды, г/см ³	t°С пласта	Газо-содержание, см ³ /л	Примечание
1.	3170-3160	0,66	1,023	144	625	Получен приток воды с растворенным газом
2.	3134-3119	3,00	1,020	145	1650	Получен приток воды с растворенным газом
3.	3075-3069	0,27	1,010	138	1560	Получен приток воды с растворенным газом
4.	2983-2971	12,36	1,090	137	1314	Получен приток воды с растворенным газом
5.	2928-2919	6,70	1,090	135	1000	Получен приток воды с растворенным газом
6.	2800-2788	3,00	1,09	145	1316	Получен приток воды с растворенным газом
7.	2767-2760	4,20	1,087		700	Получен приток воды с растворенным газом
8.	2661-2651	31,0	1,073	123	386	Получен приток пластовой воды самоизливом и растворенный газ
9.	2611-2605	13,75	1,110	122	545	Получен приток воды с растворенным газом
10.	2558-2548	41,0	1,115	120	555	Получен приток воды с растворенным газом
11.	2367-2389	15,70	1,116	114	535	Получен приток воды с растворенным газом
12.	2307-2300	14,50	1,060	100	26	Получен приток пластовой воды самоизливом с незначительным содержанием растворенного газа
13.	2280-2268	13,80	1,090	180	20	Получен приток пластовой воды самоизливом и растворенный газ.
14.	2229-2225	82,40	1,113	107	375	Получен приток воды с растворенным газом

При сопоставлении данных дешифрирования со структурной картой поверхности палеозоя, позиционно разломно-блоковый каркас совпадает с разрывными нарушениями, выделенными по данным КМПВ и ОГТ.

Комплексирование данных дешифрирования КФС и топокарт, материалов бурения и сейсморазведки, показывает, что с глубиной контрастность структурных деформаций чехла, амплитуда локальных антиклиналей нарастает, достигая максимума в нижней - средней юре (за счет конседиментационного роста складок на отдельных этапах развития). Напротив, вверх по разрезу происходит увеличение размеров и выполаживание складок вплоть до образования над юрскими антиклиналями структурных носов и площадок. Дополнительным критерием перспективности этой территории, может служить и следующий факт - в южном направлении установлено выклинивание юрской толщи, т.е. в направлении бортовых зон прогибов мощность юрских отложений сокращается до 3,0-2,5 км и 0,8- 1,0 км, где ожидается сложное сочетание фаций при переходе от прогибов к поднятиям [2]. При наличии благоприятных литолого-фациальных условий это может служить структурно-тектонической предпосылкой для формирования обширной зоны развития ловушек неструктурного типа. Одним из факторов, обусловивших выклинивание отложений, явился гетерогенный рельеф доюрской поверхности.

Также одним из положительных критериев, свидетельствующих о перспективах нефтегазоносности Кунградского участка, можно отнести результаты бурения опорной скважины №1 Кунград. Она была заложена в наиболее погруженной части Судочьего прогиба на сейсмическом профиле КМПВ—272 в августе 1967 г. для изучения стратиграфии, литолого-фациальной характеристики разреза мезозойских отложений, физических свойств пород-коллекторов и перекрывающих их глинистых покрышек, химизма и динамики пластовых вод и оценки перспектив нефтегазоносности мезозойского разреза. Скважина начата бурением в августе 1967 г. В августе 1968 г. при забое 3200 м скважина достигла проектной глубины. Было испытано 14 интервалов, в средней юре — 7, в верхней — 4, в нижнем мелу — 3 (табл.1). Из всех испытанных интервалах, были получены притоки пластовой воды с растворенным газом (700 см³/л., 386 см³/л., 545 см³/л.).

В результате, в Кунградской опорной скважине наблюдалось высокое содержание растворенного газа в водах, особенно в водах среднеюрских отложений. В некоторых интервалах газовый фактор достигал 1670 см³/л.

В геотермическом отношении по мере увеличения глубины залегания водовмещающих пород температура пластовых вод увеличивается. В юрских толщах температура пласта на 6—8° больше, чем в других районах Устюрта, что связано, по-видимому, с близостью региональных разломов. Высокая газированность пластовых вод свидетельствует о близости источников, более богатых углеводородами.

Учитывая вышеизложенное, считаем, по Кунградскому участку необходимо провести (локализовать) поисково-детальные сейсморазведочные работы с учетом выделенных морфоструктурных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бикеева Л.Р., Усманов П.М. Использование дистанционных исследований при поисках структурных ловушек на слабоизученных территориях Устюртского региона // Нефтегазгеологическая наука Узбекистана и роль молодежи в решении ее проблем: материалы научно-практической конференции (труды молодых ученых). - Ташкент, 2015. – С. 30-31.
2. Юлдашева М. Г., Хегай Д. Р., Турдиев Д. Р. «Перспективы нефтегазоносности карбонатных отложений верхнеюрского возраста Косбулакского прогиба (Устюртский регион). Актуальные вопросы нефтегазовой геологии и геофизики и возможные пути их решения. Материалы Республиканской научно-практической конференции». Ташкент, 2012.

**Қашықтық бойынша көмілген құрылымдық тұзақтарды болжау мүмкіндігі туралы
(устірт аймағының оңтүстік-шығыс бөлігінің мысалында)**

Л.Р.Бикеева¹, М.А.Гаффаров², Д.М.Адылов¹, А.А.Пулатов¹

Аңдатпа. Мақалада геологиялық-геофизикалық ақпаратты кешенді талдау және космодешифрлеу негізінде терең геологиялық құрылымның ерекшеліктері және кеме майысуының оңтүстік бөлігінің мұнай-газдылық перспективалары ғылыми негізделген. Пликативті, дисжункционалды тектоника элементтері, сондай-ақ ақаулық-блок құрылымының элементтері анықталды. Антиклинальды типтегі терең геоструктурамен байланысты морфоструктуралық ауытқулар анықталды.

Негізгі сөздер: космодешифрлеу, КФС, линеамент, сақиналы құрылым, Гори-зонталь, мұнай, газ, УВ, антиклиналь, микроблок және т. б.

On the possibility of predicting buried structural traps remote sensing and geological and geophysical data (on the example of the southeastern part of the ustyurt region)

L.R.Bikeeva¹, M.A.Gaffarov², D.M.Adylov¹, A.A.Pulatov¹

Abstract. In the article, based on a comprehensive analysis of geological and geophysical information and space interpretation, the features of the deep geological structure and the prospects for the oil and gas potential of the southern part of the Sudoch deflection are scientifically substantiated. Elements of plicative, disjunctive tectonics, as well as elements of a fault-block structure are identified. Morphostructural anomalies associated with deep geostructures of the anticlinal type are identified.

Keywords: space deciphering, FSC, lineament, ring structure, horizontal, oil, gas, hydrocarbons, anticline, microblock, etc.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

А.Е. Есенгелдина , Н.Ж. Жумабай , Ж.К.Адилъ , Д.С. Биязов , А.Т. Баймурат ,
Қ.С.Тогизов

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

zhumabaynurbakhyt@gmail.com

Аннотация. Авторами обобщены и проанализированы данные о физических свойствах горных пород и руд, проведено сравнение этих данных для месторождений Жаман-Айбат и Жезказган. Исходные материалы собраны из производственных отчетов разных лет Жезказганской геолого-разведочной экспедиции, полученные в результате лабораторных измерений, подвергнутые статистической обработке. Анализ физических свойств горных пород и руд медных месторождений Жаман-Айбат и Жезказган показали значительную дифференциацию петрофизических свойств, что даст возможность построить по результатам интерпретации гравии-, магнито-, электро- и сейсморазведки детальные геологические разрезы от дневной поверхности до глубин 600-800 м с высоким разрешением и установить геологическую неоднородность глубокозалегающих продуктивных горизонтов Таскудукской и Джезказганской свит.

Ключевые слова: анализ, физические свойства, горные породы, месторождение, геофизическая интерпретация.

Введение. Эффективность применения геофизических методов для решения геологических задач зависит от физических свойств и соотношений объемов горных пород, слагающих разные геологические формации. Надежность и точность количественной интерпретации аномалий во многом определяются знанием физических свойств пород. Поэтому при изучении геологического строения геофизическими методами большое внимание уделяется, прежде всего, пространственному анализу магнитных, плотностных, электрических и упругих свойств пород, их систематизации на уровне стратиграфических комплексов [1,2].

Для качественной геологической интерпретации геофизических аномалий, количественных расчетов геофизических полей, а также для установления основных особенностей геологического строения изучения рудовмещающих комплексов, были использованы и проанализированы петроплотностные магнитные, электрические и скоростные свойства горных пород стратифицированных толщ, полученные в результате обобщения и анализа материалов производственных отчетов, фондовых и литературных данных по месторождению Жаман Айбат Жезказганского рудного района [3].

Исходные данные. Жезказганский рудный район представляет уникальные по своим запасам, типам орудения и условий локализации месторождений медистых песчаников и объединяет площади Жезказганского рудного поля (месторождение Жезказган); Жиландинского рудного поля (месторождения Восточная и Западная Сарыоба, Кипшакпай, Карашошак, Итауыз, Жартас); Жаман- Айбатского рудного поля (месторождения Жаман-Айбат, Таскура); Кумолинского рудного поля (рудопроявления и участки Талсай, Адильбексай, Шилисай, Жезды, Заиадно- Кумолинский, Южно-Кумолинский), а также перспективные площади между рудными полями [4].

Месторождение Жаман-Айбат расположено в Жанааркинском районе Жезказганской области в 200 км к юго-востоку от рудника Жезказган. Оно объединяет месторождения Таскура и Жаман-Айбат. Месторождение Таскура выявлено в 1931 г. И.Г. Николаевым. В начале пятидесятых годов на нем произведены поисково-разведочные работы. Геологическая позиция месторождения Жаман-Айбат во много аналогична Жезказгану: стратифицированные сульфидные залежи приурочены к жезказганской толще терригенных пород, представленной чередованием серых средне- и крупнозернистых песчаников, гравелитов и конгломератов с красноцветными тонкозернистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Возраст толщи С2 -С3 . Породы жезказганской толщи перекрыты глинистыми отложениями жиделисайской свиты пермского возраста. Месторождение приурочено к замковой части

Жаман-Айбатской антиклинальной структуры, имеющей близкое к широтному простирание и вытянутой почти на 50 км. Углы падения пород в свободной части составляют 30–40°, на крыльях не превышают 10°. В структурном отношении месторождение контролируется пересечением тектонических нарушений северо-западного и северо-восточного направлений [5]. Рудовмещающие отложения жезказганской рудоносной серии карбона перекрываются породами кенгирской свиты нижнепермского возраста, представленной известково-мергелистыми породами с мелкой убогой вкрапленностью халькопирита и пирита. Эти породы слагают линейную широту ориентированную Жаман-Айбатскую антиклиналь с пологим (5-250) залеганием южного крыла и более крутым (30-450) - северного. Во флексурных перегибах углы наклона пород достигают 60-80°. Общая длина рудного поля 18 км при ширине 4 км. (рисунок 1).

Район Жаман-Айбатской горст-антиклинали, в пределах которой расположены месторождения Жаман-Айбат и Таскура, охвачен кондиционными наземными геофизическими и геохимическими исследованиями м-ба 1:50000 методами гравиразведки, магниторазведки, литогеохимической съёмки вторичным ореолом рассеяния, биогеохимической съёмки, сейморазведки МОГТ (по профилям через 0.8 - 1.25 км), электроразведки (по сейсмическим профилям) и ВЭЗ (по сети 1×1 и 2×2 км).

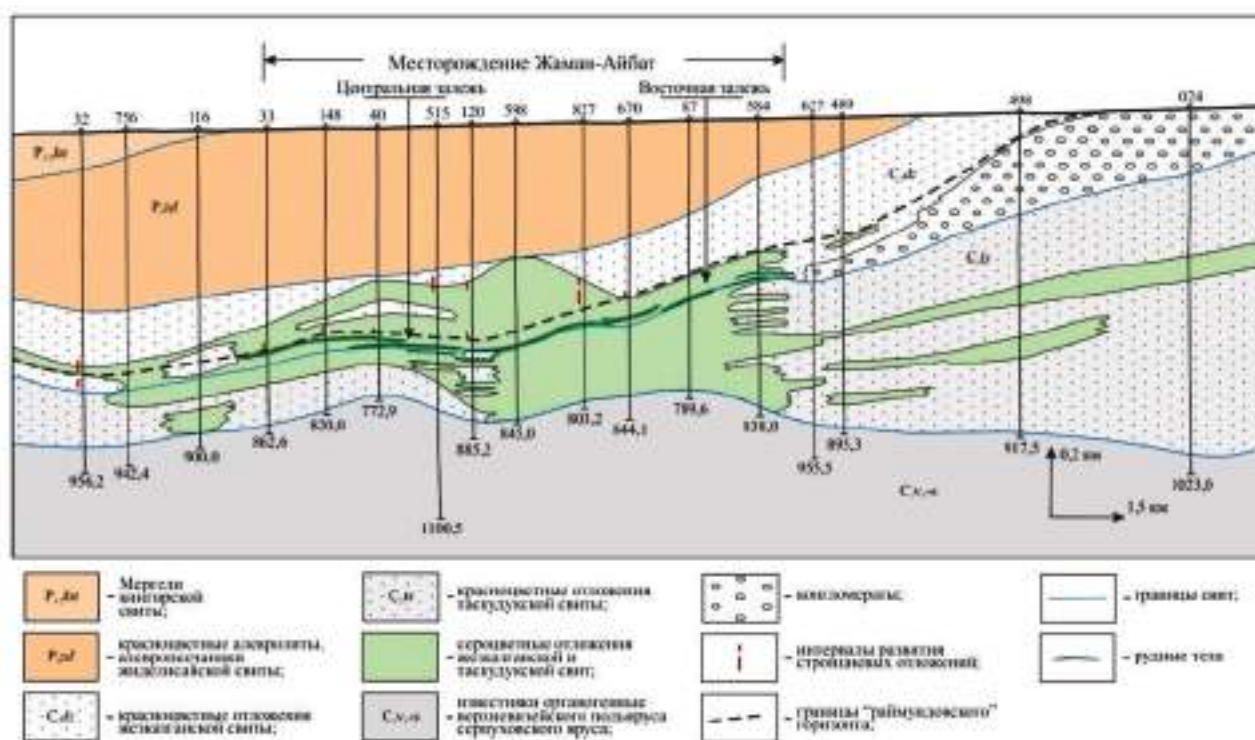


Рисунок 1 - Схематический геологический разрез Жаман-Айбатского рудного поля
(По данным «АО «Жезказгангеология»)

Методика исследований. Материалы наземных геофизических исследований не использовались для целей разведочных задач, поэтому в настоящее время актуально проведение интерпретации наземных геофизических и геохимических методов для решения структурно-картировочных задач и установления косвенных предпосылок при поисках рудных залежей. Физические свойства горных пород, слагающих площадь участка Жаман-Айбат, изучены довольно полно. Данные о физических параметрах горных пород заимствованы из производственных отчетов разных лет Жезказганской геолого-разведочной экспедиции опубликованных материалов, полученные в результате лабораторных измерений, подвергнутые статистической обработке [6,7].

Сведения о физических свойствах пород, не вскрытых скважинами, позаимствованы из отчетов геофизических партий, проводивших геолого-геофизические исследования на смежной территории Жезказганской впадины и на её бортах. Авторами обобщены и проанализированы эти данные, проведено сравнение данных о физических свойствах горных пород и руд месторождения Жаман-Айбат и Жезказган.. (Таблица 1).

Таблица 1. Средние значения физических свойств горных пород месторождений Жаман-Айбат и Жезказган по образцам горных пород из керна скважин

Наименование свит и пород	Плотность в г/см ³		Магн. воспр. В $\cdot 10^{-6}$ СГС		Вызванная поляриз. в %		Скорость упруг. колеб. в км/сек	
	к-во		к-во		к-во		к-во	
	Ж-А	Жез	Ж-А	Жез	Ж-А	Жез	Ж-А	Жез
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кингирская свита	2.27	2.46	8	11	0.2	0.77	2.67	4.06
	33	56	33	60	9	44	11	60
Жиделисайская свита	2.56	2.66	14	18	2.32	2.24	4.14	4.46
	1970	1195	2100	1169	895	744	51	775
Жезказганская свита	2.62	2.69	13	16	2.25	2.81	4.73	4.90
	1856	3533	1983	3923	1291	2299	18	2381
Таскудукская свита	2.64	2.69	16	18	2.73	2.88	4.59	5.09
	1194	2555	1309	2551	928	1614	59	1674
Серпуховский ярус	2.64	2.70	16	15	2.91	3.0	4.48	4.97
	141	2006	141	2029	75	1087	78	1088
(белеутинский горизонт) Породы: Алевриты, песчаники зеленовато-серые тонкозернистые	2.63	2.71	15	17	2.34	2.80	4.65	4.91
	337	1364	355	1357	150	756	9	588
Алевриты, песчаники буровато-красные тонкозернистые	2.63	2.70	15	19	2.39	2.28	4.38	4.67
	1832	2027	1800	2095	840	1246	85	1250
Песчаники зеленовато-серые мелкозернистые	2.62	2.67	11	15	2.54	3.22	4.30	4.92
	1495	2980	1450	2893	1396	2103	-	2773
Песчаники буровато-красные мелкозернистые	2.64	2.68	15	20	2.28	2.78	4.47	5.08
	622	1175	600	1172	775	676	71	746
Конгломераты раймундовские	2.67	2.68	19	14	2.5	3.24	-	4.94
	16	116	16	119	16	80		90
Известняки	2.68	2.70	9	14	2.1	2.38	5.5	5.84
	11	174	10	173	5	59	5	61

Плотность, магнитная восприимчивость и поляризуемость горных пород определены по образцам, отобраным из керна поисковых скважин, пробуренных в 1984-92 годах. Всего было отобрано 5000.0 образцов, представляющих все разности горных пород, вскрытых поисковыми и разведочными скважинами до глубины 1600м.

Плотность образцов горных пород измерялась на денситометре Самсонова способом гидростатического взвешивания со среднеквадратической погрешностью, не превышающей по данным 3% контрольных измерений ± 0.004 г/см³.

Магнитная восприимчивость горных пород измерялась индукционным способом на приборе ИМВ-2, достоверность которого ежедневно проверялась с помощью эталонных образцов с постоянной магнитной восприимчивостью 4.4 и 3000×10^{-6} ед. СГС. Магнитная восприимчивость каждого образца измерялась троекратно при наложении на датчик тремя взаимно перпендикулярными гранями образца керна. Из трех полученных значений вычислялось среднее. Точность измерений по данным контроля в объеме 37 для образцов $\chi > 20 \cdot 10^{-6}$ ед. СГС оценивалась средней относительной погрешности, которая составила $\pm 2.8\%$, а для образцов $\chi < 20 \cdot 10^{-6}$ ед. СГС - по средне-квадратической, которая оказалась равной $\pm 1.4 \cdot 10^{-6}$ ед. СГС.

Измерение поляризуемости образцов горных пород производилось на установке конструкции Казахского филиала ВИРГа с использованием электронно-стрелочного компенсатора ЭСК-1, переоборудованного для работы методом ВП. Измерения поляризуемости проводились по способу разнополярных импульсов в режиме 10×5 сек. Средняя относительная погрешность определений по данным 3% контрольных измерений составила $\pm 5.7\%$ (допустимая $\pm 10\%$).

Сведения об удельном электрическом сопротивлении пород месторождения заимствовались из отчетов по геофизическим работам прошлых лет, выполнявшихся на бортах впадины и на смежных участках. Электрическое сопротивление определялись по данным параметрических замеров на обнажениях и у одиночных скважин, а также по результатам количественной интерпретации кривых ВЭЗ.

Изучения дифференциации электрического сопротивления пород и руд месторождения проведено совместно с их естественной гамма-активностью по данным электрокаротажа (КС) и гамма-каротажа многочисленных поисково-разведочных скважин.

Данные о пластовых скоростях стратиграфических подразделений получены в результате проведения исследований ВСП в 12 скважинах, расположенных в районе месторождения Жаман-Айбат. Работы методом ВСП проведены в скважинах, находящихся в пределах рудного поля, в зонах тектонической проработки и в восточной прибортовой части, где наблюдается значительное увеличение мощностей отложений карбона, в том числе и продуктивных толщ. Из-за недостаточной глубины скважин разрез верхнего девона – нижнего карбона остается здесь не освещенным, но они изучены на участках Кызылкак, Жектытау и Бестакыр, где средние скорости этих отложений колеблются от 5000 до 6000 м/сек.

Результаты исследований. *Плотностная характеристика пород*, в основном, зависит от их литологии, структуры и текстуры. Отложения Жезказганской и Таскудукской свит, в целом, сравнительно однородны по своим литологическим, химическим и структурно-тектоническим особенностям, что в конечном итоге обуславливает достаточное постоянство их физических параметров. Незатронутые процессами выветривания породы жезказганской свиты имеют средние значения плотности 2.61-2.62 г/см³. Наибольшими значениями плотности отмечаются конгломераты (2.67 г/см³). В породах жезказганской свиты намечается тенденция увеличения плотности в зависимости от зернистости пород (от алевролитов и тонкозернистых песчаников $\sigma = 2.62$ г/см³ до конгломератов $\sigma = 2.67$ г/см³). Красноцветные разности пород этой свиты не отличаются по плотности от соответствующих сероцветных разностей. Несколько повышенными значениями плотности по сравнению с выше-залегающими отложениями жезказганской свиты обладают породы таскудукской свиты (на 0.01-0.03 г/см³). Красноцветные алевролиты и песчаники тонко и мелкозернистые этой толщи имеют более высокую плотность (на 0.01-0.04 г/см³) по сравнению с сероцветными разностями.

Плотность медных руд изучена, в основном, для рудного горизонта 4-1 и характеризуется сложной зависимостью от содержания металла, поскольку на нее оказывает влияние целый ряд других факторов, как сопутствующих процессу оруденения, так и являющихся следствием этих процессов (изменение общей пористости, структуры и текстуры вмещающих пород, некоторое изменение первоначального минерального состава и другие). Сложная зависимость от содержаний металлов характерна для объемной плотности (объемной

массы) медных руд. При концентрациях меди от 0.2 до 1% плотность руды составляет в среднем 2.58 г/см³ и даже несколько ниже вмещающих пород (2.61-2.63 г/см³), при содержаниях от 1 до 3% плотность руды становится со измеренной с вмещающими породами и лишь при концентрациях меди более 3% она существенно увеличивается, достигая до 2.88 г/см³ для руд с концентрациями меди более 7%.

Вышележащие породы Жиделисайской свиты, представленные преимущественно прослаиванием алевролитов и тонкозернистых песчаников, имеют средние значения плотности в пределах 2.53-2.62 г/см³. В разрезе Жиделисайской свиты по обрамлению Жаман-Айбатской горст-антиклинали иногда встречаются соляные отложения со средней плотностью 2.2 г/см³, что еще больше уменьшает среднее значение плотности пород свиты. Низы Кингирской свиты, представленные глинистыми мергелями (преимущественно в зоне выветривания), обладают низким средним значением плотности $\sigma=2.27$ г/см³.

Таким образом, в разрезе Жезказганской серии пород наблюдается ряд плотностных границ с незначительными разностями средних плотностей (0.02-0.06 г/см³). Первая плотностная граница-между аргиллито-алевролитовыми образованиями Жиделисайской свиты и существенно песчанистой толщей Жезказганской свиты. Менее четко фиксируется граница между отложениями жезказганской и таскудукской свит, поэтому из-за отсутствия заметной и закономерной дифференциации по плотности между свитами и литологическими разностями внутри их, использование гравиразведки в районе месторождения Жаман-Айбат для картирования пород этих свит затруднено.

Значительная глубина залегания рудных тел (от 480 до 950 м), их пологое залегание (до 20°), относительно небольшая мощность (от 1 до 18 м, в среднем 4.2 м) и небольшая избыточная плотность рядовых руд (от 0.01 до 0.05 г/см³, в среднем 0.02 г/см³) не могут создавать заметного гравитационного эффекта, поэтому применение гравиразведки для прямых поисков рудных залежей не эффективно.

Мезокайнозойские отложения имеют небольшое распространение и сравнительно незначительную мощность. Эти породы характеризуется резко пониженными значениями плотности - 1.60- 2.40 г/см³ (среднее 2.0 г/см³) и при мощности в 50-100 м могут оказать существенное влияние на характер гравитационного поля.

Физические свойства пород докембрия, нижнего и среднего палеозоя характеризуются более высокими плотностями. Плотность метаморфических пород докембрия характеризуется средним значением порядка 2.80 г/см³. Породы нижнего палеозоя по плотности отличаются от докембрийских и среднее значение составляет 2.75 г/см³. Значения плотности различных литологических разностей девона и нижнего карбона меняются в пределах 2.68-2.70 г/см³.

Отложения визейского и серпуховского ярусов имеют плотность 2.61-2.68 г/см³.

Плотность интрузивных образований, распространенных на бортах впадины, зависит от их состава: гранитоиды - 2.60 г/см³ и габброиды - 2.95: гранодиориты и диориты соответственно характеризуются промежуточными значениями.

Однако, незначительные повышения плотности пород таскудукской и жезказганской свит (на 0.01-0.05 г/см³) по отношению к вышележащим низкоплотным жиделисайским отложениям, содержащим соленосные образования (еще сильнее понижающие плотность жиделисайских пород), а также повышенные плотности турнейских и фаменских известняков и пород фундамента при образовании этими породами антиклинальной структуры создает положительный гравитационный эффект. На этом основании гравиразведка в районе месторождения Жаман-Айбат может успешно применяться для решения структурных задач.

Результаты изучения *магнитной восприимчивости* образцов горных пород показывают, что практически все отложения, вскрытые скважинами, начиная от рыхлого чехла и кончая образованиями каменноугольного возраста, немагнитны. Незначительные колебания величины магнитной восприимчивости этих пород зависят от содержания в них темноцветных минералов и магнетита. Средние значения параметра составляют $(7-30) \cdot 10^{10} \text{ ед. СГС}$. Какой-либо закономерной связи магнитной восприимчивости от цвета пород, состава цемента и зернистости не наблюдается. Таким образом, применение

магниторазведки при картировании пород карбона и перми на территории Жаман-Айбатской антиклинали затруднено.

Магнитоактивными породами на площади являются зеленокаменные породы докембрия, слагающие каледонский фундамент и внедрившиеся в них интрузии среднего и основного состава.

По поляризуемости породы жезказганской серии мало отличаются друг от друга. Средние значения поляризуемости этих образований составляют 1-3%. Несколько пониженными значениями параметра, по отношению к нижележащим отложениям, обладают породы пермского возраста. На величину поляризуемости существенное влияние оказывает наличие в породах сульфидных минералов. С увеличением содержания меди и сопутствующих ей других рудных минералов поляризуемость пород резко возрастает. У богатых медных руд поляризуемость достигает 27%, тогда как у безрудных серых песчаников она составляет 1-2%. Значительное повышение значения параметра вызывают также пиритовая вкрапленность, наличие углистого вещества.

Исходя из больших глубин залегания продуктивных горизонтов (в основном, 600 м и более) и малой мощности рудных тел, поиски залежей меди на площади Жаман-Айбатской структуры наземной электроразведкой методом ВП затруднены.

Удельные электрические сопротивления пород жезказганской серии изменяются в широких пределах (от 4 до 250 Ом.м). Величина этого параметра в значительной степени определяется количеством содержащегося в породе глинистого материала. Для пород этой серии наблюдается закономерное увеличение содержания глинистого материала от грубозернистых до тонкозернистых разностей, следовательно, этим объясняется характерное для них снижение удельного электрического сопротивления (от 104 до 32.0 Ом.м) с уменьшением размеров зерен пород. Серые мергели кингирской свиты, широко распространенные западнее месторождения (район месторождения Таскура), в зоне выветривания характеризуются значениями параметра 32-50 Ом.м. Жиделисайские алевролиты и тонкозернистые песчаники выделяются в разрезе пониженными значениями электрического сопротивления (57-72.0 Ом. м). Невыдержанными электрическими сопротивлениями характеризуются отложения жезказганской и таскудукской свит (от 14 до 250 Ом.м). Пестроцветные отложения жезказганской свиты в разрезах скважин, как правило, отличаются в целом повышенным сопротивлением по сравнению с подстилающими их породами таскудукской свиты и вышележащими отложениями жиделисайской свиты. Это обусловлено тем, что в пестроцветной толще жезкагаской свиты преобладают мелко-и среднезернистые песчаники, обладающие повышенными электрическими сопротивлениями (57-104.0 Ом.м).

Рудоносные конгломераты, гравелиты и серые песчаники характеризуются более низкими значениями сопротивления (45-68.0 Ом.м) по отношению к аналогичным безрудным образованиям (60-160.0 Ом.м). Отложения таскудукской свиты характеризуются в целом пониженными значениями сопротивления (54-92 Ом.м) по отношению к жезказганской свите, особенно низки значения сопротивления горизонтов алевролитов (в среднем 55 Ом.м). Поэтому на каротажных диаграммах КС они фиксируются низкими значениями параметра, что позволяет более или менее уверенно проводить верхнюю границу свиты по данным каротажа (Графическое приложение 125, 126).

Визе-серпуховские отложения, представленные существенно глинистыми образованиями, характеризуются также низкими сопротивлениями. Рыхлые отложения мезокайнозоя имеют резко пониженные значения удельного электрического сопротивления-2-100.0 Ом.м. Морские осадки турнейского яруса нижнего карбона и более древние образования характеризуются высокими значениями удельного электрического сопротивления.

Таким образом, в районе месторождения Жаман-Айбат электрическими границами могут быть подошва рыхлых отложений мезокайнозоя, жиделисайской и жезказганской свит. Однако из-за незначительных значений разницы электрического сопротивления на этих границах наземными электроразведочными методами проследить их весьма трудно. Лишь по

каротажным диаграммам можно выделить горизонты крупно-и среднезернистых песчаников и алевролитов, тонкозернистых песчаников.

Анализ данных *гамма-активности пород* месторождения показывает, что намечается тенденция повышения в целом средних значений гамма-активности с глубиной: отложения жиделисайской свиты характеризуются значениями от 12.9 до 16.5 мкР/час. Соответственно жезказганской (13.4-18.0 мкР/час), таскудукской (14.4-19.4 мкР/час). Также отмечено, что гамма-активность пород сильно зависит от их зернистости. Наиболее повышенными значениями отмечаются алевролиты (17.4-19.0 мкР/час), наименьшими значениями – мелкозернистые песчаники (11.8-12.9 мкР/час) и конгломераты, гравелиты (12.5 мкР/час). Такую же пониженную гамма-активность имеют рудные мелкозернистые песчаники (11.8 мкР/час) и рудные конгломераты, гравелиты (12.3-12.5 мкР/час). Зависимость гамма-активности между красноцветными и сероцветными породами не наблюдается.

Породы стратиграфических подразделений месторождения более дифференцированы по кажущемуся удельному электрическому сопротивлению (10-800 Ом) и естественной радиоактивности (10-23 мкР/час). Причем, как и на месторождении Жезказган, величина удельного электрического сопротивления в значительной степени определяется содержанием в породе глинистого материала и закономерно уменьшается от конгломератов до средне и мелкозернистых песчаников и далее до тонкозернистых песчаников и алевролитов. Изменения естественной радиоактивности, хотя и могут показаться не очень значительными, имеют четкую обратную зависимость от зернистости.

Изменение интервальных скоростей дифференцировано по разрезу и, в меньшей мере, по площади, что отражает локальные неоднородности, связываемые с различными прослоями заменой, карбонатного цемента кремнисто-карбонатным и существенно кремнистым, пористостью пород и влиянием тектонических подвижек. Установлено значительное повышение пластовых скоростей (от 4300-4400 м/сек до 4750-4900 м/сек) при появлении в разрезе сероцветных песчаников. Непосредственно рудные залежи в скоростных характеристиках почти не проявляются, равно как и в спектрах проходящих волн. Однако, рудоносная зона является более неоднородной по сравнению с вмещающими породами. Основное влияние на изменение скоростных характеристик оказывают разломы и сопутствующие им зоны дробления, вещественный состав и мощности верхней части разреза, пористость и трещиноватость пород, фациальные изменения и т.д.

По данным ВСП в районе месторождения Жаман-Айбат прослеживаются пять опорных отражающих сейсмических горизонтов: опорный отражающий горизонт Rш характеризует рельеф подошвы терригенно-карбонатной толщи (Dз – C1t), горизонт Rп¹ – отождествляется с кровлей известняков ниже-визейского подъяруса (C1 V1). Rп – характеризует кровлю верневизейских-серпуховских отложений (подошва таскудукской свиты). R1 – положение в пространстве горизонта раймундовских конгломератов (подошва жезказганской свиты). R1 – связывается с подошвой низкоплотностных отложений перми.

Наиболее выдержанными по площади являются границы Rш, Rп¹ и Rп. Граница R1 прослеживается лишь фрагментарно в крупных синклинальных структурах района, характеризующихся значительными мощностями пермских отложений. R1' до настоящего времени зафиксирована сейсморазведкой МОГТ лишь в пределах месторождения Жаман-Айбат на профиле 2-90, где кратность сейсмических наблюдений была увеличена до 48.

Таким образом, анализ физических свойств горных пород и руд медных месторождений Жаман-Айбат и Жезказган показали значительную дифференциацию петрофизических свойств, что позволит с высоким разрешением построить по результатам интерпретации гравии-, магнито-, электро- и сейсморазведки детальные геологические разрезы от дневной поверхности до глубин 600-800 м и установить геологическую неоднородность глубокозалегающих продуктивных горизонтов Таскудукской и Жезказганской свит.

ЛИТЕРАТУРА

7. Ладынин А. В. Петрофизика. Лекции для студентов геологических специальностей /Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2002, 120с.
8. Дортман Н.Б. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика Недра, Москва, 1984 г., 455 стр.,
9. Истекова С.А. Современные методы анализа и интерпретации геофизических данных //Известия НАН РК. Серия геологическая. -2006. -№4.
10. Жезказганское месторождение//Казахстан. Национальная энциклопедия. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2005. — Т. II. — ISBN 9965-9746-3-2.
11. Сюсюра Б.Б. Меденосные осадочные формации Казахстана//Закономерности размещения и прогнозирования стратиформных месторождений цветных металлов. – Алма-Ата, 1983. – С. 17-32
12. Курскеев А.К. Справочник физических свойств горных пород Казахстана. -Алма-Ата:Наука, 1977. -245с.
13. Смелов А.А. Петрофизические исследования в рудных районах Казахстана. Автореф. докт. диссерт. -Алма-Ата, -1974. -45с.

Жезқазған кенді ауданының геологиялық кешенінің петрофизикалық сипаттамасы
А.Е. Есенгелдина , Н.Ж. Жұмабай , Ж.К.Әділ , Д.С. Биязов , А.Т. Баймурат , Қ.С.Тогизов

Аңдатпа. Авторлар тау жыныстары мен кендердің физикалық қасиеттері туралы деректерді жинақтап, талдады, Жаман-Айбат және Жезқазған кен орындары үшін осы деректерді салыстырды. Бастапқы материалдар статистикалық өңдеуден өткен зертханалық өлшеулер нәтижесінде алынған Жезқазған геологиялық барлау экспедициясының әр жылдардағы өндірістік есептерінен жиналды. Жаман-Айбат және Жезқазған кен орындарының тау жыныстары мен мыс кен орындарының физикалық қасиеттерін талдау петрофизикалық қасиеттердің айтарлықтай саралануын көрсетті, бұл қиыршық тасты, магнитті, электрлік және сейсмикалық барлаудың интерпретациялау нәтижелері бойынша күндізгі бетінен 600-800 м тереңдікке дейінгі жоғары ажыратымдылықтағы егжей-тегжейлі геологиялық қималарды салуға және Тасқұдық және Жезқазған кен орындарының терең жатқан өнімді горизонттарының геологиялық гетерогенділігін анықтауға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: талдау, физикалық қасиеттері, тау жыныстары, кен орны, геофизикалық интерпретация.

Petrophysical characteristics of geological complexes Zhezkazgan ore district
A.E. Esengeldina , N.J. Zhumabay , J.K. Adil , D.S. Biyazov , A.T. Baimurat, Қ.С.Тогизов

Abstract. The authors summarized and analyzed data on the physical properties of rocks and ores, compared these data for the Zhaman-Aybat and Zhezkazgan deposits. The initial materials are collected from the production reports of different years of the Dzhezkazgan geological exploration expedition, obtained as a result of laboratory measurements, subjected to statistical processing. Analysis of the physical properties of rocks and ores of the Zhaman-Aibat and Zhezkazgan copper deposits showed a significant differentiation of petrophysical properties, which will allow building detailed geological sections from the day surface to depths of 600-800 m with high resolution. based on the results of the interpretation of gravel, magnetic, electrical and seismic surveys and establish the geological heterogeneity of the deep-lying productive horizons of the Taskuduk and Dzhezkazgan suites.

Keywords: analysis, physical properties, rocks, deposit, geophysical interpretation.

СЕКЦИЯ: «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ БУРЕНИЯ, ДОБЫЧИ, СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ И НЕФТИ И ГАЗА»

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА БУРЕНИЯ НА МОДЕЛЬ БУРИМОСТИ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ

Г.Е. Абаханов 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

Abakhanoff@gmail.com

Аннотация. Модель буримости представляет аналитическую зависимость, отражающую процесс взаимодействия породоразрушающего инструмента с забоем скважины во времени. Удачно установленная модель буримости всегда учитывает основные факторы, влияющие на углубление скважины, и позволяет прогнозировать работу долота, формировать скважину с наименьшими удельными эксплуатационными затратами и оптимизировать буровой процесс. Существующие многочисленные модели буримости разработаны для шарошечных долот. Следует отметить ударно-вращательный способ разрушения забоя, сложность конструкции и универсальность применения упомянутых долот. Сравнительно недавно появившиеся долота PDC отличаются от шарошечных вращательным способом разрушения забоя в режиме микрорезания, простотой конструкции и чрезвычайно высокой стойкостью в мягких и частично средней твердости породах, а также работой алмазно-твердосплавного вооружения по принципу самозатачивания. В связи с широким внедрением в практику долот PDC, актуальным является решение проблемы создания модели буримости с учетом особенностей конструкции породоразрушающего инструмента. Для бурения скважин на крупном нефтегазовом месторождении Узень (Казахстан) взамен шарошечных долот с большим эффектом применяются долота PDC. Данные о показателях работы инструментов обработаны методами статистики. Создана соответствующая модель буримости. Модель содержит три параметра: начальную скорость, темп снижения скорости и показатель степени, в которую возводится время бурения. Модель позволяет прогнозировать и оптимизировать работу долота PDC

Ключевые слова: скважина, модель буримости, долото PDC, износ, сравнительная оценка, шарошечные долота.

Модель переносимости представляет собой аналитическую зависимость, которая отражает процесс взаимодействия между пород разрушающим инструментом и скважиной с течением времени. Хорошая патентная модель, как правило, учитывает основные факторы, влияющие на углубление скважины, и позволяет прогнозировать действие бура, создание скважин с низкими эксплуатационными расходами и оптимизацию процесса бурения. Многочисленные доступные в настоящее время портативные модели предназначены для прорезания роликов. При ударно-вращательном методе следует обратить внимание на разрушение скважины, сложность конструкции и универсальность использования этих долот. В отношении последнего детали PDC отличаются от роликовых фрез ротационным методом разрушения потока скважин методом микроциенсии, простотой конструкции и очень высокой прочностью на мягких и частично среднетвердых породах, а также конструкцией ножа из твердого металлического сплава с алмазный хвостовик по принципу самозатачивания. В связи с широким использованием долота PDC на практике срочно необходимо решить проблему создания модели переносимости с учетом конструктивных особенностей инструмента для разрушения горных пород.

Основная часть

Обзор литературы и постановка проблемы

Существует множество моделей переносимости, которые описывают процесс взаимодействия долота с скважиной. Модели в настоящее время находятся в разработке. Последний также учитывает такие факторы, как вибрация буровой колонны, температурные

напряжения и многофазные буровые жидкости. Эта сложность моделей приводит к новым управляемым функциям и более высоким затратам на бурение. Это оправдано при строительстве глубоководных скважин роторным методом в сложных условиях бурения, когда влияние этих дополнительных факторов на процесс бурения возрастает.

Общая тенденция зарубежных публикаций заключается в усложнении модели процесса бурения путем включения новых факторов в соответствующие уравнения. Влияние этих факторов это учитывается благодаря новым контролируемым функциям, которые позволяют автоматизировать процесс бурения глубоких скважин в суровых условиях. С появлением твердосплавных сверл PDC с алмазным хвостовиком [1, 2] параметры процесса сверления в мягких и частично неабразивных породах средней твердости значительно изменились. Срок службы (срок службы режущей конструкции сверла) достиг 5000 м просверленных отверстий, конструкция инструмента для разрушения горных пород стала намного проще, надежность его работы увеличилась по сравнению с коническими наконечниками. Можно было бурить скважины по рациональной технологии с использованием винтовых двигателей. Это, в свою очередь, позволило снизить нагрузку на буровые провода и увеличить срок службы последних. Именно в таких благоприятных условиях для использования частей PDC скважины вводятся в эксплуатацию в большом Нефтегазовое месторождение Узень (Казахстан). Глубины скважин составляют 1200-1400 м геологический Разрез представлен глины, піекогозујне известняки, болота, песчаник, относится, с точки зрения бурения в категории пород с мягкой и отчасти средней твердости. Конструкция нефтяной скважины выглядит следующим образом. Диаметр контактной коробки: 324 мм(интервал 0-30 м); диаметр провода: 243 мм (интервал: 0-220 м); расходомер: 168 мм; (интервал: 0 на расчетной глубине). Отверстие для выдвижного ящика выполнено роликовым долотом III 393,7 мм (Россия); отверстие на руководство выполнено долото диаметром 295,3 мм, а отверстие на столбец перелива wywiercono долото PDC диаметром 220,7 мм (Казахстан). Во время сверления кузова-купе и прибора крутящий момент передается был на сверло двигатель śrubowo-поворотный VZD-172 dolamnhole (Россия), крутящий момент 6000-6500 НМ на валу при частоте вращения 3-3, 7 сек-1,используется для сверления столбца выходной. Определены рациональные параметры режима бурения.

Цель и задачи исследования

Целью данного исследования была разработка модели бурения с помощью долот PDC при их многократном использовании в однородном геологическом разрезе.

Основными задачами исследования были следующие:

- хронометражное наблюдение за производительностью бурения с долота PDC диаметром 220,7 мм для проточных колонн и степень износа инструмента;
- группировка данных о производительности бурения с помощью PDC битов, отбраковка «подозрительных данных» и обработка сгруппированных данных;
- определение степени износа долота PDC после бурения каждого конкретного интервала для проточных колонн.

Материалы и методы изучения математической статистики

Для решения первой проблемы были проведены временные наблюдения в процессе бурения отверстия для проточной колонны диаметром 220,7 мм Биты PDC. Каждое новое сверло было отмечено уровнем, подсоединено к бурильной штанге и опущено в скважину. Начальная скорость бурения регистрировалась в процессе бурения, а затем тот же параметр измерялся каждые 8 часов работы сверла. Время вытягивания сверла регистрировалось после того, как был пробурен весь интервал для бурильной колонны, и была проверена поверхность сверла для определения износа рабочих элементов. Затем на долоте была сделана вторая отметка среза, которая неоднократно использовалась для бурения колонны в другую скважину, и были записаны те же параметры (скорость бурения в зависимости от времени, время спуска и подъема, визуальный осмотр поверхности бурения). Затем было сделано третье знамение. Долото было повторно использовано для бурения рабочей колонны в третьей скважине с регистрацией вышеуказанных параметров. И, наконец, после извлечения долота

была нанесена последняя, четвертая отметка, инструмент снова был опорожнен в скважину для бурения колонны на четвертом скважина с регистрацией изменений скорости бурения в зависимости от времени, периода подъема и степени износа бурового долота. Для решения второй задачи данные, полученные

в результате бурения проточной колонны с помощью PDC-элементов, были разделены на 4 группы. Принцип разделения данных на группы заключается в количестве секций бурильных колонн, которые заранее определены в долотах PDC. В результате были получены четыре набора данных о производительности долота в зависимости от времени, затраченного на бурение.

Обсуждение результатов, полученных в исследованиях установленной модели проходимости

Проверенная патентная модель позволила предсказать стабильность долота PDC, если известно время его работы на скважине или скорость бурения в любой момент времени. Если долото уже находилось на дне скважины в течение 180 часов, его оставшийся срок службы (Срок годности в час) характеризуется зоной ACDE. Соответствующая начальная скорость бурения составляет 10,5 м / ч. исследования, проведенные для определения модели бурения, применимы к однородной геологической резке горных пород с примерно такими же физико-механическими свойствами. Такое однородное сечение характерно для месторождения Узень (Казахстан). Дальнейшие исследования будут направлены на создание патентных моделей скважин для долот PDC в неоднородном геологическом сечении. Это расширит сферу эффективного применения шаблонов с использованием указанных битов. Вышеприведенные исследования продолжают хорошо известную работу по проектированию сверления с роликовыми наконечниками и учитывают особенности сверления с использованием сверл из твердого сплава с алмазным хвостовиком. Известно, что сверла изготовлены из прочных сплавов металлов PDC с хвостовиком алмазной работают на стволе скважин на принципе самозатачивания, что означает, что скала разрушается под воздействием алмаза в результате сильного износа шайбы из твердых сплавов. Тем не менее, полученный результат показывает снижение скорости бурения долота со временем работы на скважине, сначала значительное снижение, а затем длительное монотонное медленное снижение скорости бурения, резкое снижение производительности и общий износ зубила в конце периода. Эта разница в скорости, вероятно, вызвана круглой формой рабочих элементов из карбида алмаза. В начальный период бурения в Алмазном слое образуется короткая С-образная хорда, обеспечивающая минимальную площадь контакта каждого круглого рабочего элемента с скважиной. Это определяет наибольшую глубину проникновения каждого элемента. Первая группа включала данные о производительности бурения для проточной колонки с новыми, ранее неиспользуемыми элементами PDC; вторая группа содержала те же данные получены при бурении столбцов с элементами, которые ранее были использованы в первом наборе скважин; третья группа содержала данные, полученные во время бурения интервала колонны с помощью заготовок, ранее используемых в скважинах первой и второй группы и т. д., до PDC заготовки были полностью изношены. Затем

"подозрительные данные", которые не являются типичными для процесса полевого бурения, удаляются из данных, сгруппированных в соответствии с этим правилом. Существует строгая функциональная взаимосвязь между разность скоростей бурения и временем работы сверла. Количественная оценка потока сверла PDC определяется разницей в скорости бурения в начале и в конце временного интервала полости скважины по сравнению с начальной скоростью бурения этого интервала

Заключение

Разработана методика измерения времени процесса бурения с помощью элементов PDC с учетом их повторного использования в некоторых скважинах до окончательного истечения срока их службы. Отличительной особенностью этой процедуры является мониторинг производительности и степени износа нового сверла во время последовательного бурения первого, второго, третьего и четвертого интервалов бурения.

Процедура сбора результатов бурения с использованием частей PDC была разработана в соответствии с принципом количества секций (скважин), которые были пробурены с использованием этого инструмента. Отличительной особенностью этой процедуры было то, что она была завершена. Общий износ долота PDC был равен сумме износа долота, которому оно подвергалось во время последовательного бурения интервала проточной колонны. В то же время при бурении в диапазоне от 220 до 1340 м в четырех скважинах общий расход сверла составил 94%. Установлена зависимость скорости бурения от времени работы бурового долота на забое скважины. Зависимость состояла из двух сопряженных парабол, в которых парабола имеет вогнутую форму в начальный период и выпуклую форму в конечный период использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов, А. Н. Технология бурения нефтяных и газовых скважин [Текст] / А. Н. Попов, А. И. Спивак и др. – М.: Недра, 2007. – 512 с.
2. Калинин, А. Г. Строительство нефтегазовых скважин [Текст] / А. Г. Калинин, А. С. Оганов и др. – М.: РТУНГ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 580 с.
3. Бадалов, Р. А. Определение механической скорости прохождения в зависимости от режимных параметров бурения [Текст] / Р. А. Бадалов // Изв. вузов. Нефть и газ. – 1960. – Вып. 1. – С. 52-58.
4. Эйгелес, Р. М. Расчет и оптимизация процессов бурения [Текст] / Р. М. Эйгелес, Р. В. Стрекалова. – М.: Недра, 1977. – 200 с.
5. Синев, С. В. Модели процесса бурения [Текст] / С. В. Синев // Нефтегазовое дело. – 2009. – Том 2. – Доступно по адресу: http://ogbus.ru/авторы/Синев/Синев_1.pdf
6. Ситников, Н. Б. Математическая модель процесса бурения глубоких геологоразведочных скважин [Текст] / Н. Б. Ситников, В. В. Макаров // Изв. вузов. Горный журнал. – 1992. – Вып. 1. – С. 62-68.
7. Калинин, А. Г. Разведочное бурение [Текст] / А. Г. Калинин, О. В. Ошкордин, В. М. Питерский, Н. В. Соловьев. – Москва: Недра, 2000. – 748 с.
8. Левицкий, А. З. Исследование данных геолого-технического контроля для оптимизации бурения [Текст] / А. З. Левицкий. – Москва: ВНИИОЭНГ, 1987. – С. 14-31.
9. Алкарагули, М. Гибридная модель процесса бурения для операций по бурению скважин на углеводороды [Текст] / М. Алкарагули, К. Эбрахими, Р. Уолли // Труды Института инженеров-механиков, часть К: Журнал динамики многих тел. – 2017. – Р. 146441931769785. doi: 10.1177/1464419317697854
10. Флоренс, Ф. Модели для автоматизации процесса бурения: Уравнения и приложения [Текст] / Ф. Флоренс, Ф. П. Иверсен // Издательство Общества инженеров-нефтяников. Конференция и выставка по бурению SPE. – Неро Орлеонс, США, Луизиана, 2010. – 16 с.
11. Ганджумян, Р. А. Математическая статистика в разведочном бурении [Текст] / Р. А. Ганджумян. – М.: Недра, 2013. – 210 с.

Бұрғылау режимінің параметрлерінің урихтау кен орны мысалында бұрғылау моделіне әсері Ғ.Е.Абаханов

Андатпа. Бұрғылау моделі уақыт өте келе тау жыныстарын бұзатын құралдың ұңғыманың кенжарымен өзара әрекеттесу процесін көрсететін аналитикалық тәуелділікті білдіреді. Бұрғылаудың жақсы орнатылған моделі әрқашан ұңғыманың тереңдеуіне әсер ететін негізгі факторларды ескереді және қашаудың жұмысын болжауға, ең аз нақты шығындармен ұңғыманы құруға және бұрғылау процесін онтайландыруға мүмкіндік береді. Бұрғылаудың көптеген модельдері сфералық биттерге арналған. Забойды бұзудың соққы-айналмалы әдісін, конструкцияның күрделілігін және аталған қашауларды қолданудың әмбебаптығын атап өткен жөн. Салыстырмалы түрде жақында пайда болған PDC қашаулары микро кесу режимінде кенжарды сфералық айналмалы бұзу әдісімен, жұмсақ және жартылай орташа қатты жыныстардағы құрылымның қарапайымдылығымен және өте жоғары төзімділігімен, сондай-ақ өзін-өзі қайрау қағидаты бойынша Алмаз карбидті қару-жарактың жұмысымен ерекшеленеді. PDS қашауларының тәжірибеге кеңінен енгізілуіне байланысты, тау жынысын бұзатын құрал дизайнының ерекшеліктерін ескере отырып, бұрғылау моделін құру мәселесін шешу өзекті болып табылады. Өзен (Қазақстан) ірі мұнай-газ кен орнында Ұңғымаларды

бұрғылау үшін үлкен әсері бар шарошақты қашаулардың орнына PDC қашаулары қолданылады. Құралдар жұмысының көрсеткіштері туралы деректер статистика әдістерімен өңделген. Бұрғылаудың тиісті моделі жасалды. Модельде үш параметр бар: бастапқы жылдамдық, жылдамдықтың төмендеу қарқыны және бұрғылау уақыты Орнатылатын дәреже көрсеткіші. Модель РДС қашауының жұмысын болжауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: ұңғыма, бұрғылау моделі, PDC қашау, тозу, салыстырмалы бағалау, конус қашау.

**Influence of the parameters of the drilling mode on the drillability model on the example of the
urikhtau field
G.E.Abakhanov**

Abstract. The drillability model represents an analytical dependence reflecting the process of interaction of the rock-breaking tool with the bottom of the well in time. A well-established drillability model always takes into account the main factors affecting the deepening of the well, and allows you to predict the operation of the bit, form a well with the lowest specific operating costs and optimize the drilling process. The existing numerous drillability models have been developed for ball bits. It should be noted the impact-rotational method of destruction of the face, the complexity of the design and the versatility of the use of these bits. The relatively recently appeared PDC chisels differ from the sharoshechnye ones by the rotational method of destroying the face in the micro-cutting mode, by the simplicity of the design and extremely high resistance in soft and partially medium-hard rocks, as well as by the operation of diamond-carbide weapons on the principle of self-sharpening. Due to the widespread introduction of PDS bits into practice, it is urgent to solve the problem of creating a drillability model taking into account the design features of the rock-breaking tool. To drill wells at the large oil and gas field Uzen (Kazakhstan), instead of ball bits, RDS bits are used with great 5 effect. The data on the performance of the tools are processed by statistical methods. A corresponding drillability model has been created. The model contains three parameters: the initial speed, the rate of speed reduction and the indicator of the degree to which the drilling time is built. The model allows you to predict and optimize the operation of the RDS bit.

Keywords: well, drillability model, PDC bit, wear, comparative evaluation, cone bits.

ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Д. Ж. Абдели , А. Б. Сейден , И. Ж. Бегеев 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

d.abdeli@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов разработки нефтяных залежей, направленных для увеличения нефтеотдачи пластов и интенсификации притока нефти к забоям скважин. Определены рациональные значения плотности сетки и расположения добывающих и нагнетательных скважин, параметры процессов подготовки пластовой воды без взвешенных глинистых частиц, обеспечивающие равномерное вытеснение нефти из пластов. Разработана технология получения низкокипящих компонентов нефти в промысловых условиях, используемых для удаления органических отложений из призабойной зоны нефтяного пласта и повышения дебита скважин. Изучены закономерности процесса гидродинамического теплового воздействия на призабойную зону продуктивных пластов применением новых жидкостей гидрораскрытия пор и трещин пласта и эффективных растворителей органических и минеральных отложений на углеводородной основе.

Ключевые слова: нефть, добыча, скважины, пластовое давление, закачка вода, интенсификация притока.

Введение

Известно, что при поддержании пластового давления обычном заводнением создается неблагоприятное условие движению нефти в пласте, тогда вода имеет тенденцию проникать в сквазину по потоку нефти и перемещаться по кратчайшему пути к добывающим скважинам. Одним из путей обеспечения максимальной выработки нефтяных залежей и предотвращения преждевременного обводнения добывающих скважин является применение современных методов увеличения нефтеотдачи пластов как вытеснение нефти газом, физико-химические методы — закачка водных растворов химреагентов (например, полимер, щелочь, поверхностно активное вещество) [1-4].

Однако, эти технологии поддержания пластового давления (полимерное, ПАВ и др. заводнения) пока не дали существенных результатов по той причине, что замедление движения вытесняющего водного раствора реагентов происходит не только в высокопроницаемых пластах (или в зонах наименьшего сопротивления перемещению агента), но и еще более медленнее в низкопроницаемых нефтяных пластах (или в зонах наибольшего сопротивления перемещению агента). Этому свидетельствует имеющиеся в настоящее время проблемы высокой обводненности (до 80 – 90% и выше) и низкого дебита (ниже 5 т/сутки) добывающих скважин на многих нефтяных месторождениях, особенно на средней и поздней стадиях их разработке.

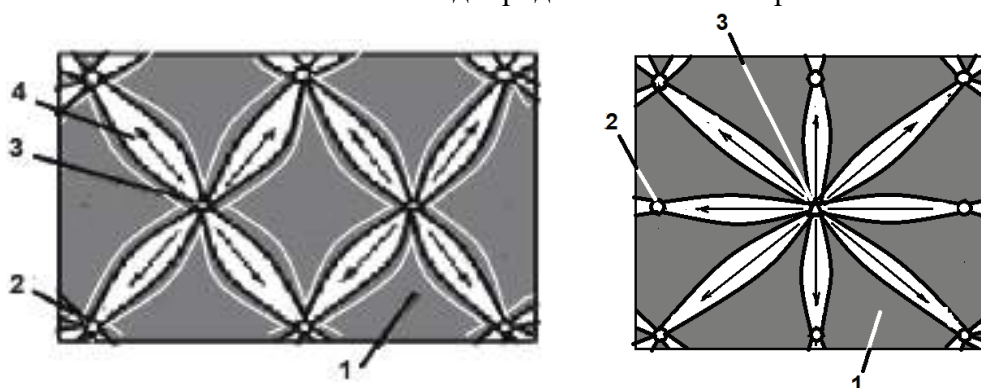
На месторождениях из-за несовершенства технологии и техники подготовки пластовой воды нормы по содержанию мехпримесей не более 50 мг/л во многих случаях не соблюдаются. Взвешенные глинистые частицы постепенно загрязняют фильтрующую поверхность породы, которые существенно уменьшают проницаемость призабойной зоны пласта, снижают приемистость нагнетательных скважин. Основные методы очистки нефтепромысловых сточных вод в отрасли - механические и физико-химические [5-7]. Однако, при этом поры фильтров (песка, дробленого антрацита, мембран и др.) быстро заполняются мелкими твердыми и взвешенными частицами и применение их экономически нецелесообразно.

Тенденция скапливаться и осаждаться тяжелых органических соединений, подавляющая часть которых составляют асфальтены, смолы и парафины, на поверхности зависит от состава нефти, пластового давления и температуры среды [8-10]. Однако существующие методы предотвращения и снижения образования органических отложений в призабойной зоне нефтяного пласта и скважинах в недостаточной степени эффективны и требуют больших затрат.

С целью совершенствования методов повышения нефтеотдачи многопластовых залежей, увеличения дебита скважин и снижение обводненности добываемой нефти нами проведены теоретические и лабораторные исследования технологических процессов разработки нефтяных залежей с поддержанием пластового давления.

Метод увеличения извлекаемого объема запаса нефти из пластов

Когда продуктивные пласты и скважины работают в постоянных режимах и параметрах поток воды имеет тенденцию проникать в нефть и продвигаться по пути наименьшего сопротивления к добывающим скважинам (рис. 1) увеличивая обводненность добываемой нефти и оставляя между скважинами большие неподвижные зоны нефти. Этот эффект усиливается за счет геологических неоднородностей коллектора.



1- неподвижные зоны нефти в пласте; 2 и 3 соответственно добывающие и нагнетательные скважины;
4 – прорыв потока воды через неподвижные зоны нефти

Рисунок 1 - Процесс вытеснения нефти из пласта водой при пяти (а) и девяти (б) точечных расположениях скважин

Закономерности радиальной фильтрации для нефти базируется формуле Дарси, включающей вязкость μ и учитывающей взаимодействие компонентов внутри нефтяной системы:

$$\frac{Q}{F} = \frac{Q}{z \cdot \pi \cdot r_0^2 \cdot h} = \frac{k \cdot dp}{\mu \cdot dL} = \frac{Q}{z \cdot \pi \cdot r_0^2 \cdot h} \cdot \int_0^R dL = \frac{k}{\mu} \int_{p_0}^p dp; \quad Q = \frac{z \pi r_0^2 h k (p - p_0)}{\mu R},$$

где, Q – пропускная способность (дебит) скважины;

k - коэффициент проницаемости, характеризующий способность породы пропускать жидкости и газы;

F – площадь фильтрации;

dL – изменение контура питания;

dp – изменение давления.

Площадь F фильтрации, равной площади перфорационных отверстий эксплуатационной колонны забоя скважины можно выразить как $F = z \pi r_0^2 h$, здесь r_0^2 – радиус перфорационных отверстий, h – высота пласта, z – количество перфорационных отверстий, приходящее на один метр высоты пласта. Интегрирование переменных параметров производится: dL от радиуса скважины r (или от нуля пренебрегая малым значением r по сравнению с R) до радиуса контура питания R и dp от давления в забое p_0 до пластового давления p .

Из этого уравнения видно, что максимальные дебиты добывающих скважин при постоянных значениях вязкости нефти, проницаемости пласта по нефти существенно зависит от избыточного давления в пласте и расстояний между скважинами. При такой постановке задач исследовании схемы движения потока нефти в залежи (к примеру) для пяти и девяти точечных расстановках скважин представляют виды, показанные на рис. 1. Нефть 1 вытесняется водой по пути наименьшего сопротивления (направления указаны стрелками) и

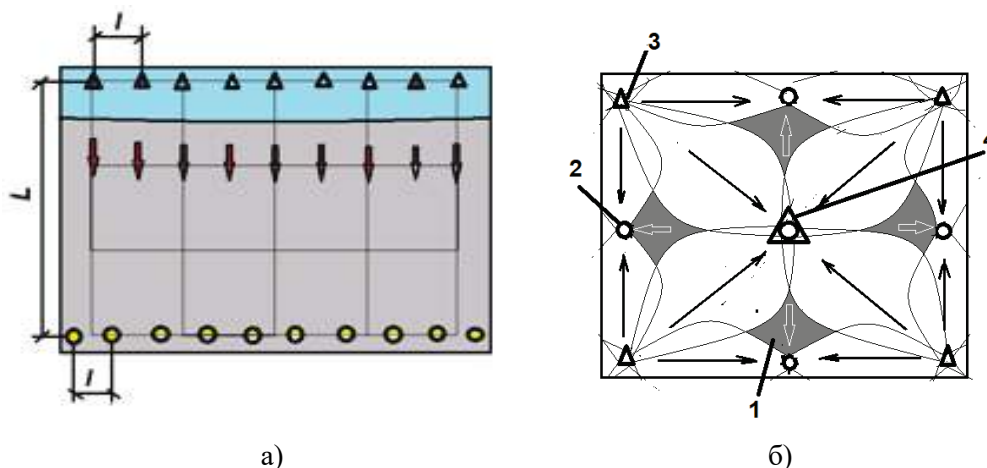
происходит преждевременное обводнение добывающих скважин. После выработки залежи большое количество нефти остается в пласте в виде нетронутых зон.

Нами направлена заявка на получение патента РК на новый способ повышения нефтеотдачи пластов путем рационального расположения нагнетательных и добывающих скважин (рис. 2б) и создания повышенной упругой энергии пласта и переменных режимов работы скважин. Рекомендуемые величины сетки скважин (таблица 1), обеспечивают более полное и равномерное вытеснение нефти из пластов с сохранением принятых значений плотности сетки скважин (рис. 2). Для этого расстояния между рядами добывающих и нагнетательных скважин принимают значительно большими (не менее 2 - 3 раза) по сравнению с расстояниями между скважинами в самих рядах скважин. Между скважинами не образуются неподвижные и не извлекаемые нефтяные зоны, не охваченные вытеснением водой.

Таблица 1 – Рекомендуемые величины сетки скважин

Параметры пласта и нефти	Сетка скважин, га/скв	Расстояние между скважинами в рядах l , м	Расстояние между рядами скважин L , м
При вязкости нефти $\mu > 1000$ мПа·с	1-2	100 - 200	300 - 600
В низкопроницаемых коллекторах $0,01$ мкм ²	10-20	300 - 400	900 - 1200
Для обычных коллекторов и для глубоких залежей ($h > 3500$ - 4000 м)	25-64	500 - 600	1500 - 1800
Для высокопроницаемых и трещинных коллекторов	70	700 - 800	2100 - 2400

Из таблицы 1 видно, что в зависимости от свойств нефти и коллектора расстояния между скважинами в рядах можно принимать от 100 до 800 м, а расстояния между рядами скважин от 300 до 2400 м. Такое размещение добывающих и нагнетательных скважин обеспечивает равномерное и полное извлечение нефти из пластов в результате выравнивания фронта вытеснения водой. При этом не требуется использование полимерных растворов для загущения закачиваемой воды в пласт и не удлиняется время выработки нефтяной залежи.



l - расстояние между скважинами в рядах и L - расстояние между рядами скважин; 1 – нефтяная зона, 2 и 3 – соответственно добывающие и нагнетательные скважины, 4 – добывающая скважина, переведенная в нагнетательную

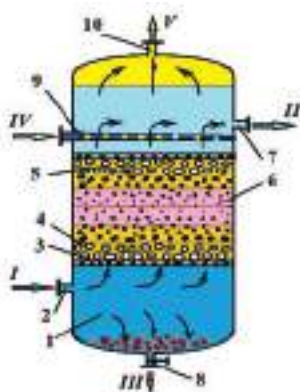
Рисунок 2 - Рекомендуемые рядная (а) и девятиточечная (б) схемы расположения добывающих и нагнетательных скважин

В настоящее время решается вопрос повышения нефтеотдачи пластов и снижения обводненности добывающих скважин созданием повышенной упругой энергии продуктивного

пласта и установлением переменных режимов работы нагнетательных и добывающих скважин (рис. 2б), в результате которых достигается максимальное извлечение нефти из залежи. Это позволяет существенно повысить нефтеотдачу пластов до 70% и выше при существующих значениях 35-45% и снизить обводненность добывающих скважин на 30% и ниже при существующих значениях до 90% и выше за счет полного вытеснения нефти из пласта.

Нами получен патент [11] на способ очистки пластовой воды от взвешенных глинистых частиц применением зернистых фильтров с переменными размерами частиц. Принцип действия нового зернистого фильтра заключается в подаче очищаемой воды I (рис. 3) из нижнего отсека 1 установки с входным патрубком 2 вертикально снизу вверх последовательно через перфорированную перегородку 3 и несколько слоев зернистого материала с переменными размерами частиц в вертикальном направлении. Нижний 4 и верхний 5 слои зернистого материала имеют максимальные габаритные размеры частиц, а средний слой 6 – минимальные габаритные размеры частиц. Благодаря этому взвешенные твердые частицы не закупориваются в порах фильтра и опускаются вниз и накапливаясь в нижней клинообразной части установки.

Вода, перемещаясь снизу в верх, свободно проходит через поры фильтра. Очищенная пластовая вода II выводится через выходной патрубок 7. Через нижний патрубок 8 периодически выводится напором очищенной воды накопившиеся глинистые частицы III после их коагуляции реагентами. При необходимости на верхнем отсеке установки очищенная от взвешенных твердых частиц вода с сульфидовосстанавливающими бактериями может подвергаться равномерному воздействию нейтрализующего газа IV (или жидкости), подача которого осуществляется через отверстия равномерно распределенных по площади перфорированных трубок 9 и вывод отработанного газа V – через выпускной патрубок 10.



Зернистый фильтр прижимается с двух сторон перфорированными пластинами для поддержания в плотном состоянии зернистых частиц. Накопившиеся в нижнем отсеке установки взвешенные твердые частицы периодически выводятся через нижний выпускной патрубок нагнетанием водой. Очищенная от взвешенных твердых частиц вода направляется для поддержания пластового давления и равномерного вытеснения нефти из пласта.

Рисунок 3- Схемы зернистого фильтра с переменными размерами частиц

Движущей силой процесса фильтрования является разность давлений Δp по обе стороны фильтрующего материала. Если направление процесса фильтрования совпадает с действием силы тяжести, то

$$\Delta p = (p_1 + \rho gh) - p_2 \quad (2)$$

где ρgh – давление столба жидкости, Па;

p_1, p_2 – давление, соответственно, на и под зернистым фильтром, Па.

Процесс поверхностного фильтрования подчиняется закону Дарси, согласно которому потери напора R пропорциональны скорости фильтрования v с коэффициентом пропорциональности k , зависящим от динамической вязкости η и сопротивления среды R :

В соответствии с $\vartheta = \frac{p}{\eta} \cdot R = \kappa \cdot P$ законом Дарси сопротивление среды представляет собой сумму двух величин: R_{oc} – сопротивления осадка и начального сопротивления фильтрующей основы R_{ϕ} :

$$R = R_{oc} + R_{\phi}, \quad (3)$$

При фильтрации пластовой воды через зернистый фильтр взвешенные в потоке глинистые частицы не закупоривают поры фильтра и осаждаются на нижней установке. Они периодически удаляются из установки. Очищенная полностью от глинистых твердых частиц подготовленная вода направляется на насосную станцию для поддержания пластового давления.

б

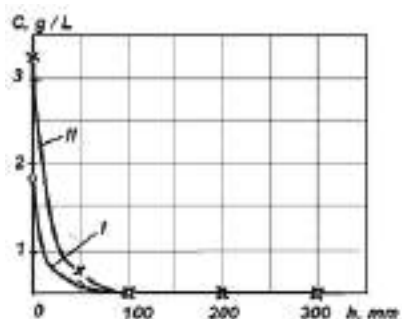
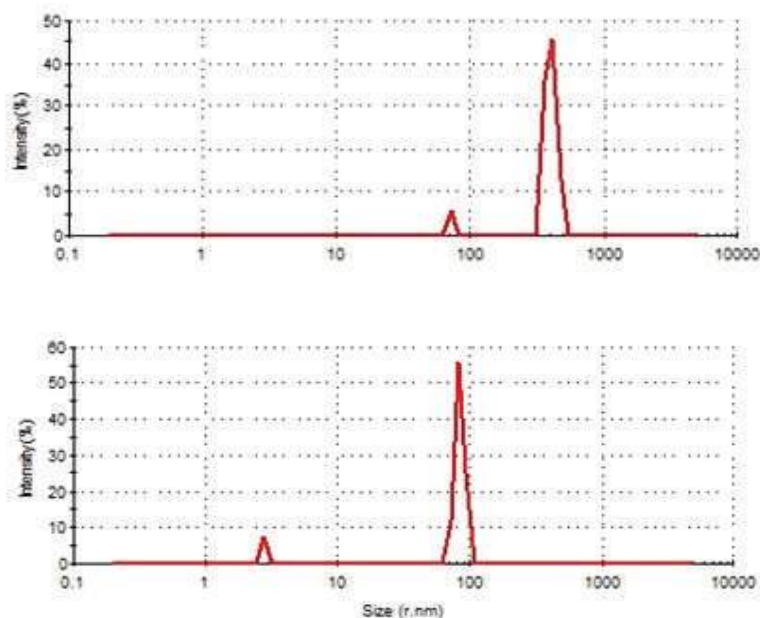


Рисунок 4 - Графики зависимости концентрации взвешенных глинистых частиц от высоты фильтра (а) и снижение размеров взвешенных твердых частиц после очистки пластовой воды со взвешенными твердыми частицами 1,8 г/л через рабочий слой фильтра с высотой 50 мм.

б



Результаты очистки пластовой воды со взвешенными твердыми частицами 1,8 и 3,2 г/л на экспериментальной установке показали, что при изменении высоты h рабочего слоя фильтра в пределах 50, 100, 200 и 300 мм (рис. 4а) происходит значительное снижение массы твердых частиц в одном литре пластовой воды $C(g/L)$ и при высоте слоя $h = 80 \dots 100$ мм значение его достигает до нуля. Дальнейшее увеличение высоты зернистого фильтра свыше 300 мм не требуется.

На приборе Zetasizer был сделан нанозамеры радиуса твердых частиц пластовой воды со взвешенными твердыми частицами 1,8 г/л и после очистки ее через слой фильтра с высотой слоя 50 мм. Результаты этих измерений показали, что в исходной пластовой воде со взвешенными твердыми частицами 1,8 г/л доля твердые частицы (рис. 4б, верхний график) с размерами в пределах $500 \dots 800$ нм составляет около 45 %.

Эти размеры твердых взвешенных частиц соизмеримы с размерами пор и капилляров нефтяного пласта. Закачка воды с такими размерами взвешенных твердых частиц в нефтяные пласты постепенно приведет к снижению проницаемости призабойной зоны и приемистость нагнетательных скважин.

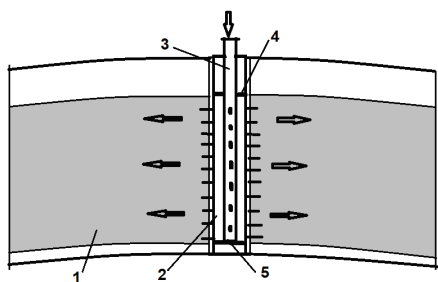
После очистки исходной пластовой воды через фильтр с высотой рабочего слоя 50 мм доля твердых частиц (рис. 4б, нижний график) с размерами в пределах $90 \dots 100$ нм составила около 45 %. Это говорит о том, что зернистые фильтры с высотой рабочего слоя 50 мм могут существенно задерживать крупные твердые частицы пластовой воды, а при высоте рабочего слоя фильтра свыше 100 мм могут полностью обеспечить глубокую очистку пластовой воды.

Следующим научным вопросом проекта является выявление факторов, влияющих на интенсивность притока нефти к забою добывающих скважин за счет существенного улучшения проницаемости призабойной зоны продуктивного пласта. Для решения этого научного вопроса проводятся теоретически и экспериментальные исследования по определению закономерности процесса гидродинамического теплового воздействия на призабойную зону продуктивных пластов применением стойких жидкостей гидрораскрытия пор и трещин пласта и эффективных растворителей органических и минеральных отложений на углеводородной основе.

Нами получен патент на способ (Патент №31439 на изобретение РК, МКИ E21B 43/00. Оpubл. 15.08.2016, Бюл. № 9) очистки призабойной зоны скважин от органических и минеральных отложений применением углеводородных растворителей (низкокипящие компоненты дегазированной нефти с содержанием атомов углерода $C_6 - C_9$ в молекулах), которые могут быть получены в промышленных условиях из дегазированной нефти. В эту группу растворителей входят ароматические углеводороды с температурой кипения $80 - 160^{\circ}C$ как бензол, толуол и ксилол, хорошо растворяющие асфальтены, смолы и парафины, а также другие органические отложения.

Нагрев низкокипящих компонентов нефти выше пластовой температуры и закачка в призабойную зону ускоряет растворения органических отложений. В процессе длительной эксплуатации скважин в призабойной зоне пласта (в порах и трещинах породы) и на рабочих поверхностях подземного оборудования накапливаются и отлагаются органические и минеральные соединения, которые существенно снижают дебиты скважин. В связи с этим процесс комплексного воздействия на призабойную зону пласта с целью увеличения дебита скважины осуществляется в два этапа.

На первом этапе проводится очистка призабойную зону нефтяного пласта 1 (рис. 5) и скважины 2 путем закачки нагретого до пластовой температуры ($60-100^{\circ}C$) углеводородного растворителя и кислотного раствора (последовательно или в виде смеси) через насосно-компрессорную трубу 3. Затрубное пространство скважины изолируют пакерами 4 и 5. При отстаивании раствора в забое скважины низкокипящие компоненты дегазированной нефти с



содержанием атомов углерода $C_6 - C_9$ в молекулах полностью растворяют асфальтосмолистые и парафиновые отложения.

Рисунок 5 - Схема закачки углеводородного растворителя и кислотного раствора в призабойную хону пласта:
1- продуктивный пласт, 2- скважина, 3- насосно-компрессорная труба, 4 и 5 - пакеры.

Минеральные отложения под действием смеси соляной HCl и фтористоводородной (плавиковой) HF кислоты образуют взвешенные водные растворы. Эти водные растворы продуктов реакции легко выводятся из скважины. В зависимости от химико-минералогического состава обрабатываемых пород и их коллекторских свойств применяют глинокислоту различной концентрации. Например, $8\% HCl + 4\% HF$; $10\% HCl + 4-5\% HF$; $12\% HCl + 6\% HF$ и др.

На втором этапе гидродинамического теплового воздействия на призабойную зону пласта нами предлагается раскрытие очищенных от органических и минеральных отложений пор и трещин закачкой жидкости на углеводородной основе, состоящей из высококипящих компонентов дегазированной нефти с содержанием атомов углерода более C_9 в молекулах и кислотного раствора. Высоко вязкая жидкость на углеводородной основе, закачиваемая в пласт, раскрывает и увеличивает поры и мелкие трещины породы раскрывает, а кислотный раствор благодаря перемещению по поверхности нефтяных пленок растворяет частицы в глубине пласта.

Таким образом, решение этого научного вопроса позволяет существенно увеличить проницаемость призабойной зоны нефтяного пласта и повысить 3–5 раза дебиты добывающих и приемистость нагнетательных скважин.

Завершающим научным вопросом является разработка руководящих технических материалов и научных рекомендаций к созданию новых технологий поддержания пластового давления и интенсификации притока нефти к скважинам. Решение этого научного вопроса позволяет не только достичь вышеуказанные технические и экономические эффекты, но и значительно снизить капитальные и эксплуатационные затраты на добычу и подготовки товарной нефти, то есть существенно уменьшить себестоимость нефти на $20 - 30\%$ и увеличить рентабельность разработки месторождений).

Выводы

1. Рациональное размещение добывающих и нагнетательных скважин по площади залежи, заключающееся в принятии расстояний между рядами добывающих и нагнетательных скважин значительно большими (не менее 2 - 3 раза) по сравнению с расстояниями между скважинами в самих рядах скважин, позволяет существенно повысить эффективность технологии поддержания пластового давления. Равномерное вытеснение нефти из всех пластов по высоте залежи без преждевременного прорыва воды в добывающие скважины можно обеспечить изменением плотности расположения перфорационных каналов (количество перфорационных каналов на 1 м высоты эксплуатационной колонны).

2. Результаты исследования процесса очистки пластовой воды в зернистом фильтре с переменными размерами частиц показали о том, что при небольшой высоте рабочего слоя свыше 100 мм размерах частиц 0,6...0,8 мм обеспечивается глубокая очистка пластовой воды от взвешенных твердых глинистых частиц. Применение зернистых фильтров с переменными размерами частиц в системе подготовки пластовой воды для поддержания пластового давления существенно повысит дебиты добывающих скважин (минимум в 1,5 – 2 раза) за счет увеличения проницаемости нефтяного пласта и приемистости нагнетательных скважин.

3. Низкокипящих компонентов дегазированной нефти с содержанием атомов углерода $C_6 - C_9$ в молекулах (без нагрева или с нагревом в пределах 100 -120⁰С) можно применять для растворения асфальтосмолистых и парафиновых отложений в призабойной зоне нефтяного пласта и внутри скважины. Рекомендуемый растворитель органических отложений отличаются от других не только высокой эффективностью, но и низкой стоимостью и доступностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Enhanced Oil Recovery. Second Edition. Don W. Green., G. Paul Willhite. Society of Petroleum Engineers Richardson, Texas, USA. © Copyright 1988 Society of Petroleum Engineers.
2. «Нефтегазовая вертикаль», май 2017 года, «Методы увеличения нефтеотдачи: опыт и перспективы применения».
3. Fundamentals of Enhanced Oil Recovery. Larry W. Lake, Russel T. Johns, William R. Rossen, and Gary A. Pope. Copyright 2014 Society of Petroleum Engineers.
4. Ибатуллин Р.Р. Технологические процессы разработки нефтяных месторождений. - М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2011. - 304 с.
5. Справочник по добыче нефти / К.Р. Уразаков, А.В. Дашевский, С.Е. Здольник и др.; под ред. К.Р. Уразакова. – СПб: ООО «Недра», 2006. – 448 с.: ил.
6. Amin Reyhani, Mahmood Hemmati, Fatemeh Rekabdar, and Mehdi Ahmadi. Application of evolutionary polynomial regression in ultrafiltration systems considering the effect of different parameters on oily wastewater treatment. Journal of Petroleum Science and Technology 2013, 3(1), 09-19.
7. Байков Н.М., Позднышев Г.Н., Мансуров Р. И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды.
8. Hirschberg A, deJong, LNJ (1984) Influence of Temperature and Pressure on Asphaltene Flocculation. SPE Society of Petroleum Engineers Journal 24(3): 283-293.
9. Buckley JS, Liu Y, Xina Xie, Morrow NR (1997) Asphaltenes and Crude Oil Wetting: the Effect of Oil Composition. SPE Journal 2(2): 107-119.
10. Crocker M. E, Marchin L. M (1988) Wettability and Adsorption Characteristics of Crude Oil Asphaltene and Polar Fractions. SPE Journal of petroleum technology 40(4): 470-474.
11. Способ очистки промышленных сточных промысловых вод со взвешенными твердыми частицами, микроорга-низмами и бактериями. Абдели Д.Ж., Бейсембетов И.К., Карабакин У.С. Патент № 32696 на изобретение РК, МКИ В 11/00. Опубл. 05.03.2018, Бюл. № 9.

Мұнай кеніштерін игерудегі процестерді жетілдірудің прогрессивті әдістері

Д. Ж. Абдели, А. Б. Сейден, И. Ж. Береев

Аңдатпа. Жұмыста қабаттардың мұнай бергіштігін арттыруға және түптік ұңғыларға мұнайдың келуін қарқынды бағытталған мұнай кен орындарын игеру процестерінің теориялық және эксперименттік зерттеулерінің нәтижелері берілген. Қабаттардан мұнайдың біркелкі ығысуын қамтамасыз ететін өндіру және айдау ұңғыларының тор тығыздығы мен орналасуындағы және қалқымалы саз бөлшектері жоқ қабат суын тазарту процестері параметрлерінің ұтымды мәндері

анықталған. Кен орны жағдайында төмен қайнайтын мұнай құрамдастарын алу технологиясы әзірленді, олар мұнай қабатының түбі аймағынан органикалық шөгінділерді жою және ұңғыманың дебитін арттыру үшін қолданылады. Қабат қуыстары мен жарықшақтарын гидроашуға арналған көмірсутекті негізіндегі жаңа сұйықтар мен органикалық және минералды шөгінділердің тиімді еріткіштерін қолдану арқылы өнімді қабаттардың ұңғы аймағына гидродинамикалық термиялық әсер ету процесінің заңдылықтары қарастырылған.

Негізгі сөздер: мұнай, өндіру, ұңғымалар, қабат қысымы, су айдау, ынталандыру.

Progressive improvement methods processes of the development of oil reservoirs

D. Zh. Abdeli, A. B. Seiden, I. Zh. Begeev

Abstract. The paper presents the results of theoretical and experimental studies of the processes of developing oil deposits, aimed at increasing oil recovery from reservoirs and intensifying the flow of oil to bottomholes. The rational values of the grid density and the location of production and injection wells, the parameters of the formation water treatment processes without suspended clay particles, which ensure uniform oil displacement from the reservoirs, are determined. A technology has been developed for obtaining low-boiling oil components under field conditions, which are used to remove organic deposits from the bottomhole zone of an oil reservoir and increase well flow rates. The regularities of the process of hydrodynamic thermal impact on the bottomhole zone of productive formations were studied using new liquids for hydraulic opening of pores and formation fractures and effective solvents of organic and mineral deposits on a hydrocarbon basis.

Keywords: oil, production, wells, reservoir pressure, water injection, stimulation.

ЖЕРҮСТІ МҰНАЙ РЕЗЕРВУАРЛАРЫНЫҢ ШӨГУІНІҢ ТҮРЛЕРІ МЕН ҚАУІПТЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ

Қ.Әбдуәли , М.С.Молдабеков 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

kundyz714@gmail.com

Аңдатпа. Еліміздегі мұнай қоры негізінен жер үсті резервуарларында сақталғандықтан, бұл ірі масштабты мұнай резервуарларының тез дамуын талап етеді. Теңіз тасымалы мен тұтыну нарығының жағдайы сияқты факторларды ескере отырып, біздің еліміздің мұнай резервтік базаларының көпшілігі жағалаудағы аудандарда орналасқан. Алаңның тұрақтылығының, нашар геологиялық формациялардың, жер үсті суларының ағып кетуінің және т.б. әсерінен сақтау резервуарларының іргетасы көбінесе оның қауіпсіз жұмыс істеуіне қауіп төндіреді, мысалы, сақтау резервуарына түскен шамадан тыс жергілікті кернеу және резервуар қабырғасының эллиптикалық өзгеруі, осы себептен жарылыстар, мұнайдың төгілуі және шатырдың сығылу сияқты апаттарға әкелуі мүмкін. Сондықтан ірі мұнай резервуарларының шөгу мәселесі мұнай-газ өнеркәсібінде назар аударылатын өзекті тақырып болып табылады.

Негізгі сөздер: сақтау резервуарлары, резервуар қабырғасы мен табанының шөгуі, мұнайдың ағуы, резервуар тұтастығының бұзылуы.

Үлкен сақтау резервуарының төменгі плитасы мен іргетастың арасындағы байланыс якорьлық емес әдісті қолданады, яғни төменгі плита тікелей іргетастың бетінде орналасқан, ал төменгі плита мен іргетас арасындағы үйкеліс салыстырмалы тұрақтылықты сақтайды. Қалқымалы төбесі бар үлкен мұнай құятын резервуарларда, әдетте, темірбетон сақиналы қадалы іргетастар қолданылады.

Сақтау резервуарларының шөгуі көптеген түрлерге бөлінеді. API653 «жер үсті сақтау резервуарларын тексеру, жөндеу және қайта құру» және EEMUA 159 «жер үсті тік цилиндрлік Болат сақтау резервуарларын техникалық қызмет көрсету және сынау бойынша пайдаланушы нұсқаулығына» сәйкес, ол резервуарлардың бүйір қабырғаларының шөгуі және төменгі табанының шөгуі болып бөлінеді. Олардың ішінде резервуарлардың бүйір қабырғаларының шөгуі екі санатқа бөлінеді: тегіс шөгу және тегіс емес шөгу. Резервуардың төменгі табанының шөгуі жиектің шөгу және жергілікті ауытқулар болып бөлінеді^[3].

(1) Біркелкі шөгу(Unifom settlement).

Біркелкі шөгу - бұл 1 (а) суретте көрсетілгендей, резервуар корпусының біркелкі осьтік батырылуынан туындаған қатты дененің қозғалысы. Шөгудің бұл түрін топырақ сипаттамаларын тексеру негізінде алдын-ала болжауға болады. Шөгу мөлшері үлкен, сондықтан оның резервуардың қабырғасына кіретін және шығатын мұнай құбырлары сияқты қосалқы құрылғылардың орналасуына әсерін, мысалы, жергілікті кернеу концентрациясы мен фланецті тығыздаудың істен шығуын қадағалау керек, бірақ тұтастай алғанда бұл резервуардың қауіпсіздігі мен тұтастығына әсер етпейді^[2].

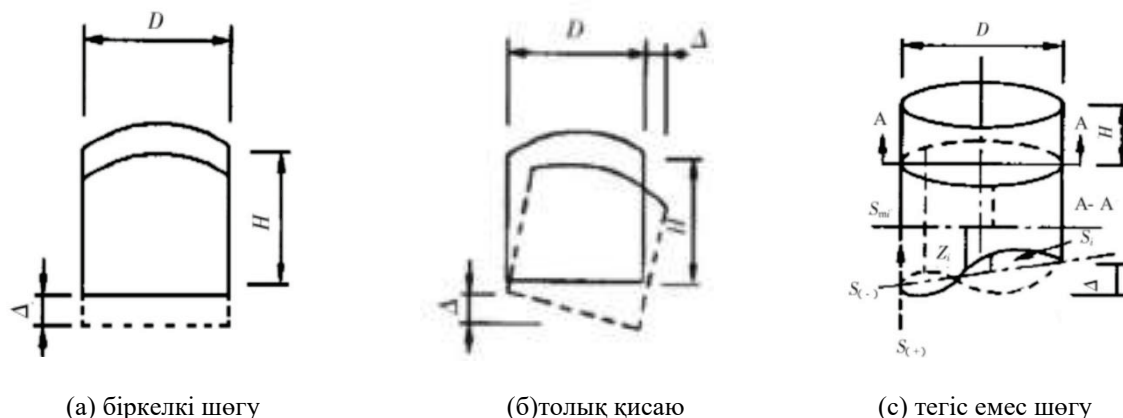
(2) Тұтас қисаю (Rigid Body Tilting of A Tank (Planar Tit)).

Тұтас қисаю - бұл 1 (б) суретте көрсетілген. Бұл резервуардың төсенішінің қатты жылжуы. Бұл уақытта резервуар қабырғасының түбі көлбеу қисайған көлденең қимада шеңбер бойымен орналасқан. Green-wood, Bell және Iwakiri 1974 және 1980 жылдары резервуардың қабырғасының тұтас қисаюының резервуар құрылымына әсерін зерттеді. Нәтижелер, шөгу мөлшері үлкен болғанда ғана жалпы көлбеу құрылымға әсер ететіндігін көрсетеді. Тұтас қисаюдың қауіптілігі мынада: біріншіден, резервуар корпусының диаметрі өзгереді, бұл резервуар корпусының дұрыс емес эллипсизациясына, қалқымалы шатырдың тығыздығының төмендеуіне, сұйықтық деңгейі бар қалқымалы шатырдың қалыпты жұмысына кедергі келтіреді, тіпті шатырдың қысылуы немесе аударылуы сияқты ауыр апаттар тудырады; Екіншіден, шөгу мөлшері жоғары жағында сұйықтық деңгейі жоғарылайды, резервуардың қабырғасындағы сақиналық кернеу жоғарылайды және симметриялы бүйірлік қысым төмендейді, бұл сақтау резервуарының осесимметриялық кернеу күйін өзгертеді және сақтау резервуарының жалпы иілуін тудырады; Үшіншіден, бұл жалпы біркелкі шөгуге ұқсас, бұл

резервуардың қабырғасын ұстап тұруға арналған құбырлардың жергілікті кернеудің шоғырлануына және деформациясына әкеледі^[1].

(3) Тегіс емес шөгу (out-of-plane settlement).

Резервуар қабырғасының төменгі ұшындағы біркелкі емес шөгу 1 (с) суретте көрсетілгендей шөгудің ең оңай пайда болатын түрі болып табылады. Біркелкі емес шөгу көбінесе еленбейді, өйткені ол біркелкі шөгу және тұтас қисаюдан әлдеқайда аз, бірақ шөгуның бұл түрі сақтау ыдысының құрылымына үлкен әсер етеді және өте зиянды. Біркелкі емес шөгу резервуардың төменгі пластинасының біркелкі емес деформациясын тудырады, қабырға мен төменгі пластинаның түйіскен жеріндегі кернеуді қайта бөледі, сақтау ыдысының беріктігі мен тұрақтылығын төмендетеді, резервуар қабырғасының үлкен деформациясын тудырады және қалқымалы шатырдың тығыздағышының істен шығуына әкеледі, ауыр жағдайларда сақтау ыдысына зақым келтіруі мүмкін. Біркелкі емес шөгу мөлшерін топырақ механикасы қағидаты бойынша болжау мүмкін емес, ол шөгуды бақылау кезінде деректерді талдау және қауіпсіздікті бағалау бойынша тұрақты сынақтардың көмегімен ғана жүргізілуі мүмкін. Сақтау ыдысының біркелкі емес шөгуге төтеп беру қабілетіне оның геометриясы, жүктеменің таралуы, материалдың сипаттамалары және шөгу амплитудасы сияқты әртүрлі факторлар әсер етеді.



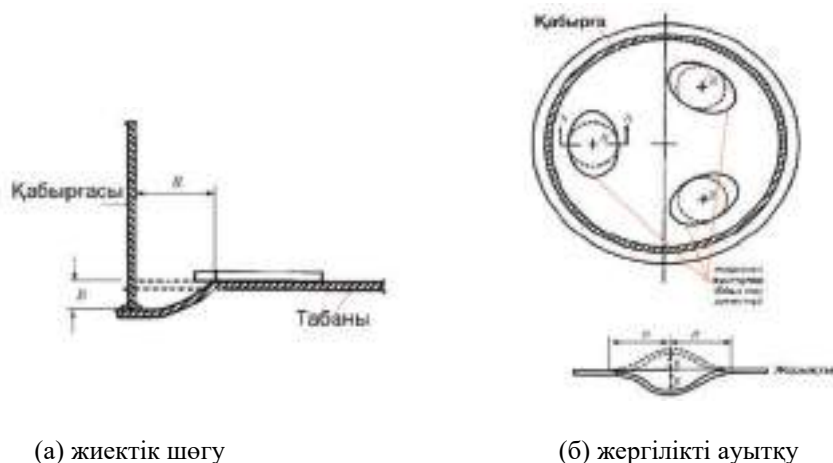
1-сурет – Резервуар қабырғасының шөгу түрлері

Мұнда: d -резервуардың диаметрі, H -резервуардың биіктігі, Δ -Диаметр бағытындағы нүктелер арасындағы шөгу мөлшерінің айырмашылығы, S_{mi} - i нүктедегі шөгудің жалпы өлшенген саны; Z_i - нүкте жазықтығының көлбеуінен туындаған тұтас қисаю мөлшері, ал S_i - нүктенің жазықтықтан тыс ауытқулардан туындаған шөгудің мөлшері.

(4) Жиіктің шөгуі (Edge Settlement).

Резервуардың табан пластинасының шөгуі 2 (а) суретте көрсетілген. Мұнай резервуарының қабырғасы сақиналы бағытта шөккен кезде, табан шеттердің шөгуі пайда болады. Бұл кезде резервуардың қабырғасы мен резервуардың түбінің арасындағы үлкен бұрышта дәнекерленген қосылыстың жанындағы төменгі пластина үлкен деформацияға ұшырайды. Сақтау ыдысының төменгі пластинасы бастапқыда белгілі бір көлбеу және конус тәрізді, ортасы биік шеттерінде төмен шеңбері бар. Гидравликалық қысым әсерінен толық толтырылғаннан кейін, төменгі пластина ортасы төмен мен шеттері жоғары шеңбері бар бассейн пішінін алады. Сондықтан, жиектер шөккеннен кейін, бұл келесі салдарға әкеледі: біріншіден, резервуардың түбінде май сақтауға жарамсыз аймағы пайда болады және резервуардың тиімді сақтау қабілеті азаяды. Екіншіден, резервуардың түбіндегі тұнған ылғал су мөлшері мен ластаушы заттарды тазарту қиын болып, бұл резервуардың төменгі пластинасының коррозиясын тездетеді. Үшіншіден, резервуардың табанының дәнекерленген аймағында жергілікті кернеуді күшейтетін қосымша кернеуді тудырады. Дегенмен үлкен сақтау резервуарлары үшін жиектің шөгуі сирек кездеседі^[5].

(5) Жергілікті ауытқулар (локализацияланған төменгі ойықтар немесе дөңестер). Резервуар табанындағы жергілікті ойықтар немесе дөңестер дәнекерлеу бұрыштарынан кездейсоқ қашықтықта пайда болады, 2 (б) суретте көрсетілген. Олар резервуардың іргетас жастықшасының біркелкі жабылмауынан немесе іргетастың жергілікті ауытқуларынан туындайды, бұл табанындағы дәнекерленген аймақтағы күш күйін күрделендіруі мүмкін, соның салдарынан резервуардың табаны бұзылып, ауыр жағдайларда мұнайдың ағып кетуіне әкелуі мүмкін^[4].



2-сурет – Резервуар табанының шөгу түрлері

мұнда R - өзгеріс болған аймақтың центрге бағытталған радиусы;

B - нақты шөгу мөлшер.

Ірі мұнай сақтау резервуарларының қауіпсіздік мәселелерін назардан тыс қалдыра алмаймыз. Үлкен мөлшеріне, қымбаттығына және күрделі құрылымына байланысты далалық сынақтармен шөгулерді зерттеу қиын, ал пропорционалды азайтудың зертханалық модельдері қабырғалардың өзгермелі қалыңдығы мен іргетас құрылымының сипаттамаларын көрсету қиын. Сондықтан қазіргі уақытта ол негізінен теориялық тұжырымға және элементтерді сандық модельдеуге бағытталған.

(1) Сақтау резервуарын шөгудің теориялық моделі жүктемені, шекаралық жағдайларды және әртүрлі жағдайларда сақтау резервуарының дизайнын жеңілдету арқылы жасалады. Ол тым идеализацияланған және үлкен шектеулерге ие.

(2) Кешенді бағалау іргелес нүктеге негізделмеуі немесе диаметр нүктесіндегі шөгу айырмашылығына сүйеніп шешім қабылдамауы тиіс. Әр уақытта күрделі әрі нақты бақылау жасауымыз қажет.

(3) Шөгу мәселесін резервуар жұмыс барысында тексеріліп анықталғаннан кейін ғана емес, жұмыс басында резервуар іргетасын бекітер сәтте топырақ және жер қыртысына егжей-тегжейлі жұмыстар жасалынып, ұтымды әдіс қолданылуы тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Wuty, Liugar. Comparison of design methods for a tank-bottom annular plate and concrete ringwall. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 2000, 77(9):511-517.
2. Godoy L.A. Sosa E.M. Localized support settlements of thin-walled storage tanks. Thin-walled Structures, 2003, 41(10):941-955
3. Zanjani A.A. Settlement criteria for steel oil storage tanks. The Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 2009, 13:1-9.
4. Shi L. Shuai J. Xu K. Fuzzy fault tree assessment based on improved AHP for fire and explosion accidents for steel oil storage tanks. Journal of Hazardous Materials, 2014, 278:529-538.
5. Shi L. Shuai J. Wang X.L. Experimental and numerical investigation of stress in a large-scale steel tank with a floating rooftop. Thin-Walled Structures, 2017, 117:25-34.

Характеристика разновидностей и осадка наземных нефтяных резервуаров

К. Абдуали

Аннотация. Поскольку запасы нефти в стране в основном хранятся в поверхностных резервуарах, это требует быстрого развития крупномасштабных нефтяных резервуаров. Учитывая такие факторы, как состояние морских перевозок и потребительского рынка, большинство нефтяных резервных баз нашей страны расположены в прибрежных районах. Устойчивость площади, плохие геологические образования, утечка поверхностных вод и др. В результате фундамент резервуаров для хранения часто угрожает его безопасному функционированию, например, чрезмерное местное напряжение, поступающее в резервуар для хранения, и эллиптическое изменение стенки резервуара, по этой причине может привести к авариям, таким как взрывы, разливы нефти и сжатие крыши. Поэтому проблема усадки крупных нефтяных резервуаров является актуальной темой, на которую обращают внимание в нефтегазовой промышленности.

Ключевые слова: резервуары для хранения, усадка стенки и подошвы резервуара, утечка нефти, нарушение целостности резервуара.

Description of sedimentation types and hazards of surface storage oil tanks

K.Abduali

Abstract. Since our country's oil reserves are mainly stored in surface storage tanks, this requires the rapid development of large storage tanks. Taking into account factors such as maritime transportation conditions and consumer markets, most of our country's oil storage tanks are located in coastal areas. Surface instability, poor geological structure, surface water leakage, etc. As a result, the failure of the foundation of the storage tank often threatens its safe operation. For example, excessive local stress enters the storage tank and the ellipse of the tank wall changes. For this reason, it can lead to accidents such as explosions, oil spills, and compression of the top of the storage tank. Therefore, the problem of sedimentation of large oil storage tanks is an urgent issue that the oil and gas industry is paying attention to.

Keywords: Storage tank, sedimentation of the wall and the bottom of the storage tank, oil leakage, damage to the integrity of the storage tank.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ «ЦИФРОВОЕ БУРЕНИЕ» ИС АВАІ

Р.Б. Алдангоров^{id}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

bromarb@gmail.com

Аннотация. В данной работе описывается функционал на основе предварительно проведенного анализа проектирования документации, хранения информации и процесса строительства скважин для разработки модуля «Цифровое бурение», целью которого является сбор данных по бурению скважин месторождений группы компаний АО «НК «КазМунайГаз» в едином хранилище и оптимизация сроков проектирования технических проектов на строительство скважин. Недропользователи и подрядные сервисные компании будут работать на едином цифровом пространстве с доступом к электронному делу скважины. Поступающие с буровой данные будут обрабатываться на протяжении строительства скважины для дальнейшей аналитики, предупреждая осложнения на будущих скважин. Мониторинг бурения в реальном времени позволит оперативно реагировать на выявленные осложнения и принимать решения с оповещением всех заинтересованных лиц.

Ключевые слова: База данных, проектирование, бурение, осложнения, технические проекты, показатели.

Введение

Как показывает мировая практика, до внедрения компьютерных систем и программного обеспечения, все данные на этапе планирования, проектирования и бурения записывались на бумаге с использованием чернил, карандашей, шариковых ручек и печатных машинок. Объемы бурения по всему миру развивались быстрыми темпами, однако скважины были неглубокими и не «сложными», по сравнению с бурением, начатым в 1899-1950 годы. Однако прогресс не стоял на месте, мировая индустрия развивалась немыслимыми темпами, и начиная с конца XX века нефтяная индустрия начала активно «расти» и компьютеризироваться. Компании нефтяной индустрии начали активно совершенствовать свои кадры и технологии из-за более сложного способа добычи нефти и конкурентоспособности на рынке.

В течение последних 5 лет по группе компаний АО «НК «КазМунайГаз» ежегодно в среднем бурится около 300 эксплуатационных скважин. Однако, на подготовительные работы перед бурением каждой скважины уходит колоссальный длительный труд совместной сплоченной команды государственных органов, недропользователей, проектных институтов и сервисных компаний. На одну скважину затраченное время всех вовлеченных в процесс проектирования людей превышает несколько тысяч часов, а общее количество затраченной бумаги на печать документации, расчетов, всех суточных рапортов и прочей информации, распечатанной на твердых бумажных носителях, превышает 3000 страниц бумаги формата А4. Архивы компаний – недропользователей и проектных институтов занимают всё больше помещений ежегодно из-за распечатанной документации, а из-за необходимости бурения более сложных скважин всё больше времени тратится и больше людей привлекается на их проектирование. С технологической точки зрения пропорционально увеличению сложности бурения скважин растёт и непроизводительное время, вызванное по тем или иным причинам, которые будут описаны в следующих абзацах.

Принцип работы модуля «Цифровое бурение»

Сегодня немаловажными факторами в работе являются сохранение здоровья сотрудников вышеупомянутых компаний, учитывая увеличение трудочасов, а также количество затраченной бумаги, пропорционально негативно отражающейся на вырубке леса и экологии в природе в целом. Огромные финансовые убытки как для недропользователя так и для подрядных сервисных компаний приносят непроизводительное время, в том числе и «скрытое» непроизводительное время, наряду с новым в 2018 году введенным термином «технический предел». В связи с чем, было предложено разработать модуль «Цифровое бурение» ИС АВАІ, который позволит повысить качество и скорость проектирования строительства скважин, что снизит физическую и моральную нагрузку с всех причастных к проектированию людей, ускорит раннюю разработку технического проекта на строительство

скважин, что позволит вовремя провести процедуру закупок на бурение, также модуль позволит аккумулировать и хранить всю базу данных по бурению в цифровом формате, что принесет колоссальную экономию офисной бумаги, чернил, принтеров, сканеров и высвобождения от документации помещений для сотрудников компаний и наконец, благодаря аналитике исследовать осложнения при строительстве скважин, сопоставлять плановые и фактические параметры бурения, вести статистику и выдавать предиктивные рекомендации и оповещения для предотвращения потенциальных осложнений в процессе строительства скважин. В данной статье рассмотрено применение модуля «Цифровое бурение» на примере одного ДЗО с целью определения эффекта от внедрения модуля и дальнейшего тиражирования по остальным компаниям группы АО «НК «КазМунайГаз».

Эффект от внедрения модуля «Цифровое бурение» будет улучшать следующие направления:

- 1) Снижение физической нагрузки на сотрудников, участвующих в процессе проектирования и строительства скважин;
- 2) Детальный глубокий анализ строительства скважин с учетом предыдущих ошибок для последующего проектирования;
- 3) Экономия объема передачи данных и заполнения рабочей почты огромным количеством суточных рапортов по бурению, путем внедрения онлайн заполнения суточного рапорта;
- 4) Выявление и анализ непроизводительного и скрытого непроизводительного времени во время строительства скважин;
- 5) Ранний ввод скважин путем сокращения непроизводительного времени за счет предиктивных рекомендаций и оповещения для предотвращения потенциальных осложнений в процессе строительства скважин.

Исходя из вышеизложенного, со стороны АО «НК «КазМунайГаз» согласована разработка модуля «Цифровое бурение» с изначальным внедрением в нескольких ДЗО, и дальнейшим тиражированием в других ДЗО Общества.

Анализировать данные нескольких тысяч пробуренных скважин очень трудоёмкий и тяжелый процесс, поиск необходимой информации не только занимал много времени, но и часто приводил к неэффективному использованию финансовых и человеческих ресурсов компании. Для решения данной проблемы разработан подмодуль «База данных», который включает в себя данные паспорта скважины, результаты ГИС, фактическую инклинометрию и конструкцию ствола скважины, разработанные технические проекты на строительство скважин и фактические данные, полученные с буровой. При проектировании скважины необходимо обязательно учитывать предыдущий опыт бурения соседних скважин, который будет находиться в данном подмодуле. Особенный акцент будет уделяться на инклинометрию скважин, т.к. с каждым днем на зрелых месторождениях сетка становится всё плотнее, в связи с чем риск столкновения новых скважин растёт.

В АО «НК «КазМунайГаз» была разработана и внедрена во всех ДЗО форма суточного бурового рапорта. Однако по результатам анализа суточных буровых рапортов выявлено множество ошибок, заполняемых полевыми супервайзерами. Для качественной обработки информации в рапортах компьютер должен считывать определенные ячейки в формате «Excel», но из-за некорректного заполнения ячеек данная функция не может быть выполнена. На данный момент в модуле «Цифровое бурение» разработан суточный рапорт в цифровом формате, который будет заполняться супервайзерами на web-странице. Будет отсутствовать необходимость распечатывать рапорт и рассылать по электронной почте. Все заинтересованные люди смогут сами заходить в модуль и смотреть интересующий их рапорт. Алгоритм заполнения рапорта нацелен на удобство заполнения и минимизацию ошибок человеческого фактора. В каждой ячейке прописан диапазон вводимых параметров. Каждой операции отныне присвоен код для более качественной и быстрой аналитики с помощью модуля. Для удобства заполнения рапорта имеется возможность выбора уже загруженной

информации, для чего были составлены каталоги буровых станков, компаний, операторов, элементов КНБК и т.д.

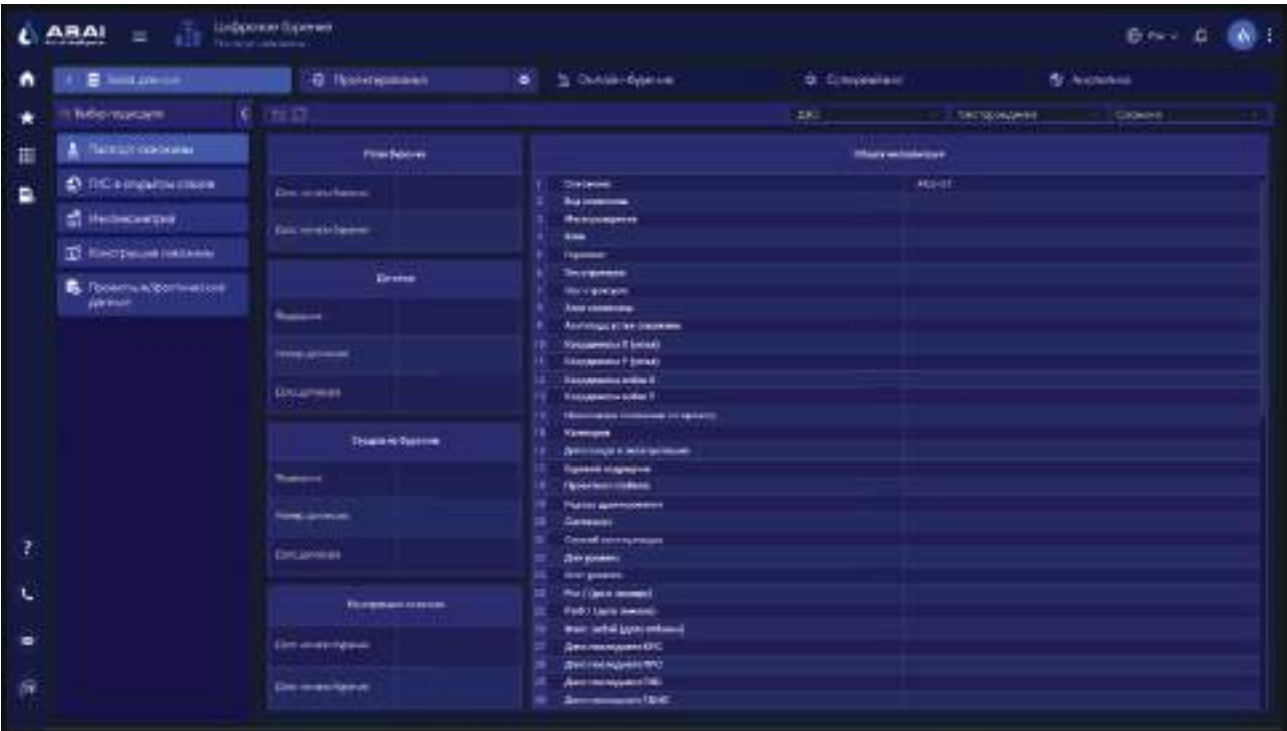


Рисунок 2 – Дашборд подмодуля «База данных»



Рисунок 3 – Дашборд «Суточного рапорта по бурению»

В подмодуле «Проектирование» разрабатывается функционал с расчетами по гидравлике, профилю скважины, составу буровых растворов с дальнейшим выводом готовых таблиц с расчетами для составления технического проекта на строительство скважин. Данный подмодуль даст возможность ускорить процесс составления технического проекта, сократит трудочасы проектантов и значительно облегчит анализ по осложнениям в предыдущие годы, которые будут храниться в подмодуле «База данных».

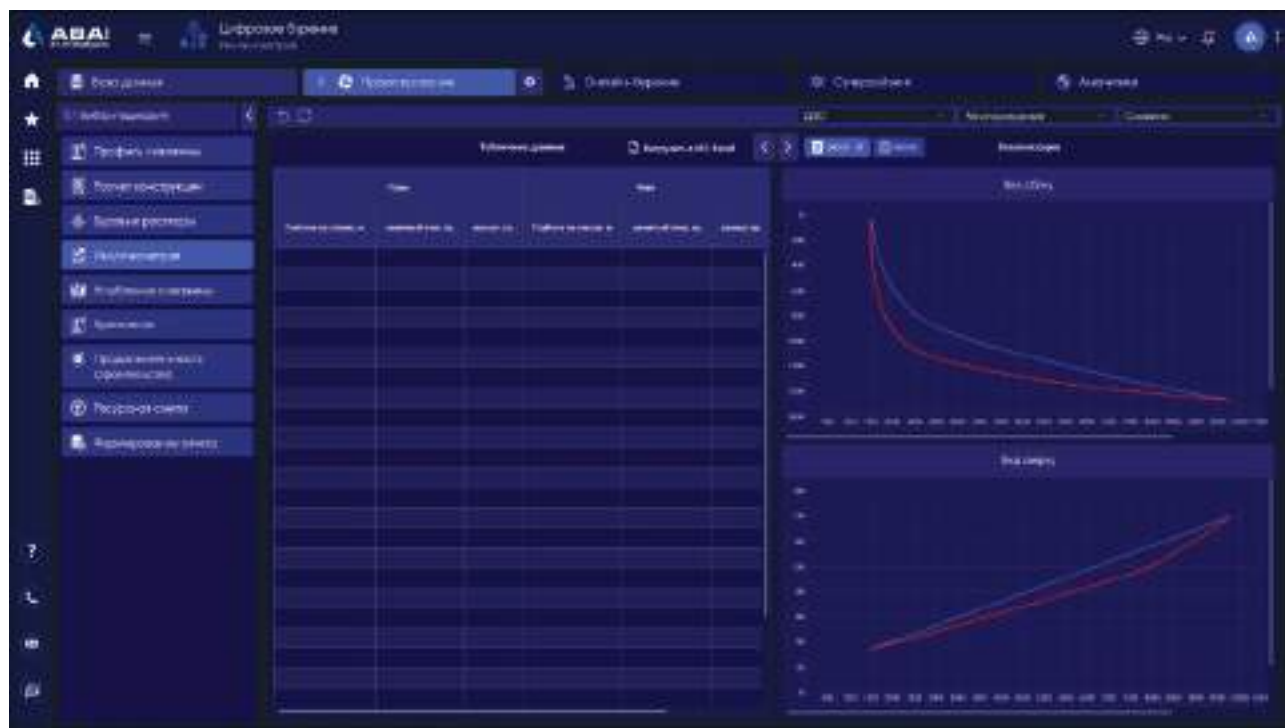


Рисунок 4 – Дашборд подмодуля «Проектирование»

Выводы и заключения

Модуль обеспечит как качественные, так и количественные выгоды для всех сотрудников, участвующих в процессе проектирования и строительства скважин.

На основании вышеизложенного, разрабатываемый модуль «Цифровое бурение» рекомендуется к использованию в АО «НК «КазМунайГаз», проектных институтах и ДЗО.

Дата	Единицы измерения	Непроизводительное время						Общее время (производительное + непроизводительное)	% НПВ
		Ре- монт	Прос- той	Переподготовка		Брак	Авария		
		ДВС, насоса, ДЭС, талевой оснастки и др.	Организационный, ожидание и др.	Переподготовка ствола перед спуском обс. колонн (в связи с изменением КНБК)	Переподготовка ствола из-за нехода ГИС, обс. Колонн	Выравнивание траектории ствола, оставление в обс. колонне и бурение цемента, устранение негерметичности колонны	Прихват, слом инструмента, очистка от металла забоя		
1	3	18	19	20	21	23	24	25	

Итого 2016

часов	1597,4	1363	880		0	380,8	40794
суток	66,6	56,8	36,7		0	15,9	1700

	%	3,9	3,3	51,8		0	0,9	100	10,3
Итого 2017	часов	2066,1	2981,0	632,5		298,5	1484,0	47934,0	
	суток	32,7	72,3	1,5		0,6	5,1	1997,0	
	%	2,0	3,9	0,2		0,1	0,2	100,0	15,6
Итого 2018-2019	часов	779,0	1142,0	20,0	76,5	15,5	23,5	25242,5	
	суток	32,5	47,6	0,8	3,2	0,7	1,0	1051,8	
	%	2,3	3,4	0,1	0,4	0,1	0,1	100,0	8,2
Итого 2020	часов	337,8	1822		28	362,5	286,5	17264	
	суток	14,07	75,9		1,2	15,1	11,9	719	
	%	2	10,6		3,9	2,1	1,7	100	16,4
Итого 2021	часов	61,9	579,7	15,0	38,0	0,0	98,8	8077,5	
	суток	2,6	24,2	0,6	1,6	0,0	4,1	336,6	
	%	1,2	6,2	0,2	1,3	0,0	0,6	100,0	9,8
Итого:	часов	4842,2	7887,7	1547,5	142,5	676,5	2273,6	139312,0	
	суток	148,4	276,8	39,6	6,0	16,4	38,0	5804,3	
	%	2,3	5,5	10,5	1,1	0,4	0,7	100,0	12,1

Рисунок 1 – Результаты по непроизводительному времени по бурению эксплуатационных скважин АО «xxxxxxxxxxxxx» в 2021г.

Основываясь на результатах анализа баланса времени эксплуатационных скважин АО "Эмбаунайгаз" за период 2016-2021 гг. средний показатель НПВ = 12,1% от общей продолжительности строительства скважин (производительное + непроизводительное). Учитывая среднестатистическую планируемую добычу по этим скважинам при сокращении НПВ на 1% ежегодно в течении 5 лет ранний ввод составлял бы 450 тон. Расчеты технологического и экономического эффектов представлен в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 – Формула расчёта технологического эффекта за счет минимизации НПВ

Технологический эффект

$$\text{Проектная продолжительность бурения, сут.} - \text{Продолжительность бурения за счет оптимизации 5\%, сут.} \times \text{Дебит, тонна} = \text{Дополнительная добыча, тонна.}$$

Таблица 2 – Формула расчёта экономического эффекта за счет минимизации НПВ.

Экономический эффект

$$\text{Дополнительная добыча, тонна} \times \text{Нэтбек, тенге/тонна} = \text{Выгода, тыс.тенге. по годам}$$

Таблица 3 – «УСЛОВНЫЕ» Выгоды от внедрения модуля "Цифровое бурение" ИС "АВАТ" **Млн.тенге**

пп	ДЗО КМГ	2022г.	2023г.	2024г.	2025г.	2026г.	Итого 2022-2034гг.
1	ЭМГ	10	13	15	16	18	135
2	ММГ	45	12	13	18	34	55
3	КГМ		45	46	87	12	45
4	ОМГ		36	15	15	15	87
5	КБМ		7	9	7	8	42
	Всего:	30	60	26	25	30	435

Таблица 4 – «УСЛОВНЫЙ» Объем эксплуатационного бурения по группе компаний АО "НК "КазМунайГаз" **Кол-во скважин**

пп	ДЗО КМГ	2022г.	2023г.	2024г.	2025г.	2026г.	Итого 2022-2034гг.
1	ЭМГ	79	78	54	57	77	184
2	ММГ	25	12	45	46	11	207
3	КГМ	5	6	8	7	9	14
4	ОМГ	45	46	48	75	45	487
5	КБМ	12	24	25	23	64	52
	Всего:	443	303	251	248	247	1 492

Таблица 5 – «УСЛОВНАЯ» Дополнительная добыча за счет сокращения НПВ **Доп. добыча, тн**

пп	ДЗО КМГ	2022г.	2023г.	2024г.	2025г.	2026г.	Итого 2022-2034гг.
1	ЭМГ	129,1	205,8	87,4	83,1	143,7	649
2	ММГ	384,2	54,2	41,6	32,0	20,7	533
3	КГМ		43,8	0,0	0,0	0,0	44
4	ОМГ		459,8	187,1	185,2	183,4	1 016
5	КБМ		16,7	16,5	15,7	15,6	64
	Всего:	513	780	333	316	363	2 306

Таблица 6 – «УСЛОВНАЯ» Разница продолжительности бурения за счет сокращения НПВ **Сутки**

пп	ДЗО КМГ	2022г.	2023г.	2024г.	2025г.	2026г.	Итого 2022-2034гг.
1	ЭМГ	8,7	25,7	11,8	11,4	12,5	70
2	ММГ	38,8	7,9	6,4	5,3	3,6	62
3	КГМ	2,5	2,9	0,0	0,0	0,0	5
4	ОМГ	35,3	63,0	18,7	18,5	18,3	154
5	КБМ	6,5	6,4	6,4	6,3	6,2	32
	Всего:	91,9	106,0	43,2	41,5	40,7	323

ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5;>
2. Фактические промысловые материалы месторождения.

«Цифрлық бұрғылау» модулін әзірлеу» ис Abai

Р.Б. Алдангоров

Андатпа. Бұл жұмыс құжаттаманы жобалауды, ақпаратты сақтауды және Цифрлық бұрғылау модулін әзірлеу үшін ұңғымаларды салу процесін алдын ала талдауға негізделген функционалдылықты сипаттайды, оның мақсаты ҰК кен орындарындағы ұңғымаларды бұрғылау туралы деректерді жинау болып табылады. «ҚазМұнайГаз» компаниялар тобы бір репозиторийде және ұңғымаларды салу бойынша техникалық жобалардың мерзімдерін жобалауды оңтайландырады. Жер қойнауын пайдаланушылар мен мердігерлік қызмет көрсететін компаниялар ұңғыманың электронды файлына қолжетімділікпен бірыңғай цифрлық кеңістікте жұмыс істейтін болады. Бұрғылаудан алынған мәліметтер болашақ ұңғымаларда асқынулардың алдын алып, одан әрі талдау үшін ұңғыманың құрылысы кезінде өңделеді. Нақты уақыттағы бұрғылау мониторингі анықталған асқынуларға тез жауап беруге және барлық мүдделі тараптарды хабардар ете отырып, шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: Мәліметтер қоры, жобалау, бұрғылау, күрделіліктер, техникалық жобалар, көрсеткіштер.

Implementation of «digital drilling» module at is Abai

R.B. Aldangorov

Abstract. In this work, the functionality of the «Digital drilling» is described which is based on preliminary analysis of well design, storage of well data and drilling process. The purpose of the module is to collect data on drilling wells in the fields of group of companies JSC NC KazMunayGas in a single database and to optimize the timing of the design of technical projects for well construction. Client and contract service companies will work in a single digital space with access to the electronic well database. Data coming from drilling rig will be processed during the construction of the well for further analytics, preventing complications on future wells. Real-time drilling monitoring will allow you to quickly respond to identified complications and make decisions with the notification of all stakeholders.

Keywords: Database, design, drilling, complications, technical projects, indicators.

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ПОТОКООТКЛОНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

С.А. Аманжол 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

mithuri41@gmail.com

Аннотация. Как показывает мировая практика, на сегодняшний день, основным методом поддержания пластового давления является заводнение, которое, при благоприятных физико-геологических условиях позволяет увеличить коэффициент нефтеотдачи до 0.7, но из-за неоднородности продуктивных пластов происходит быстрый прорыв воды от нагнетательных скважин к добывающим по высокопроницаемым пропласткам. В таких случаях, остаются невыработанные участки в низкопроницаемых пропластках, в которых все еще имеются достаточные запасы нефти. В этой связи в мире начали пользоваться потокоотклоняющими технологиями (ПОТ), которые могут позволить создавать барьеры на пути фильтрации воды увеличивая нефтеотдачу пласта с помощью увеличения коэффициента охвата. В данной статье проведен анализ наиболее популярных потокоотклоняющих технологий и возможности применимости на отечественных месторождениях.

Ключевые слова: потокоотклоняющие технологии, обводненность, заводнение, увеличение нефтеотдачи.

Сегодня, как никогда прежде, Республика Казахстан, как и другие нефтедобывающие страны нуждаются в увеличении нефтеотдачи. К такому выводу можно прийти с анализа коэффициента нефтеотдачи, которые не превышает 30%. В Казахстане, около 50% нефти добывается с месторождений, которые находятся на поздней стадии разработки. Основной характеристикой данной стадии является обводненность, объясняемая выработкой значительного количества запасов. В Казахстане эта характеристика может достигать 85% и продолжает стремительно расти. Низкая проницаемость коллектора и высокая послойность неоднородности приводят к увеличению количества трудноизвлекаемых запасов нефти, которые не могут быть включены в разработку.

Как показывают анализы работ [1,4], основная причина обводнения это прорыв воды из нагнетательных скважин, а так же конусообразование в залежах с подошвенной водой. К данным работам предлагается методика определения причин обводнения скважин, которая может позволить рассчитать такой режим работы скважин, при которых предупреждение преждевременного прорыва подошвенной воды с продлением безводного периода эксплуатации является возможным. При отборе не более 35-50% нефти от балансовых запасов, наиболее возможной причиной преждевременного обводнения, является неоднородность продуктивных пластов по проницаемости [2]. В настоящее время принято делить причины обводнения на геологические, технологические и технические (граница между двумя последними размыта). Для борьбы с начавшимся или продолжающимся обводнением скважин необходимо установить место воды относительно продуктивного пласта (или ПЗП), а также местоположение резервуара и каналов продвижения воды (в некоторых случаях газа).

В большинстве месторождений вместе с нефтью и газом в пласте залегают вода. Она обычно занимает пониженные зоны нефтяных и газовых пластов, а иногда в разрезе продуктивной пачки выделяются самостоятельные водоносные горизонты [6].

К основным причинам снижения проницаемости призабойной зоны в процессе эксплуатации скважин можно отнести следующие:

1. Для добывающих скважин:

- проникновение жидкости глушения (пресной или соленой воды) или жидкости промывки в процессе подземного ремонта;
- проникновение пластовой воды в ПЗС (в обводненных скважинах) при остановках скважин;
- набухание частиц глинистого цемента терригенного коллектора при насыщении его пресной водой;
- образование водонефтяной эмульсии;

- выпадение и отложение асфальто-смоло-парафиновых составляющих нефти или солей из попутно-добываемой воды при изменении термобарических условий;
- проникновение в ПЗС механических примесей и продуктов коррозии металлов при глушении или промывке скважины.

2. Для нагнетательных скважин:

- контакт пресной закачиваемой воды и растворов с определенными химическими реагентами с глинистыми породами с последующим набуханием;
- использование в процессе закачки пресной воды вместо минерализованной с образованием и отложением солей ;
- кольматация ПЗС твердой фазой промывочной жидкости при ремонтных и других работах в скважине;
- повышенная остаточная нефтенасыщенность в призабойных зонах скважин, которые до перевода под нагнетание воды работали как добывающие.

В таких случаях, для снижения проницаемости или же для полного блокирования высокопроницаемых зон пласта, выравнивания приемистости скважины можно воспользоваться потокоотклоняющими технологиями, в нагнетательные скважины которых, закачиваются определенные объемы специальных реагентов. Цель потокоотклоняющей технологии состоит в блокировке высокопроницаемых зон гелевыми составами, в результате чего происходит перераспределение объема закачки воды, как по толщине, так и по простиранию залежи и подключение к разработке ранее неохваченных или мало охваченных зон пласта.

Данная технология не является инновационной, т.к. они применяются еще с 80-х годов, и применяются до сих пор. В мире существуют более 400 разновидностей ПОТ, но широко применяются только 100.

По физико-химическому воздействию ПОТ можно разделить на группы:

1. На основе полимер-дисперсных и волокнистодисперсных систем.
2. На основе гелеобразующих составов.
3. На основе эмульсионно-суспензионных составов и микроэмульсионных систем.

Таблица 1 – Основные свойства и область применения шитых полимерных составов

Область применения:	-терригенные и карбонатные коллекторы(ТК и КК) -коллектор поровый, трещиновато-поровый -коэфф.расчлененности более 2 -для ТК проницаемость не менее 0,1 мкм² , для КК не менее 0.0 мкм² -температура в зоне закачки не более 90 °С
Основные свойства:	-регулирование времени гелеобразования в диапазоне от нескольких часов до 10 суток -способность на значительные расстояния попадать вглубь пласта, создавая обширные экраны для перераспределения гидродинамических сопротивлений -высокая селективность фильтрации

Таблица 2 – Основные свойства и область применения силикат-гелевых составов

Область применения:	- ТК и КК, разрабатываемые заводнением - поровый и трещиновато-поровый коллектор - для ТК проницаемость не менее 0.08 мкм² , для КК не менее 0.05 мкм² - не более 300 °С в зоне закачки
Основные свойства	- данные растворы не подвержены механической, термоокислительной и биологической деструкции - низкие гидродинамические сопротивления при закачке и высокая селективность фильтрации - высокая термостабильность

Таблица 3 – Основные свойства и область применения эмульсионных составов

Область применения:	- ТК и КК - поровый и трещиновато поровый - температура в зоне закачки не более 90 °С - не менее 0.05 мкм² проницаемости
Основные свойства:	- низкие значения межфазного натяжения на границе с нефтью - гидрофобизирующее воздействие на промытые водонасыщенные пласта коллоидно-дисперсными частицами АСПК - остаточный фактор сопротивления - высокая нефтewытесняющая способность

Как показывают результаты использования ПОТ в России, в период с 2006 по 2010 г., на месторождениях было проведено более 35 тысяч операций, что привело к получению дополнительных 53 млн. тонн нефти.

При этом ПОТ достаточно развита и на отечественных месторождениях, к настоящему времени накоплен достаточный опыт в их использовании. ПОТ применялись в Казахстане на месторождениях Кармандыбас, Каламкас, Узень с 1981 по 2002 годы. В 2005 г. на таких месторождениях, как Терен-Озек и Северный Жолдыбай также были применены ПОТ.

В 2013 году на казахстанском месторождении Узень проводились опытно-промысловые испытания по предложенной авторами [5] потокоотклоняющей технологии с использованием полиакриламидов трех марок- Алкофлад, FP-307 и POLYT-101. Отмечается [5], что процесс влияния данной технологии на пласт достаточно длительный. Данный процесс состоит из трех этапов.

Первый этап характеризуется тем, что на пути ПОТ в пласт первым звеном является ближняя зона нагнетательных скважин. Состояние этой зоны во многом определяет степень выработанности запасов. Отсюда следует, что полимерный раствор в первую очередь оказывает воздействие на прискважинную зону, изначально предупреждая неравномерность охвата.

На втором этапе воздействием охватываются удаленные участки нагнетательных скважин для закупорки промытых каналов, с целью максимального вовлечения в фильтрацию их поверхности.

Третий этап: на данном этапе подключаются методы массивированного физико-химического воздействия на пласт. Увеличение эффективности происходит за счет повышения коэффициента вытеснения или коэффициента охвата залежи. В работе [14] приводится сравнительная оценка эффективности потокоотклоняющих технологий. Как следует из результатов анализа, приведенного в работе [14], для проведенных работ использование полимеров марок POLYT-101и FP-307 наиболее эффективно: уменьшение обводненности соответственно на 3% и 4%, увеличение прироста добычи нефти в среднем на соответственно 2,2 и 1,9 тонн/сут. Проведенный анализ эффективности применения потокоотклоняющих технологий позволил установить количество скважин, отреагировавших на закачку. Общая накопленная дополнительная добыча в результате применения технологии составила 103,33 тыс.т. нефти [11,15].

В работе [15] рассматриваются результаты применения потокоотклоняющих технологий в нагнетательных скважинах (выравнивание профиля приемистости) на основе закачки эмульсионно-полимерных составов в терригенных коллекторах второго эксплуатационного объекта (горизонты Ю1 и Ю2 юрских отложений) месторождения Кумколь Республики Казахстан. Коллектора- высокопористые, высокопроницаемые, сильно неоднородные по проницаемости в обоих направлениях. Нефть согласно классификации, относится к легким, средней вязкости (до 2 мПа·с). Авторами показано, что потокоотклоняющие технологии, осуществляемые в результате закачки в пласт водных растворов полимеров, содержат в себе элементы технологии изменения направления фильтрационных потоков, осуществляемой в результате изменения режима работы нагнетательной скважины. При этом величина технологического эффекта от потокоотклоняющей технологии существенно зависит от

закачанной массы полимера. Например, в однородном пласте с проницаемостью 800 мД увеличение закачанной массы полимера на 30 % более, чем в 2 раза увеличивает технологический эффект [15].

В работах [3,4] авторами отмечается высокая технологическая эффективность применения моделированной полимер-дисперсной системы, в состав которой входит глинопорошок и полиакриламид. Опыты проводились в нагнетательных скважинах Красноленинского месторождения. В результате опытов, было выявлено значительное повышение приместности, что значит улучшение энергетического состояния участка в целом.

Также, в работе [4] рассматривалось применение гелеобразующего состава на участке Тевлинско-Руссинского месторождения. В результате обработки составом ГОС-1-АС одной из нагнетательных скважин была получена положительная технологическая эффективность с вовлечением в разработку ранее недренируемых зон. Оценка была произведена по характеристикам вытеснения, по которой величина добытой дополнительно нефти составила 1206,15 тонн.

Оценку дополнительной добычи по добывающим скважинам от закачки реагента в нагнетательную скважину можно с помощью характеристик вытеснения.

По определению М.И. Максимова, под характеристикой вытеснения нефти водой понимается кривая, отображающая обводнение продукции скважины в процессе ее эксплуатации. Этот же автор показал, что характеристики вытеснения можно применять и для уточнения извлекаемых запасов нефти и прогноза технологических показателей на поздних стадиях разработки. Данный метод с использованием расчетов характеристик вытеснения, получил широкое использование в работах многих авторов здесь и зарубежом.

Таким образом, подводя итог, следует отметить, что огромное количество нефтяных компаний на данный момент накопили положительный опыт в применении ПОТ на практике, что в Казахстане, что зарубежом. В мире существует огромное количество разновидностей данной технологии, что может дать новый толчок в развитии нашей нефтяной отрасли. Данные технологии показали свою эффективность при относительно низких затратах и простоты реализации. Казахстан, позиционирующая себя, как технологически развитая страна должна применять и развивать данное направления на отечественных месторождениях, но при этом не следует считать ПОТ кардинальным средством для воздействия на весь объем пласта и существенного увеличения охвата пласта

ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Основные тенденции развития методов увеличения охвата пластов воздействием в России». Публикационная статья SPE 117410. A.N.Shandrygin, SPE, Schlumberger, and A.Lutfullin, State Commission Resources “SCR Rosnedra”
2. Эпов И.Н., Зотова О.П. «ПОТОКООТКЛОНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК МЕТОД УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ» // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 12-4. – С. 806-810;
3. Гамзатов С.М., Власов С.А., Булавин В.Д. Эффективные технологии производства биополимеров в промысловых условиях и воздействия ими на пласты // Нефтяное хозяйство. – 1998. – № 1. – С. 45–46.
4. Нурпеисов Н.Н., Мухамеджанов М.А. Потокоотклоняющие технологии заводнения пластов на нефтяных месторождениях Западного Казахстана / Н.Н. Нурпеисов, М.А. Мухамеджанов // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2008. – № 4. – С. 58–63.
5. Патент 2180039. РФ. МКИ. Е 21 В 43/16. Способ выбора гелеобразующих составов для повышения нефтеотдачи пластов / Румянцева Е. А. и др. /-М: Бюл. Открытия. Изобретения.- 2002.- № 6.
6. Патент 2198287. РФ. МКИ. Е 21 В 43/20, 43/22. Способ добычи нефти / Румянцева Е. А. и др. /-М.: Бюл. Открытия. Изобретения.-2003.- № 4.
7. Патент 2203400. РФ. МКИ. Е 21 В 43/16. Способ разработки неоднородных нефтяных или газовых пластов / Румянцева Е. А. и др. /-М.: Бюл. Открытия. Изобретения.- 2003.- №11 .
8. Патент 2208136. РФ. МКИ. Е 21 В 43/16. Способ обработки неоднородных нефтегазовых пластов / Румянцева Е. А. и др. /-М.: Бюл. Открытия. Изобретения.- 2003.- № 20.
9. Румянцева Е. А., Акимов Н.И., Дягилева И.А., Зацепин Н.Н. Физико- механические

свойства полимерных гидрогелей, применяемых в нефтедобыче. / Самара: НТЖ «Интервал».- 2002.-№ 5.- С.27-33.

10. Румянцева Е. А., Акимов Н.И., Назарова А.К. Разработка составов и технологий водоизоляционных работ для высокотемпературных пластов. // Материалы 1 Международной практической конференции «Ремонт скважин и повышение нефтеотдачи» г. Москва, 22-23 июня 2004. // М.- 2004.

11. Румянцева Е. А., Акимов Н.И., Назарова А.К. Разработка составов и технологий водоизоляционных работ для высокотемпературных пластов. // Материалы VIII международной научно-практической конференции

12. «Состояние и перспективы работ по повышению нефтегазоотдачи пластов» г. Самара, 9-11 июня 2004. // Самара.- 2004.

13. Румянцева Е. А., Акимов Н.И., Санников В.А., Чернов А.В., Назарова А.К., Козупица Л.М. Разработка составов и технологий повышения нефтеотдачи и водоизоляционных работ в высокотемпературных пластах. // Материалы VII научно-производственной конференции «Состояние и перспективы работ по повышению нефтеотдачи пластов» г. Самара, 5- 7 июня 2003. // Самара, 2003.- С.44-46.

14. Абдулов М.А. Применение потокоотклоняющих технологий на приобском месторождении. Академический журнал Западной Сибири №6 (77), Том 14, 2018, с.94-95.

15. Иванов С.В., Бриллиант Л.С. Основные направления совершенствования физико-химического заводнения на Самотлорском месторождении // Нефтяное хозяйство. - 2000. - №9. – С. 47-50.

16. Малышева Л.Н., Рабинович А.Б., Кравченко И.И., Дмитриева Н.И. Адсорбция полиакриламида (ПАА) из растворов на твердой поверхности. // Тр./БашНИПИнефть.1970. Вып. 4. С.187-190.

Analysis of domestic and foreign experience in the application of flow-deflecting technologies S.A. Amanzhol

Abstract. As world practice shows, today, the main method of maintaining reservoir pressure is flooding, which, under favorable physical and geological conditions, allows increasing the oil recovery coefficient to 0.7, but due to the heterogeneity of productive formations, a rapid water breakthrough occurs from injection wells to producing ones through highly permeable layers. In such cases, there are unprocessed areas in low-permeable layers in which oil reserves are sufficient. In this regard, special importance is attached to flow-deflecting technologies (POT), which can create barriers to water filtration by increasing oil recovery by increasing the coverage coefficient. This article analyzes the most popular flow-deflecting technologies and their applicability in domestic fields.

Keywords: flow-deflecting technologies, waterlogging, flooding, increased oil recovery.

Ағынды технологияларды қолданудың отандық және шетелдік тәжірибесін талдау С.А. Аманжол

Аңдатпа. әлемдік тәжірибе көрсетіп отырғандай, бүгінгі күні қаттық қысымды ұстап тұрудың негізгі әдісі сулану болып табылады, ол қолайлы физикалық-геологиялық жағдайларда мұнай беру коэффициентін 0.7-ге дейін арттыруға мүмкіндік береді, бірақ өнімді қаттардың біртектілігіне байланысты айдамалау ұңғымаларынан жоғары өткізгіш қатпарлар бойынша өндіруші ұңғымаларға судың жылдам серпілісі жүреді. Мұндай жағдайларда мұнай қоры жеткілікті болатын өткізгіштігі төмен қабаттардағы өңделмеген учаскелер қалады. Осыған байланысты суды сүзу жолында тосқауылдар жасауға мүмкіндік беретін ағынды бұру технологияларына(тер) ерекше мән беріледі, бұл қамту коэффициентін арттыру арқылы қабаттың мұнай беруін арттырады. Бұл мақалада ең танымал ағынды технологиялар мен отандық кен орындарында қолдану мүмкіндіктеріне талдау жасалды.

Негізгі сөздер: ағынды басушы технологиялар, сулану, су басу, мұнай бергіштігін арттыру.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАЦИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ ОБЪЕМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ НЕИЗБЕЖНОГО СЖИГАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ВЫСОКОСЕРНИСТОГО ГАЗА

А. А. Андасбаева 

Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы

[*aandasbaeva022@gmail.com](mailto:aandasbaeva022@gmail.com)

Аннотация. Сжигание природного газа с последующими выбросами загрязняющих веществ в атмосферу вот уже много лет является одним из наиболее проблемных вопросов нефтяной индустрии во всем мире. Особенно эта проблема сказывается на развивающихся странах, которые напрямую зависимы от доходов, получаемых в результате добычи нефти.

Особенное значение проблемы сжигания природного газа для Казахстана обусловлено добычей нефти и газа с высоким содержанием сероводорода и меркаптанов.

По результатам анализа проводимых мероприятий по сокращению объемов сжигания газа предлагается оптимизация системы подготовки газа с применением дополнительного оборудования, обеспечивающая заметное снижение экономических потерь и экологического воздействия.

Ключевые слова: природный газ, попутный газ, высокосернистый газ, факел, сжигание, установка подготовки нефти и газа, технологически неизбежное сжигание, эмиссии, экология.

На нефтегазовых месторождениях по всему миру до сих пор ежегодно на факелах сжигается огромное количество природного газа. Наибольшие объёмы такого сжигания приходятся на 20 стран, среди которых лидерами являются Россия, США, Иран, Ирак и Нигерия. По оценкам ежегодные объёмы сжигания природного газа достигают порядка 140 млрд.ст.м³, что соответствует почти трети объёма потребления газа в Евросоюзе.

Являясь членом Глобального Партнерства по сокращению объемов сжигания газа (GGFR)[1], Казахстан с 2005 г. ужесточил требования по вопросу сокращения объемов сжигания газа и согласно требований нормативно-законодательной базы РК обязал недропользователей обеспечить 100 % утилизацию всего объема добываемого газа.

С этой целью в период с 2006 по 2010 года все недропользователи РК были обязаны разрабатывать «Программы по утилизации попутного/природного газа», закрепляющие основную стратегию развития (планы) компании по вопросу утилизации добываемого газа, которые проходили согласование и утверждение в государственных контролирующих органах РК.

После фактической реализации намеченных планов по строительству объектов утилизации добываемого газа, начиная с 2010 года, объёмы сжигаемого газа на всех месторождениях Казахстана значительно сократились. С 2011 г. все недропользователи РК начали разрабатывать новый формат документа - «Программы развития переработки попутного/природного газа», охватывающие 3-х летний период развития, в которых с целью минимизации выбросов в окружающую среду важное место занял вопрос обоснования и согласования объема технологически неизбежного сжигания (ТНС) газа с учетом совершенствования технологий.

В настоящее время обязательство по разработке недропользователями «Программ развития переработки сырого газа» и согласование объемов сжигания газа в объемах ТНС закреплено в нормативно-правовых документах РК [2]. Документ проходит процедуру согласования и утверждения в Министерстве энергетики РК.

Учитывая, что сжигание газа на факелах месторождений Казахстана все еще осуществляется в достаточно большом объеме, в то время как потребность в газообразном топливе с каждым днем возрастает, Государственными контролирующими органами совместно с крупными нефтегазовыми предприятиями страны проводится масштабная работа по внедрению и оценке эффективности различных мероприятий, способствующих снижению объемов сжигания газа.

Основной объем технологически неизбежного сжигания газа приходится на такие крупные месторождения как Кашаган, Тенгиз, Королевское, Карачаганак, Жанажол, Кенкияк, Северная Трува, Алибекмола и Кожасай.

Эксплуатация оборудования и установок по подготовке нефти и газа [3] предполагает параллельное сжигание газа для поддержания рабочих параметров системы (давления, температуры, уровня), при проведении ремонтных работ (планово-предупредительный ремонт, капитальный ремонт, техническое обслуживание), при вводе в эксплуатацию нового оборудования, а также сжигание в ходе сбоев, отказов, отклонений в работе технологического оборудования.

На объектах по подготовке и переработке газа, особенно с содержанием кислых компонентов (H_2S , CO_2 и меркаптаны), при останове и подготовке объектов к техническому обслуживанию или ППР, для обеспечения безопасного проведения работ производятся опорожнения и продувки технологического оборудования с последующим сжиганием сырого и топливного газа на факеле. Также сжигание сырого газа на месторождении осуществляется при проведении различных скважинных операций после капитального ремонта и интенсификации, при исследовании скважин и др.

В соответствии с Методикой[4], объем неизбежного сжигания сырого и топливного (очищенного) газа при техническом обслуживании и ремонтных работах рассчитан с учетом технологических параметров оборудования, Паспортных данных, утвержденных план-графиков проведения ППР и ТО. Кроме того, в течение всего года на различном оборудовании и установках избирательно проводятся внеплановое техническое обслуживание и инспекции[5].

Неизбежное сжигание газа при проведении ремонтных работ и техобслуживании осуществляется при:

- Опорожнении оборудования и технологических трубопроводов от рабочей среды при останове и подготовке к плановому ремонту и техобслуживанию с последующим сжиганием газа на факеле;

- Разгрузке на факел шлейфов и коллекторов для извлечения коррозионных купонов;

- Стравливании на факел газа с выкидных линий, нефтесборных, магистральных трубопроводов и трубопроводов обратной закачки перед проведением ППР;

- Сжигание сырого газа при останове компрессоров газа выветривания и обратной закачки на плановое техобслуживание;

- Периодическом скребковании (поршневании) магистрального газопровода, выкидных линий скважин, промысловых нефтесборных коллекторов и участков магистральных трубопроводов от промысловых объектов до внешних потребителей для очистки стенок газопровода от масел и мехпримесей, а также для диагностики состояния выкидных, нефтесборных, магистральных линий, камер запуска скребков, магистрального газопровода, газопроводов закачки газа в скважину;

- Проведении комплексных исследований состояния нагнетательных трубопроводов и трубопровода подачи сырья и устья скважин закачки кислого газа. Эти операции могут проводиться как во время нормальной работы установки закачки газа, так и во время капитального ремонта. Вместе с тем проводятся исследования состояния компрессора техническими группами и представителями изготовителя компрессора. Во время проведения этих работ предусматривается сжигание сырого/топливного газа при дренировании трубопроводов и аппаратов, а также при продувке и проведении опрессовки оборудования во время остановки/пуска после исследований;

- Проведении комплексных исследований состояния трубопроводов (диагностика состояния выкидных, нефтесборных, магистральных линий, камер запуска скребков, магистрального газопровода). Для продувки выкидных, нефтесборных, замерных (тестовых) сепараторов, камер запуска/приема скребков при проведении скребкования газ продувки сбрасывается на факел;

- Стравливании газа для проведения инспекции ППК согласно требованиям Правил промышленной безопасности. Производится два раза в год;
- Разгрузке ребойлеров, теплообменников и колонн-экстракторов для промывки. Производится периодически;
- Выделении газа из системы закрытого дренажа углеводородов при опорожнении аппаратов во время остановки на ремонт;
- Сбросе на факел в процессе вывода на режим пуска оборудования после ППР и текущего техобслуживания;
- Продувке топливным газом технологического оборудования и трубопроводов после опорожнения для проведения техобслуживания, плановых и текущих ремонтов;
- Продувке топливным газом технологического оборудования в процессе вывода на режим пуска оборудования после ППР и текущего техобслуживания;
- Техническом обслуживании и ремонтных работах на скважинах, включающих в себя:
 - ✓ Очистку после КРС;
 - ✓ Очистку после КРС и интенсификации;
 - ✓ Другие отжиги (лубрикатор, ФА, сброс давления выкидной линии);
 - ✓ Перфорирование.

В работе применены данные с месторождений Тенгиз, Карачаганак, Кашаган, Жанажол и Кенкияк, которые включают крупный цикл технологических процессов, приводящие к необходимости применять большое количество оборудования, установок, сосудов, из которых, вследствие нарушения рабочих параметров выбрасывается газ на факельные системы для последующего сжигания. Ниже представлены объемы и долевое соотношение сжигания газа от суммарной добычи вышеуказанных месторождений (рисунок 1).

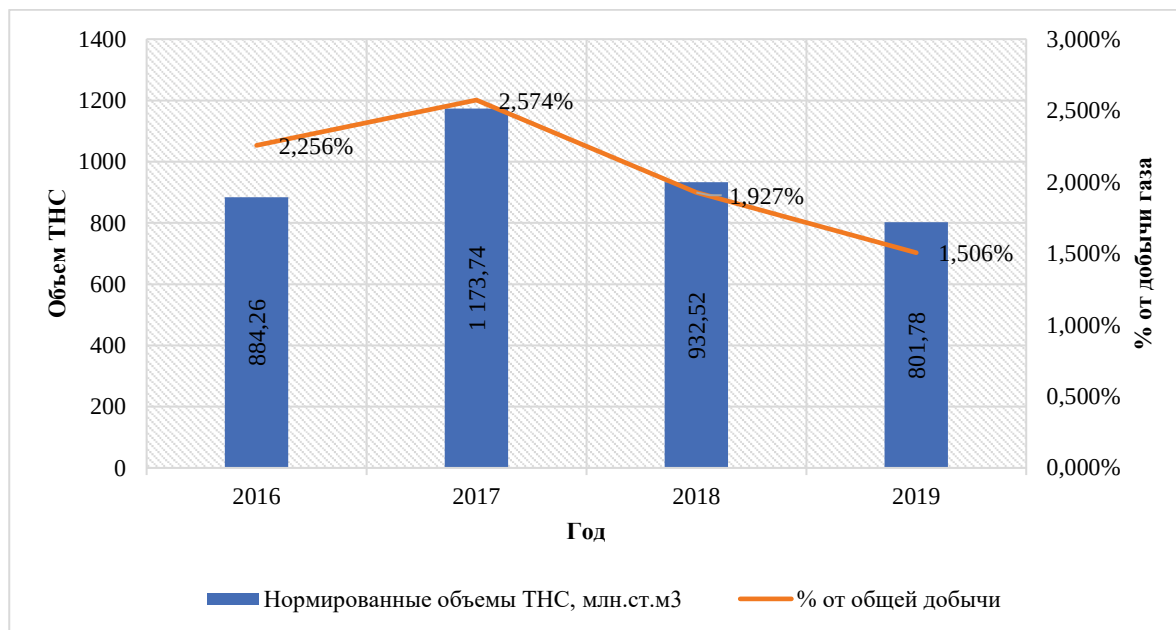


Рисунок 1 – График сжигания газа по крупным месторождениям Казахстана

Не смотря на прослеживаемый ежегодный тренд снижения объемов сжигания газа, компании ежегодно теряют от 2,6% до 1,5% дохода от добываемой продукции, что в численном эквиваленте составляет от 1 200 млн.м³ газа до 802 млн.м³ добываемого газа, выбрасываемого в атмосферу и приводящего негативные последствия в окружающей среде.

Проводимые, на сегодняшний день, мероприятия по минимизации объемов сжигания газа включают в себя:

- применение системы улучшенной сепарации трех фаз пластового флюида в процессе освоения скважин, сокращающий объем отжига нефти. Оборудование позволяет отбирать

больше нефти на этапе очистки скважин, прокачивая её через выкидную линию после сепарации воды и газа на устье, что позволит значительно снизить выбросы. Система применима к каждой скважине, но не способствует уменьшению объема сжигания газа.

- применение оборудования из модифицированных конструкционных марок сталей стойких к сероводородной коррозии
- применение резервных систем питания
- применение технологии обратной закачки газа в пласт
- применение технологии контроля клапанов и ЗРА с целью своевременного выявления негерметичных соединений
- проведение обучений и тренингов операторов и персонала для быстрого реагирования в случаях внепланового отжига газа.

Описанные выше мероприятия относятся к категории работ стадии проектирования завода и превентивным методам [6], однако, не приводящие к модификации технологической системы, что не способствует сокращению объемов сжигания газа в значительных объемах за счет оптимизации цикла подготовки скважинной продукции.

Для реализации данной цели предлагается модификация системы подготовки газа, установкой дополнительного оборудования улавливания газа. Предлагаемая установка способствует значительному сокращению объема сжигания газа, сокращению количества эмиссий в окружающую среду и предотвращение возможных штрафов в ходе превышения установленных лимитов на сжигание и выбросы, в следствие сжигания газа.

Данная система не применяется на месторождениях Казахстана, что является новизной предлагаемой технологии.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. GGFR. Глобальная инициатива – полное сокращение факельного сжигания. <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction>
2. Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года №125-VI «О недрах и недропользовании»
3. А.А. Андасбаева «Оптимизация процессов подготовки высокосернистого газа, с целью сокращения объемов технологически неизбежного сжигания газа». Вестник КазННТУ им. К.И.Сатпаева, 2021 г.
4. «Методика расчетов нормативов и объемов сжигания сырого газа при проведении операций по недропользованию», утвержденная Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 5 мая 2018 года №164
5. Технологический регламент на производственные процессы, сопровождаемые технологически неизбежным сжиганием газа
6. OREDA. Offshore reliability data handbook

Технологиялық еріксіз газ жағу көлемін азайту мақсатында өткізілетін операциялардың тиімділігін бағалау А. Ә. Андасбаева

Андатпа. Табиғи газдың жануы кейіннен атмосфераға ластанушы заттардың шығарылуы көптеген жылдар бойы бүкіл әлем бойынша мұнай өнеркәсібіндегі ең проблемалық мәселелердің бірі болып табылады. Бұл мәселе әсіресе мұнай өндіруден түсетін табысқа тікелей тәуелді дамушы елдерге қатысты.

Қазақстан үшін табиғи газды жағу мәселесінің ерекше маңыздылығы құрамында күкіртті сутегі мен меркаптандардың жоғары мөлшері бар мұнай мен газ өндірумен байланысты.

Газды алауда жағуды азайту бойынша жүргізіліп жатқан шараларды талдау нәтижелері бойынша экономикалық ысыраптар мен қоршаған ортаға әсерді айтарлықтай төмендетуді қамтамасыз ететін қосымша жабдықты пайдалана отырып, газды өңдеу жүйесін оңтайландыру ұсынылады.

Негізгі сөздер: табиғи газ, ілеспе газ, жоғары күкіртті газ, алау, жағу, мұнай және газ дайындау қондырғысы, технологиялық тұрғыдан еріксіз жағу, эмиссиялар, экология.

Evaluation of the efficiency of operations to reduce the technologically unavoidable gas flaring volume during the process of high sulfur gas treatment
A. A. Andasbayeva

Annotation. Natural gas flaring with subsequent emissions of pollutants into the atmosphere has been one of the most problematic issues in the oil industry around the world for many years. This problem especially affects developing countries, which are directly dependent on income from oil production.

The particular importance of the problem of burning natural gas for Kazakhstan is due to the production of oil and gas with a high content of hydrogen sulfide and mercaptans.

Based on the results of the analysis of ongoing measures to reduce gas flaring, it is proposed to optimize the gas treatment system using additional equipment, which provides a significant reduction in economic losses and environmental impact.

Keywords: natural gas, associated gas, sour gas, flare stack, flaring, oil and gas treatment unit, technologically unavoidable gas flaring, emissions, ecology.

ТЕХНОЛОГИИ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫНОСА ПЕСКА И ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИТОКА ПРОВЕДЕНИЕМ ГРП С ПРОПАНТНОЙ НАБИВКОЙ (GRAVEL PACK)

А.А. Асауов

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

askhat_asau@mail.ru

Аннотация. Одним из факторов, который осложняет эксплуатацию скважин является содержание механических примесей в пластовом флюиде. Проблема выноса совместно с нефтью механических примесей располагает место во многих нефтедобывающих регионах Казахстана и зарубежных стран. В таких условиях резко сокращается межремонтный период скважинного оборудования. В статье рассматривается технология ГРП с пропантной набивкой (Gravel Pack) на Месторождении X которая имеет проблему выноса песка. Этот метод базируется на развитии кратких и широких трещин гидроразрыва, прикрепленных пропантом маленькой фракции или природным мелкоокатанным гравием, который мешает разрушению породы, слагающей пласт и проникновению тонкодисперсных частиц, выносимых из пласта в скважину. Предоставленная разработка позволяет организовать проницаемый эффективный противопесочный экран, повысив при этом в большинстве случаев продуктивность скважины, так как данный экран одновременно выполняет роль высокопроницаемого канала, по которому нефть с большей скоростью поступает в скважину, при этом происходит снижение депрессии на пласт, что в свою очередь может снизить разрушение призабойной зоны и вынос песка.

Ключевые слова: Gravel Pack, пескопроявление, добыча, противопесочный экран, пропант, ГРП.

Добыча песка разрушает оборудование, блокирует трубопроводы, создает скважинные полости и должна быть отделена и удалена на поверхности. Комплексные методы, позволяющие эксплуатировать резервуары, подверженные воздействию песка, часто серьезно снижают эффективность добычи. Задача состоит в том, чтобы завершить скважины для удержания пластового песка на месте без чрезмерного ограничения производительности. Иногда допускается даже непрерывное производство песка. Но этот вариант может привести к серьезному повреждению скважины, остановке добычи или отключению наземного оборудования. То, что представляет собой приемлемый уровень добычи песка, зависит от эксплуатационных ограничений, таких как устойчивость к эрозии, производительность сепаратора, простота удаления песка и способность оборудования для искусственного подъема удалять из скважины заполненную песком жидкость.

Месторождение X вступил в эксплуатацию в 1999г. Разрабатываются 10 продуктивных пластов, три из которых приурочены к меловым отложениям, семь – к юрским. В процессе эксплуатации внутрискважинного и наземного оборудования месторождения, возникают такие виды осложнений, как: пескопроявления, парафиноотложение. Все это приводит к уменьшению дебита скважин, досрочному выходу из режима дорогого оборудования и добавочным эксплуатационным затратам на ремонт скважин. Из практического опыта эксплуатации добывающих скважин месторождения X известно, что вместе с нефтью из продуктивных пластов в скважины выносятся песок. Кроме того, содержание в откачиваемой продукции песка является серьезным фактором, осложняющим работу глубинных насосов. Такая продукция, попадая в установку штангового глубинного насоса (УШГН), приводит к износу пары трения «цилиндр-плунжер», клапанов, вызывает утечки, а в ряде случаев вызывает заклинивание плунжера в цилиндре и обрыв штанг. В электровинтовом насосе (ЭВН) содержание песка в пластовом флюиде приводит к истиранию эластомеров, а в некоторых случаях и заклиниванию ротора в статоре.

Технология Gravel Pack (с пропантной набивкой) используется в нефтяной промышленности с 1930-х годов. Технология заключается в проведении ГРП с малым тоннажом пропанта с заранее определенной размерностью и создается фильтр для улучшения притока. В некоторых литературах технологию Gravel Pack (с пропантной набивкой) называют *Frac Pack*. В процессе Gravel Pack (с пропантной набивкой) на первой стадии происходит гидравлический разрыв пласта жидкостью гидравлического разрыва, на второй стадии начинается упаковка гравийного фильтра (пропантная набивка). Жидкостью-песконосителем

в созданные трещины ГРП закачивается и упаковывается проппант, который является препятствием для проникновения песка в скважину. Проппант является достаточно эффективным фильтром, способным задержать даже самые мелкие частицы и имеющим хорошие способности к само очистке – в данном случае это вывод отфильтрованных частиц из потока жидкости, проходящего через слой проппантной набивки. Эффективность проппантной набивки напрямую зависит от характеристик самого проппанта. Чем больше частиц задержит основная часть проппантной набивки, тем меньше совершаемой работы придется на металлический скважинный фильтр, тем самым можно сделать вывод что конструкция скрина (металлического скважинного фильтра) прослужит дольше. Сегодня это наиболее широко используемая мера борьбы с песком, на которую приходится около трех четвертей обработок. Проппантный пакет создает гранулированный фильтр с очень высокой проницаемостью — около 120 Д, но предотвращает попадание пластового песка в скважину. Проппантные насыпи не лишены своих недостатков. Во время установки в пласт закачивается несущая жидкость, которая может повредить проницаемость пласта и ограничить добычу. Затем упаковка имеет тенденцию задерживать повреждения в перфорациях, предотвращая очистку. После установки проппантной пачки в перфорационных тоннелях увеличивает просадку, что может серьезно повлиять на производительность. Проппантные насыпи уменьшают диаметр эксплуатируемого ствола скважины, что обычно требует установки оборудования для искусственного подъема над зоной. Этот метод также является относительно дорогостоящим методом завершения. Сложный способ определения жизнеспособности проппантного пакета заключается в построении кривых производительности скважины для ряда методов заканчивания с использованием симулятора пласта и прогнозов движения песка и того, как это влияет на просадке. Хотя проппантная насадка имеет эти недостатки, это наиболее эффективный метод остановки движения песка и разрешения добычи, хотя и с пониженной скоростью. Из-за этого проппантная набивка является преобладающим методом, используемым сегодня, и требует детального изучения.

Теперь рассмотрим имитационные исследование упаковки проппанта. Рассмотренные модели будут использоваться для оценки влияния отдельных и комбинированных параметров на высоту и скорость оседания. Для этого моделирования размер открытого отверстия и размер экрана составляли 8,5 дюйма и 6 дюймов соответственно. Общепринятой практикой является то, что для оптимальной упаковки проппанта разница в диаметре между экраном и открытым отверстием должна составлять не менее 1 дюйма.

На основе этой геометрии был рассчитан диаметр гидравлики, как описано ниже. Область, доступная для потока, когда в кольцевом пространстве нет гравия:

$$A = \frac{\pi}{4} (8,5in^2 - 6in^2) = 0.0184 m^2. \quad (1)$$

Скорость при заданном расходе (1000 л/мин), когда проппант не засыпан:

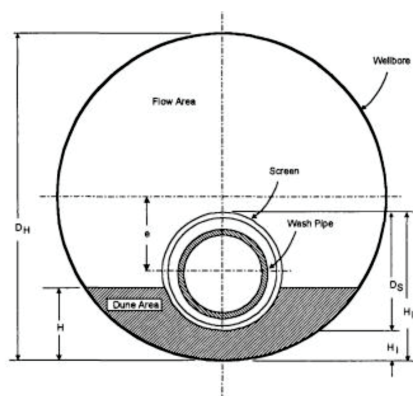


Рисунок 1 – Схема поперечного сечения ствола скважины во время проппантной набивки

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0167}{0.0184} = 0.91 \text{ m/s.} \quad (2)$$

Эквивалентный диаметр, доступный для потока, может быть рассчитан как:

$$D_{eq} = \sqrt{\frac{4}{\pi} (A * uni\%)}. \quad (3)$$

Гидравлический диаметр может быть рассчитан как

$$D = D_{eq}/S. \quad (4)$$

Где S - коэффициент формы, равный 0,67 для концентрического кольца.

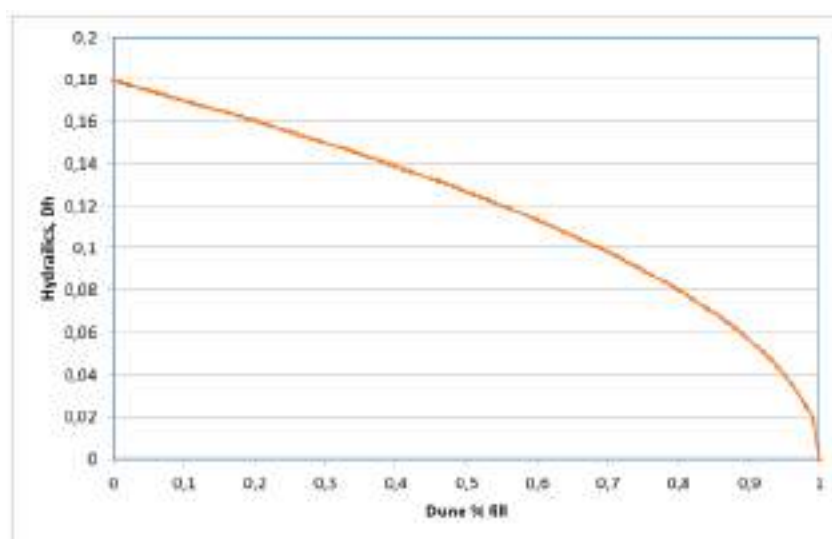


Рисунок 2 – Рассчитанный Dh с 8,5-дюймовыми, 6-дюймовыми песчаными экранами

Модели пропантного пакета являются функцией нескольких параметров, которые включают скорость потока, концентрацию гравия, размер гравия и плотность гравия. Кроме того, поведение жидкости, такое как плотность и вязкость. Все моделирования в этой оценке были выполнены с плотностью пропанта 2,71 г/л. Это плотность легкого керамического пропанта, который часто используется для упаковки пропанта в Северном море и во всем мире.

Вывод.

В этой статье рассмотрено технология ГРП с пропантной набивкой (Gravel Pack) на Месторождении X которая имеет проблему выноса песка. Излишнее обилие песка в продукции приводит к осаждению количества его на забое скважин, образованию песочных пробок и снижению продуктивности. Образование песочных пробок в месторождении X, как правило, связано с низкой скоростью подъема жидкости, пульсирующим режимом работы скважинных насосов и остановками скважин. Из вышесказанного следует вывод:

1. Компоновка фильтра и пакера позволяет создавать большие депрессии без риска прорыва песка, что в дальнейшем дает возможность увеличить дебиты скважин месторождения.

2. Метод Frac Pack предотвращает повреждение пласта, уменьшает влияния скин-фактора, также более эффективное мероприятие для месторождения X.

3. Уменьшение износа нефтепромыслового оборудования и при имитационном исследовании по месторождению X было выведено что оборудование выдержит типичную модель пропантного пакета что эффективнее скажется на результатах.

4. По исследованию технологии ограничения выноса песка и интенсификации притока проведением ГРП с пропантной набивкой (Gravel Pack), планируется внедрение данной технологии для месторождения X, для борьбы с пескопроявлением.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джон Карлсон. Контроль песка: почему и как? Chevron Services, Хьюстон, 2019 год. № 2. С. 56–60.
2. Юрченко А. А. Применение технологии гравийной упаковки. Томский политехнический университет, 2015 год. Томск, 2013. 10-15 с.
3. Экономидес М. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта. Гидроразрыв высокопроницаемых пластов. Перевод: М. Углов - ПетроАльянс Сервисис Компани Лимитед, Москва 2004. С. 118–127.

Құмды шығаруды шектеу және пропантті толтырумен ГРП өткізу арқылы ағынды қарқындалу технологиялары **А. А. Асауов**

Андатпа. Ұңғымаларды пайдалануды қиындататын факторлардың бірі-резервуардағы сұйықтықтағы механикалық қоспалардың құрамы. Мұнаймен бірге механикалық қоспаларды шығару проблемасы Қазақстанның және шет елдердің мұнай өндіретін көптеген өңірлерінде орын алады. Мұндай жағдайларда ұңғымалық жабдықтың жөндеу аралық кезеңі күрт қысқарады. Мақалада құмды шығару проблемасы бар х кен орнындағы пропанты толтырумен (Gravel Pack) ГРП технологиясы қарастырылады. Бұл әдіс гидравликалық сынудың қысқа және кең жарықтарын қалыптастыруға негізделген, олар ұсақ фракцияның проппанымен немесе табиғи ұсақ қиыршық таспен бекітілген, бұл тау жынысының бұзылуына, қабаттың құрамына және резервуардан ұңғымаға шығарылатын ұсақ бөлшектердің енуіне жол бермейді. Бұл технология көп жағдайда ұңғыманың өнімділігін арттыра отырып, өткізгіштігі жоғары экранды құруға мүмкіндік береді, өйткені бұл экран бір уақытта жоғары өткізгіш канал рөлін атқарады, ол арқылы мұнай ұңғымаға жоғары жылдамдықпен түседі, ал резервуардағы депрессия төмендейді, бұл өз кезегінде төменгі шұңқырдың жойылуын және құмды шығаруды төмендетуі мүмкін.

Негізгі сөздер: Gravel Pack, құмның көрінісі, тау-кен өндірісі, құмға қарсы экран, пропан, ГРП.

Technologies for limiting sand removal and intensification of inflow by hydraulic fracturing with propane packing (Gravel Pack) **A.A. Asauov**

Abstract. One of the factors that complicates the operation of wells is the content of mechanical impurities in the reservoir fluid. The problem of removal of mechanical impurities together with oil takes place in many oil-producing regions of Kazakhstan and foreign countries. In such conditions, the inter-repair period of downhole equipment is sharply reduced. The article discusses the technology of hydraulic fracturing with a propane packing (Gravel Pack) at the Deposit X, which has the problem of sand removal. This method is based on the formation of short and wide hydraulic fracturing cracks fixed by a fine fraction proppant or natural finely rolled gravel, which prevents the destruction of the rock composing the formation and the penetration of fine particles carried out of the formation into the well. This technology makes it possible to create a permeable, highly effective counter-pressure screen, while increasing the productivity of the well in most cases, since this screen simultaneously acts as a highly permeable channel through which oil enters the well at a higher rate, while reducing depression on the formation, which in turn can reduce the destruction of the bottom-hole zone and sand removal.

Keywords: Gravel Pack, sand manifestation, mining, anti-dust screen, propan, hydraulic fracturing.

Х КЕНОРНЫ ҮШІН ҰҢҒЫМАДА ҚҰМ ШЫҒУ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУ

М.Х.Астахова¹ 

¹Өл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан, Алматы

astakhova.meiramgul@gmail.com

Андатпа. Зерттеу жұмысы құммен күресу жолдарын шешуге бағытталған.

Зерттеудің мақсаты – Х кен орнында қолданылатын құммен күресу әдістерінің ерекшеліктерін талдау және тиімді әдістерді анықтау.

Құм түзілуімен күресудің оңтайлы әдістерін таңдау және олардың тиімділігі көптеген факторларға, атап айтқанда, қабат жыныстарының цементтелу сипатына, депрессияға, ұңғыма түбінің аймағының ластануына және сұйықтық бөлшектерінің жылдамдығына байланысты. Қабаттың бұзылуына және эрозияға ұшырауының ең осал нүктесі перфорация каналдары болып табылатындықтан, пайдалану барысында барысында ұңғымаға әкелінген құм көлемі ұлғаяды және перфорация арналарының айналасындағы ұңғыма аймағында өңдеулер үңгірлер, арналар және конустар пайда болады. Сол үшін арнайы мұнай ұңғымаларында құм тығындарымен күресу барысында сүзгіштерді қолданады.

Фильтрдің оңтайлы параметрлер мен таңдау әдісін әзірлеп, далалық жерлерде сынақтармен растау. Дисперсті өнімді тау жыныстарының сүзілуін қамтамасыз ететін өнімді тау жыныстары мен сүзілуді қамтамасыз ететін гравийлі сүзгінің өлшемдерінің қатынасын анықтау.

Зерттеудің мақсаты тау жыныстарының физико-механикалық қасиеттерінің салдарынан ұңғымада құм тығындарының кесірінен жер асты қондырғыларының тозуын болдырмас үшін, ағынның бірқалыпты болуын қадағалу үшін сүзгілерді пайдалану.

Негізгі сөздер: құм шығымы, керн, ұңғыма, фильтр, кенорын, депрессия, коллектор.

Кіріспе

Қабат суымен бірге су ұңғымасының оқпанына көп мөлшерде құм түседі – ұңғы түбінің бұзылуына әкеледі. Құмның бір бөлігі ұңғыма түбіне шөгеді, бұл құм тығындарының пайда болуына әкеледі, ал бір бөлігі бүкіл технологиялық тізбек бойынша экспортталады, соның салдарынан, өндіруші ұңғыма, сорғы станциясы, қысым өлшегіштер, айдау ұңғымасы, коллектор, су мен мұнайды көтеруге арналған жабдықтардың жұмысы нашарлайды. Бұл су ұңғымаларын құм тығындарынан тазарту, сорғы жабдықтары мен құбырларды қорғау және жөндеу бойынша шараларға, сондай-ақ энергия шығындарының өсуіне әкеледі. Қабатқа әсер ету үшін ұңғымаларды таңдаудағы негізгі қадам - су көздерін болжау. Жұмыстың негізгі міндеті тау жыныстарының гранулометриялық құрамын талдау және әртүрлі типтегі сүзгілерді тәжірибелік-өнеркәсіптік сынау нәтижелері негізінде Х кен орнындағы су ұңғымаларының құм шығымымен күресудің ең тиімді әдісін таңдау болды.[1]

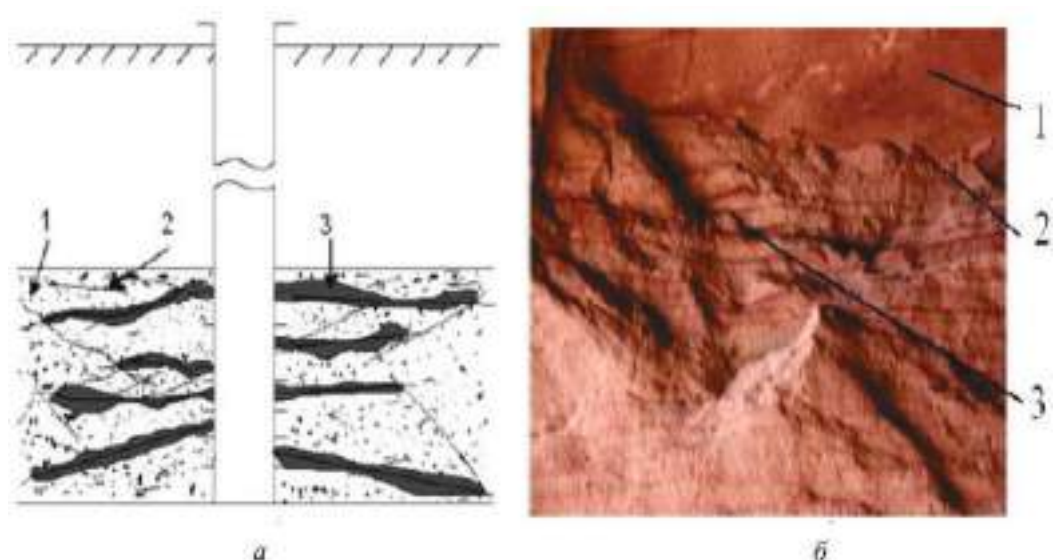
Құмның пайда болу себептерін талдау.

Құмның пайда болу себептеріне қатысты әртүрлі көзқарастар бар. Мұнай және газ ұңғымаларының төменгі кен аймағында әлсіз цементтелген құмтастарды химиялық әдіспен бекіту технологиясын негіздеуге байланысты зерттеулерде өнімді резервуарда тігінен пайда болған жарықтар бойымен жоғары өткізгіш каналдардың пайда болуына байланысты, сонымен қатар әлсіз цементтелген құмтастардың жойылуының селективті сипаты бар екендігі көрсетілген.[1]

Зерттеулер ұңғыманы пайдалану кезінде тау жынысының бөлшектерін резервуардан шығару кезінде ұңғы түп аймағында әр түрлі ені мен ұзындығы жоғары өткізгіш каналдар пайда болатындығын растайды, олар арқылы газ бен резервуар суының негізгі бөлігі сүзіледі. [2]

Ғылыми зерттеулерде құмның пайда болу себептері мен факторлары көрсетілген:

- әлсіз цементтелген коллектор;
- қабаттағы флюидтің тұтқырлығы;
- қабаттағы сұйықтық бөлшектерінің қозғалыс жылдамдығы;
- депрессия;
- қабат түбіндегі кернеу;
- қабат түбінің ластануы.



а) ұңғымалардың жұмысын талдау нәтижесінде алынған қабаттың түп маңы аймағында жоғары өткізгіш арналардың пайда болуы; б) түпкі жыныстардың терригенді девондық құмтастардың бұзылуы; 1-цементтелген құмтас; 2-тектоникалық жарылу; 3 - құмтастағы жоғары өткізгіш каналдар[2]

Сурет 1 – Қабаттың түп маңы аймағының бұзылу схемасы

Коллектордың бұзылу және құм шығу себептерін зерттеу мәселесін шешу үшін келесі мәселелерді дәйекті түрде қарастыру қажет:

- тау жыныстары-коллекторлар ретінде құмтастардың жалпы көріністері мен модельдерін жасау (олардың құрылымын, құрамын және негізгі сипаттамаларын сипаттау);
- қабат жыныстарының бұзылғанға дейінгі деформациялық-кеңістіктік тұрақсыздығының даму кезеңдерін кейіннен зерттей отырып, құмтастардың бұзылуын бастау механизмдерін зерттеу;
- құмтастардың деформациялық-кеңістіктік тұрақсыздығы механизмдерін болжау және бақылау принциптері мен әдістерін әзірлеу.

Құм тығындарының пайда болу салдарын талдау

Құм тығындарымен күресудің бірнеше түрлері бар, соның ішінде Х кенорында құм тығындарымен күресуде химиялық бекіту әдістері құмға қарсы сүзу технологиясымен салыстырғанда құмды шығару мәселесін шешудің түбегейлі басқа әдісі болып табылады. Қабаттарды химиялық бекітудің мақсаты-пайдалану жағдайында берік және төзімді тау жыныстарын құру.

Магадова Л.А., Ефимова Н. Н., Губанов В. Б., Нескина В. А., Трофимова М. [3] "Жер асты газ қоймаларының ұңғымаларында резервуардың түп маңы аймағын бекітуге арналған композицияны әзірлеу" еңбегінде сипатталған, құм ұңғымаларының түп аймағын бекіту әдісі ұсынылған алюминий ұнтағы мен тұз қышқылының 10-15% ерітіндісі қосылған карбамид-формальдегид және ацетон-формальдегид шайырларының қоспасынан әзірлеген. Полимер құрамының қатаюы тұз қышқылының әсерінен жүреді және өткізгіш полимер сүзгісі пайда болады, өйткені алюминий ұнтағының қышқыл ерітіндісімен әрекеттесуі бос сутегін шығарады, бұл кеуекті өткізгіш тастың пайда болуына ықпал етеді.

Төменгі ұңғыманың түзілу аймағын нығайтудың тағы бір танымал технологиясы цемент-тұзды кеңейтілген саз қоспасын пайдаланудан тұрады, оны дайындау үшін мұнай ұңғымасының цементі, цемент араластырғыш сұйықтық, дизель отыны және керамзит фракциясы қолданылады.

Бұл ретте «РН-Пурнефтегаз» ЖШС-де құм түсу кезінде ұңғыма жабдығын кешенді қорғау» жұмысының авторлары Михайлов А.Г., Волгин В.А., Ягудин Р.А., Стрижнев В.А. Синтетикалық шайырларды қолданатын көптеген төменгі саңылауларды цементтеу

технологиялары қабаттың өткізгіштігін сақтай отырып, тау жыныстарын нығайтудың жеткілікті жоғары тиімділігін қамтамасыз ете алмайтынын көрсетеді. [3]

X кен орны үшін құммен күресудің оңтайлы әдісін таңдау.

Кен орнында сүзгілерді пайдалану кезінде қол жетімді ақпараттың жалғыз көзі қабаттан шығарылатын бөлшектердің концентрациясы мен гранулометриялық құрамы болып табылады. Құмның пайда болуын бақылау тәсілін таңдау үшін коллектор жынысын талдаудың негізгі әдістерінің бірі-негізгі гранулометриялық талдау. Гранулометриялық талдау жыныстағы әртүрлі мөлшердегі бөлшектердің сандық құрамын анықтауды қамтиды. Гранулометриялық құрамы тар диапазонда анықталды (1,0-0,5; 0,5-0,25; 0,25-0,1; 0,1-0,01; > 0,01) мм. Ең қолайлы сүзгіні анықтау тау жынысының бөлшектердің өлшемдері бойынша таралу деректерін, атап айтқанда біркелкілік коэффициентін (D_{40}/D_{90}) және бөлшектердің орташа өлшемін (D_{50}) технологияны қолдану диапазонының матрицасымен салыстырудан тұрады. Айта кету керек, кейбір жағдайларда мәселенің бірнеше шешімі болуы мүмкін. Сонымен, біркелкі коэффициенті 5-тен төмен өте ұсақ құм үшін көп қабатты торлы сүзгілерді де, қиыршық тасты қаптамаларды да, кеңейтілетін сүзгілерді де қолдануға болады. Долган свитасының қабаттары үшін қиыршық тасты немесе кеңейтілген сүзгілерді қолдану ұсынылады, ал насон свитасының қабаттары үшін көп қабатты торлы сүзгіні қолдануға болады. [4]

Технологияны зерттеу және әзірлеуге, тұрақсыз коллекторлармен аяқтау технологиясына байланысты жұмыстарда қабаттың бұзылу себептері мен құм түзілуінің жіктелуі ұсынылады, оларды пайда болу жағдайларына байланысты үш негізгі топқа бөледі: геологиялық жағдайы, қабаттың пайда болу литологиясы, технологиялық шарттары және техникалық конструкциясы.

Жоғарыда аталған негізгі топтардың сипаттамалары келесідей:

1. Геологиялық факторлар: қабат тереңдігі және қабат қысымы; тау жыныстары қысымының көлденең құрамдас бөлігі; қабат жынысының цементтену дәрежесі, оның нығыздалуы және табиғи өткізгіштігі; өндірілетін сұйықтықтың табиғаты және оның фазалық күйі; қабат құмының сипаттамалары (бұрыштылығы, саздылығы); шөгіндіге түп суларының енуі және цементтейтін материалдың еруі; құмды кетіру ұзақтығы.

2. Технологиялық факторлар: ұңғыманың дебиті; су қоймасындағы репрессия және су тарту мөлшері; табиғи өткізгіштіктің нашарлауы (скин фактор әсері); фильтрациялық жүктемелер және құмның капиллярлық адгезиясының бұзылуы.

3. Техникалық факторлар: окпан түп аймағының құрылымы; сүзілу жүретін ұңғы түбінің аймағы (қабатты ашу аралығы, перфорациялық каналдар ашық немесе бітелген және т.б.).

Зерттеу салдарынан X кенорынынлағы резервуар түзілімдері негізінен аралық саздар мен қабат аралық тақтатастары бар құмнан тұратыны анықталды. Бұл түзілімдердің литологиясы құмды, аралас және лайлы турбидиттер болып табылады. Тау жынысына және құмдарға әсер етуі мүмкін зақымдану ықтимал механизмдерін түсіну үшін САТ-сканерлеу, гранулометрия, Нг порозиметрия және SEM микроқұрылымын қоса алғанда, кең ауқымды қабат талдаулары орындалды. Бұл жұмыс құм мен тақтатастың орташа мөлшері шамамен 7-ден 10%-ға дейін ауытқитынын көрсетті, таралуы негізінен түйіршік аралық, кейде тақтатас жолақтары болады. Бұл құмдардағы кеуектілік 10-нан 21%-ға дейін, өткізгіштігі 10м-ден 1,0 Дарсиге дейін. Орташа өткізгіштік шамамен 125 md құрайды. Тау жыныстың тығыздалмаған сипаты, біртектілік коэффициентінің өзгергіштігі және саз бен ұсақ бөлшектердің мөлшері құмды тиімді бақылау үшін қиыршық тасты толтырылған ұсақ (40/60) құм қажет болады деп болжады. Сол себептен ұңғымаға құмдармен күресу үшін әртүрлі фильтрлерді қолданылады.

Қиыршық тасты толтыруды жедел ұйымдастырудағы техникалық қиындықтарға байланысты әртүрлі типтегі сүзгілерді қолдануға тоқталу туралы шешім қабылданды.

Талдау нәтижесінде X кен орнының жағдайлары үшін ең тиімдісін таңдау мақсатында тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарды одан әрі жүргізу үшін сүзгілердің оңтайлы түрлері таңдалды.

Х кенорны үшін қолданылған сүзгі

Құмға қарсы сүзгілерді тәжірибелік сынақтан өткізу бойынша қабылданған шаралар негізінде Х кен орнының су ұңғымаларының барлық қорын торлы типтегі ұңғы сүзгілерімен жабдықтау туралы шешім қабылданды. Жылжымалы су ұңғымаларының қолданыстағы қоры 31 ұңғыманы құрайды, оның 29-ы торлы сүзгілермен жабдықталған. Долган және Насон свиталарына арналған гранулометриялық және фракциялық құрамды анықтау, сондай-ақ сұрыптау және гетерогенділік коэффициенттерінің мәнін есептеу, жүргізілген зерттеулер нәтижесінде салыстырудың ең тиімді екі әдісі таңдалды. Қиыршық тасты толтырудың тиімділігіне қарамастан, бұл әдісті қолдану тиімсіз, сондықтан сым сүзгілерін қолдану оңтайлы әдіс болып табылады.

Сондай-ақ, Насон свитасы жақсы цементтелген құмтаспен сипатталатындығын атап өткен жөн, ол үшін кез-келген әдісті қолдануға болады, сондықтан бұл свитаның экономикалық құрамдас бөлігі маңызды болып табылады. Долган свитасы үшін жағдай керісінше, нашар сұрыпталған құмтас, нәтижесінде матрицаның мәліметтеріне сүйене отырып, аяқталудың оңтайлы түрлерін таңдау үшін көп қабатты торлы сүзгілер мен қиыршық тасты толтыру ұсынылады, бірақ осы кен орнында қиыршық тасты толтырудың тиімсіз болуына байланысты торлы сүзгіні немесе жоғары сапалы сымды қолдану ұсынылады. [4]

Х кенорынында құмдар білінуімен күрестің скважиналарды әртүрлі құмдарға қарсы сүзгілермен жабдықталуына негізделген механикалық әдістің ішінде торлы сүзгіні пайдаланып, тиімділігін арттыру мақсатына ұңғымаларда құм шығуын азайтып, мұнай бергіштікті арттыру және ұңғы құрылысы құрылғыларының жұмыс жасау мерзімін ұзарту.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Тананыхин Д.С. Обоснование технологии крепления слабосцементированных песчаников в призабойной зоне нефтяных и газовых скважин химическим способом. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Санкт-Петербург – 2013 – Т.6 - №1. – С. 44-68.
2. Аксёнова А.Н. Исследование и разработка техники, технологии заканчивания скважин с неустойчивыми коллекторами. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Тюмень, 2004. - №6. – С. 36-40.
3. Шашкин М.А. Применяемые в ГПП «Лангепаснефтегаз» методы защиты для снижения негативного влияния механических примесей на работу ГНО//Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика», 2010. – № 2. – С. 26-30.
4. Мелик-Асланов Л.С., Везиров А.Р. проблема песка при добыче нефти. Азерб. Нефтяное хозяйство, 1981, №9.

Решение проблемы выноса песка на месторождения Х М.Х.Астахова

Аннотация. Исследовательская работа направлена на решение путей борьбы с песком. Цель исследования-проанализировать особенности методов борьбы с песком, применяемых на месторождении Х,и выявить эффективные методы.

Выбор оптимальных методов борьбы с песчаным образованием и их эффективность зависят от многих факторов, в частности, от характера цементирования пород пласта, депрессии, загрязнения участка дна скважины и скорости движения частиц жидкости. Так как наиболее уязвимой точкой разрушения и эрозии пласта являются каналы перфорации, то в процессе эксплуатации увеличивается объем песка, завезенного в скважину, и в зоне скважины вокруг каналов перфорации образуются выработки, каналы и конусы. Для этого в специальных нефтяных скважинах используют фильтры при борьбе с песчаными пробками.

Разработать и подтвердить тестами оптимальные параметры и метод выбора фильтра на полевых условиях. Определение соотношения размеров продуктивных пород, обеспечивающих фильтрацию дисперсных продуктивных пород, и гравийного фильтра, обеспечивающего фильтрацию.

Целью исследования является использование фильтров для контроля равномерности стока, во избежание износа подземных сооружений из-за песчаных пробок в скважине вследствие физико-механических свойств горных пород.

Ключевые слова: выход песка, керн, скважина, фильтр, месторождение, депрессия, коллектор.

Solving the problem of sand removal from field X

M.Kh.Astakhova

Abstract. The research work is aimed at solving ways to combat sand. The purpose of the study is to analyze the features of sand control methods used at the X field and identify effective methods.

The choice of optimal methods of combating sand formation and their effectiveness depend on many factors, in particular, on the nature of cementing of formation rocks, depression, contamination of the well bottom area and the speed of movement of liquid particles. Since the perforation channels are the most vulnerable point of destruction and erosion of the formation, the volume of sand brought into the well increases during operation, and workings, channels and cones are formed in the well zone around the perforation channels. For this purpose, filters are used in special oil wells to combat sand jams.

To develop and confirm by tests the optimal parameters and method of filter selection in the field. Determination of the ratio of the sizes of productive rocks providing filtration of dispersed productive rocks and gravel filter providing filtration.

The purpose of the study is to use filters to control the uniformity of the flow, in order to avoid wear of underground structures due to sand jams in the well due to the physical and mechanical properties of rocks.

Keywords: sand output, core, well, filter, field, depression, collector.

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ВОДОПРИТОКА В СКВАЖИНУ

А.Г. Аждарова^{id}

Satbayev University, Казахстан, г.Алматы

aida.azhdar@yandex.ru

Аннотация. В данной статье был проведен обзор методик проведения внутрискважинных обработок по ограничению водопритока на месторождении Ащисай и обзор составов технологических растворов для ограничения водопритока. На основе данных месторождения была проанализирована эффективность применения закачки в пласт полимераакриламида, с целью снижения обводненности скважин. Основная проблема, которая была выявлена на месторождении, это – образование конуса обводнения. Это становится очевидным на основе того факта, что на изученных площадях большей части месторождения кровля водонефтяного контакта (ВНК) поднялась, в среднем, на 5 метров за все время его разработки. Также есть основание полагать, что вторая проблема – это целостность цементного камня за эксплуатационной колонной для разобщения горизонтов. Эти проблемы можно решить во время проведения одного КРС и, как результат оптимизации добычи, снизить обводненность, которая в настоящее время наблюдается на месторождении Ащисай, до уровня, который, в свою очередь, не так быстро приведет к снижению дебита добычи углеводородов вследствие подтягивания конуса воды.

Ключевые слова: водоприток, полимер, полиакриламид, адсорбция, модификация, гидрофобные группы.

Месторождение Ащисай разрабатывается с 1998 года, добывающие скважины давали безводную нефть, и добыча постоянно увеличивалась, приблизительно до 2001 года. Месторождение Ащисай в географическом отношении расположено в южной части Торгайской низменности. В административном отношении месторождение находится в Теренозекском районе Кызылординской области. Приток нефти получен на западном участке в поисковой скважине 3 из отложений верхней юры. В 1990 году на центральном участке из арыскупского горизонта нижнего мела в поисковой скважине 1 получен фонтанный приток нефти. В 2003 году обводненность выросла с 0% до, в среднем, 16,8% в 2004 году, и в настоящее, средняя обводненность составляет 85%. В начале разработки в 1998 году на месторождении была одна добывающая скважина, в настоящее время фонд добывающих скважин на месторождении составляет 102 единицы. На месторождении выделено приблизительно 10 залежей разработки.

В основном, все добывающие скважины на месторождении являются потенциальными кандидатами для проведения геолого-технических мероприятий по ограничению водопритока. Основная проблема, которая была выявлена на месторождении, это – образование конуса обводнения. Это становится очевидным на основе того факта, что на изученных площадях большей части месторождения кровля водонефтяного контакта (ВНК) поднялась, в среднем, на 5 метров за все время его разработки. Также есть основание полагать, что вторая проблема – это целостность цементного камня за эксплуатационной колонной для разобщения горизонтов. Обе эти проблемы можно решить во время проведения одного КРС и, как результат оптимизации добычи, снизить обводненность, которая в настоящее время наблюдается на месторождении Ащисай, до уровня, который, в свою очередь, не так быстро приведет к снижению дебита добычи углеводородов вследствие подтягивания конуса воды.

На месторождении использовалось несколько наименований хим. реагентов. Применялась марка химического реагента АК-639, который представляет собой порошок, смешанный с нефтью и закачиваемый с использованием нефти, в качестве буферной жидкости, как впереди фронта закачки, так и позади фронта. Другая марка химического реагента – это АК-642, который представляет собой полимер для приготовления загущенной воды.

Данная технология состоит из гидрофобного, модифицированного, водо-смачиваемого полимера, которая имеется внутри полимерных связей. Взаимосвязь с гидрофобными группами дает возможность разработать несколько новых полимерных свойств.

Температурная стабильность была расширена, для того, чтобы снизить процесс раздробления полимера, который с свою очередь связан с сильными взаимодействиями между группами. Данный процесс позволяет более сильно способствовать соединению с минеральной площадью поверхности.

Полимер адсорбируется к стенкам поровых каналов на поверхности пород. Наличие гидрофобных групп помогает увеличить уровень адсорбции полимера. Адсорбция изменяет взаимодействие пластовой жидкости с породой, а также поверхностного натяжения и капиллярного давления, не позволяя каналам потока быть физически включенной.

Описанная выше технология имеет следующие преимущества: быстрая реакция полимера с водой (закрытие скважины не требуется); снижает проницаемость воды (больше чем нефти или газа); не вступает в реакцию с многовалентными катионами (кислородом и кислотами); не требует катализаторов и не требует специальных установок; не требует специальных методов размещения и используется во всех литологиях.

За период со второй половины 2010 года по май 2011 года АО КОР провело приблизительно 47 скважино-операций по ограничению водопритока с переменным успехом. Эффект от закачки полимеров длился от 0 дней до 174 дней. Если брать общие средние цифры, эффект от проведения ГТМ по закачке полимеров длился в среднем около 32 дней.

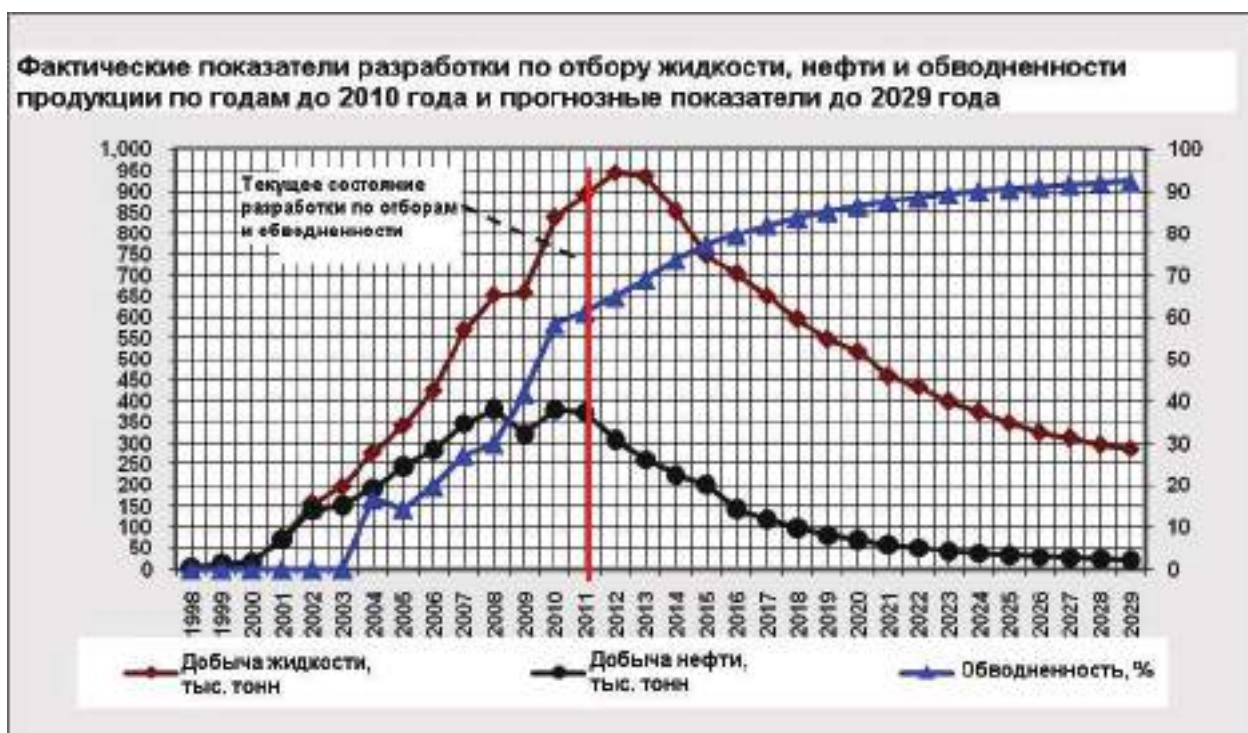


Рисунок 1 – Основные показатели разработки месторождения

На Рисунке 1 представлена динамика отборов и обводненности продукции по годам, начиная с 1998 года по 2010, а также прогноз добычи и обводненности продукции по годам до 2029 года. Очевидно, что, если не выполнять в дальнейшем геолого-технические мероприятия, направленные на ограничение водопритока, период экономически рентабельной разработки месторождения быстро сократится.

Если программа по ограничению водопритока будет активно притворяться в жизнь, существует большая вероятность того, что общая обводненность продукции может быть значительно снижена и темп падения добычи будет значительно замедлен. В теории, если добыча попутной пластовой воды снижается, то добыча нефти может быть увеличена. Тем не менее, это не всегда так, но обычно темп падения добычи можно плавно замедлить. Также при

внедрении технологий ограничения водопритока можно значительно снизить затраты на утилизацию попутно добываемой пластовой воды.

Принимая во внимание общую для месторождения проблему подтягивание конуса воды, все изученные скважины в количестве 101 единицы являются потенциальными кандидатами для проведения ГТМ по ограничению водопритока. Тем не менее, необходимо определиться, с какой скважины начинать эти мероприятия. Для того чтобы определить очередность проведения работ по этим скважинам, скважины были разделены на пять разных категорий, каждой из которых был присвоен номер от 1 до 5. Категории скважин приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Разделение скважин по категориям для определения очередности выполнения ГТМ

Категория скважин	Обводненность, %	Дебит жидкости, м3/сут.	Дебит нефти, м3/сут.	Общая мощность, м.	Залежь разработки, №
1	80-100%	36-45	0-6	12-15	4
2	60-80%	36-27	6-12	9-12	3
3	40-60%	27-18	12-18	6-9	5
4	20-40%	9-18	18-24	3-6	1
5	0-20%	0-9	24-30	0-3	2

Скважины с самыми меньшими общими значениями относятся к скважинам первой очередности проведения ГТМ, самый низкий номер, который может иметь скважина, равен 5, в то время как самый высокий номер, который может иметь скважина, равен 25. Очередность №1 варьируется в диапазоне цифр от 5 до 10; очередность №2 варьируется в диапазоне цифр 11-15; очередность №3 – в диапазоне цифр от 16 до 20; приоритет №4 – в диапазоне значений от 21 до 25.

Как уже ранее упоминалось, самая главная проблема на месторождении – это подтягивание конуса воды, и причина этой проблемы – это природный режим вытеснения нефти подошвенной водой (естественный водонапорный режим) и, как следствие этого водонапорного режима, поднятие первоначального уровня ВНК, в среднем, на 5 метров на большей части месторождения. Это привело к медленному, но устойчивому увеличению обводненности продукции на всем месторождении, поэтому эта проблема сейчас – проблема всего месторождения.

Самый эффективный метод ограничения подтягивания конуса воды – это закачка технологического раствора для ограничения водопритока в интервал мощностью 0,3048 метра (1 фут) при радиусе зоны дренирования скважины в призабойной зоне пласта 6-12 метров. В теории, в соответствии с законом Дарси, вы не сможете создать достаточную депрессию возле забоя скважины, чтобы вызывать приток воды снизу до зоны, подвергающейся обработке.

Тем не менее, технологический раствор необходимо закачивать либо в кровлю конуса, либо как можно ближе к кровле конуса, что приведет к предотвращению дальнейшей добычи воды из конуса. Если технологический раствор будет закачиваться в зону между первоначальным ВНК и текущим ВНК, то технологический раствор не распространится далее крыла конуса обводнения, общее снижение добычи воды должно бы произойти, но существует большая вероятность того, что, в конечном счете, эффективность обработки снизится.

Другой вариант ведения добычи из этих скважин – это вести добычу с оптимально низким дебитом, что предотвратит подтягивание воды в зону дренирования скважины. Самая большая проблема с такой методикой ведения добычи заключается в том, что обычно такой низкий оптимальный дебит добычи будет ниже экономически рентабельного дебита добычи для скважины, и срок окупаемости затрат на строительство скважины займет очень много времени. Это и есть причина, по которой большинство операторов ведут добычу с превышением критического дебита.

Методика закачки

Все скважины на месторождении – это вертикальные скважины, большая часть скважин закончена 1-м или 2-мя интервалами перфораций, а некоторые – 3- 4-мя интервалами перфораций. Вне зависимости от метода закачки технологического раствора, важно поддерживать скорость закачки на минимально возможном уровне, так как давление закачки должно быть ниже градиента гидроразрыва пласта. Рекомендованные значения скорости закачки – от $\leq 0,08$ м³/мин. до 0,15 м³/мин. Причина применения таких скоростей закачки – это минимизация подъема раствора для максимального продвижения фронта закачиваемого раствора как можно дальше в пласт, чтобы достигнуть радиуса проникновения фронта закачиваемого раствора 6-12 метров от ствола скважины в призабойной зоне. Также рекомендуется, чтобы, по возможности, обработка проводилась в пластах-коллекторах эффективной мощностью 0,3048 метра (1 фут), и в случае, если существующие интервалы перфорации находятся в зоне ВНК или расположены близко к зоне ВНК, то использовать эти интервалы перфорации, в противном случае, придется проводить дополнительную перфорацию. Если такая мощность слишком мала для практического осуществления на месторождении, то тогда я бы порекомендовал проводить обработку интервалов с мощностью не более 1 метра. И если осуществление такой обработки представляется возможным, я рекомендую закачивать технологический раствор на расстояние 0,5 метра выше и 0,5 метра ниже текущего ВНК, а также поддерживать скорость закачки на минимальном уровне.

Есть разные способы для прогноза добычи, но из-за ограниченных ресурсов было запланировано и решено симулировать через программное обеспечение Eclipse, чтобы прогнозировать дальнейшую добычу после закачки полимера для предотвращения конусообразования, а также оценить функции модификации относительной проницаемости.

Модель может использоваться для следующих целей:

1. определение целесообразности модификации относительных фазовых проницаемостей для конкретных скважин;
2. построение зависимости параметров модификации относительных фазовых проницаемостей;
3. прогнозирование добычи после закачки полимера.

Заключение

Необходимо поддерживать дебит закачки технологических растворов на минимальном уровне, чтобы предотвратить продвижение раствора вверх и добиться как можно большего проникновения в пласт. Чем дальше в пласт проникнет технологический раствор, тем больше времени займет подтягивание конуса воды. В теории, если фронт закачиваемого раствора продвинется в пласт на 6-12 метров от ствола скважины, то существует малая вероятность, что будет создана достаточная депрессия на пласт, чтобы подтянуть воду к работающему интервалу.

Теперь что касается новых скважин, то проблему обводненности этих скважин необходимо решать до того, как она наступит, а интервалы перфорации распределить в верхней части продуктивных интервалов таким образом, что если конус начнет подтягиваться, то это будет конус нефти, а не конус воды. Хорошее качество цементного камня за колонной также минимизирует заколонный переток. В долгосрочной перспективе, если в новых скважинах не проводить обработку перед их вводом в добычу, то срок экономически рентабельной добычи будет коротким, а существующие скважины быстро обводнятся, если быстро не предпринять необходимые меры по ограничению водопритока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sparlin, D.D.: “An Evaluation of Polyacrylamides for Reducing Water Production,” *JPT* (August 1976) 906.
2. Zaitoun, A., Kohler, N., and Marrast, J.: “On the Use of Polymers To Reduce Water Production From Gas Wells,” *In Situ* (1990) 14 (2) 133.
3. Zaitoun, A., Kohler, N., and Guerrini, Y.: “Improved Polyacrylamide Treatments for Water Control in Producing Wells,” *JPT* (July 1991) 862.

4. Якубов Р.Н. О перспективе применения соляно-кислотных обработок скважин на поздней стадии разработки / Р.Н. Якубов, Ю.В. Антипин, В.А. Лысенков, А.В. Чеботарев // Нефтегазовое дело. -2012. -Т. 10, № 2. -С.22-27
5. Шаталин Р.Р. Проведение ремонтно-изоляционных работ в скважинах с применением полимеркислотного воздействия на карбонатный коллектор / Р.Р. Шаталин, Ю.В. Антипин, Р.Н. Якубов, А.В. Лысенков, А.В. Чеботарев // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов - 2013. -№4.-С. 41-48.
6. Якубов Р.Н. Оценка эффективности гивпано-кислотных обработок скважин Копей-Кубовского месторождения / Р.Н. Якубов, А.А. Улямаев, А.В. Лысенков, Ю.В. Антипин // доклад 62-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Уфимский Государственный Нефтегазовый Технический Университет - Уфа, 2010. - С. 289
7. Чеботарев А.В. Оценка доли эффективной толщины пласта по результатам геофизических исследований скважин турнейского яруса месторождений Западного Башкортостана / А.В. Чеботарев, Р.Р. Шаталин, Р.Н. Якубов // Промысловая геофизика: проблемы и перспективы. / Сборник докладов молодежной научно-практической конференции. Уфа: издательство "НПФ "Геофизика" - 2011. - С. 136 - 140.
- 8.HRL Reservoir Simulation studies 2000 & 2008.
- 9.HRL Reservoir gas compression study 2009.
- 10.Eclipse-100™ user manual.
- 11.<http://oilloot.ru/77-geologiya-geofizika-razrabotka-neftyanykh-i-gazovykh-mestorozhdenij/96-borba-s-obvodneniem-skvazhin>
- 12.<http://earthpapers.net/sovershenstvovanie-tehnologii-polimer-kislotnyh-obrabotok-skvazhin-dlya-intensifikatsii-dobychi-nefti-iz-obvodnennykh-karb#ixzz5Fej9yYxe>

Ұңғыға келетін сулардың көздерін бөгеуге байланысты туындайтын мәселелер **А.Г. Аждарова**

Аңдатпа. Бұл мақалада Ащысай кен орнында ұңғымалардың су көздерін бөгеу үшін арналған әдістеріне шолу және осы әдіске арналған технологиялық шешімдердің композицияларына шолу жасалды. Кен орындарындағы деректер негізінде ұңғымаларда суды бөгеу мақсатында қабатқа полимерақриламидті айдау тиімділігі талданды. Кен орындарында анықталған негізгі мәселе - су конусының пайда болуы. Бұл кен орнының көп бөлігінің зерттелген учаскелерінде мұнай-су байланысының шыңы (МҚҚ) оны игерудің барлық кезеңінде орта есеппен 5 метрге көтерілгенінен айқын көрінеді. Сондай-ақ, екінші мәселе – горизонттарды ажырату үшін өндірістік баудың артындағы цемент тасының бүтіндігі деуге негіз бар. Бұл проблемаларды бір жөндеу жұмыстары кезінде шешуге болады және өндірісті оңтайландыру нәтижесінде Ащысай кен орнында байқалатын су көздерін бөгеумен, өз кезегінде, көмірсутектерді өндірудің тез төмендеуіне әкелмейтін деңгейге дейін төмендетуге болады.

Негізгі сөздер: су ағыны, полимер, полиақриламид, адсорбция, модификация, гидрофобты топтар.

Problems associated with the limitation of water inflow into the well **A.G. Azhdarova**

Abstract. In this article, we review the methods of downhole treatments to limit water inflow at the Ashchisai field and a review of the compositions of technological solutions for water inflow control was carried out. Based on the field data, the effectiveness of polymeracrylamide injection into the formation was analyzed in order to reduce the water cut in wells. The main problem that was identified in the field is the formation of a water cone. This becomes apparent from the fact that in the studied areas of most of the field, the top of the oil-water contact (OWC) has risen, on average, by 5 meters over the entire period of its development. There is also reason to believe that the second problem is the integrity of the cement stone behind the production string to separate the horizons. These problems can be solved during one workover and, as a result of production optimization, reduce the water cut currently observed in the Ashchisai field to a level that, in turn, will not quickly lead to a decrease in hydrocarbon production due to the pulling of the water cone.

Key words: water inflow, polymer, polyacrylamide, adsorption, modification, hydrophobic groups

ПРОГРАММА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПАРАФИНА В ПЛАСТЕ

Баймуратова А.Е. , Досказиева Г. Ш. 

НАО Атырауский университет нефти и газа имени С.Утебаева

* doskaziyeva.gulsin@gmail.com

Аннотация. Парафины откладываются в прискважинной зоне, НКТ, скважинно-насосном оборудовании, трубопроводах и наземном оборудовании, а также вызывают образование высоковязкой стабильной водонефтяной эмульсии внутри НКТ и наземного оборудования, резко снижая продуктивность скважин. Процессы выпадения парафинов могут проявлять себя не только в скважинах, но и непосредственно в нефтяном пласте, например, при закачке больших объемов охлажденной жидкости. В этом случае в пласте твердые парафины приведут к уменьшению просвета поровых каналов и снижению фазовой проницаемости и нефтеотдачи в целом.

Ключевые слова: добывающие скважины, АСПО, производительность системы, термохимический метод, механический метод, прирост дебита нефти, продолжительность эффекта, дополнительная добыча нефти за время эффекта.

Месторождение С.Нуржанов многопластовое, разведанные залежи нефти на площади связаны с юрскими и триасовыми отложениями. [1]

Нефтяные залежи по типу природного резервуара пластовые, сводовые, тектонически и литологически экранированные. Литологически продуктивные пласты представлены чередованием песчаников, глинистых алевролитов и аргиллитов. Коллекторами являются тонко и мелкозернистые глинистые песчаники.

Нефти юрских и триасовых горизонтов в поверхностных условиях по свойствам схожи между собой и характеризуются по плотности как тяжелые, сернистые, малосмолистые, высоковязкие и парафинистые.

Нефти месторождения характеризуются высоким содержанием парафина (до 25%) и относятся к классу высокопарафинистых. Поэтому при определенных термобарических условиях возможна парафинизация нефтепромыслового оборудования.

При добыче нефти происходит неизбежное изменение термобарических условий. Нефть охлаждается в основном при движении ее по стволу скважины за счет теплообмена с окружающей средой, а также за счет выделения и расширения газа, обусловленного снижением давления. Понижение температуры нефти до точки насыщения и далее вызывает изменение агрегатного состояния компонентов, приводящее к образованию центров кристаллов парафина.

Характер парафинизации индивидуален для каждой скважины и зависит от свойств добываемой нефти, термодинамических условий, способа эксплуатации, дебита.

Зная технологические параметры скважины, можно спрогнозировать интервал отложения парафина в трубах.

Для примера, с этой целью, нами проведен расчет распределения температуры по глубине скважины 2.

Скважина 2

Геолого-промысловые данные:

Интервал перфорации: 1859-1863м;

$Q_{ж}=22.5 \text{ м}^3/\text{сут}$, $T_{пл}=357.5\text{K}$ (84.3°C); $T_{н.с.}=289\text{K}$; $H_{к.п.}=1859\text{м}$; $H_{н.с.}=30\text{м}$; $d_{вн}=0.073\text{м}$; $\rho=0.654 \text{ кг/м}^3$. Температура насыщения нефти парафином составляет 48.7°C .

Распределение температуры по глубине скважины можно установить по следующему выражению:

$$T(H) = T_{пл} - (H_{кп} - H) * \frac{0.0034 + 0.79\omega * \cos \alpha}{10^{q/20d^{2/67}}} \quad (1)$$

где: $T_{пл}$ - пластовая температура, К;

$H_{кп}$ - глубина кровли пласта, м;

H - текущая глубина, отсчитываемая от устья скважины, м;

Q - дебит жидкости, приведенный к стандартным условиям, м³;

d - диаметр скважины (подъемника), м;

ω - геотермический градиент, определяется по формуле:

$$\omega = \frac{T_{пл} - T_{нс}}{(H_{кп} - H_{нс}) * \cos \alpha},$$

где: $T_{нс}$ - температура нейтрального слоя, К;

$H_{нс}$ - глубина нейтрального слоя, м.

При известном массовом дебите скважины Q_m и известной плотности нефти в стандартных условиях $\rho_{нд}$ дебит жидкости Q рассчитывается так:

$$q = Q_m / (86,4 \rho_{нд}), \quad (2)$$

где: Q - дебит жидкости, м³/с;

Q_m - массовый дебит жидкости, т/сут;

$\rho_{нд}$ - плотность нефти в стандартных условиях, кг/м³.

На основании расчетных данных построена кривая зависимости изменения температуры от глубины скважины (рисунок 1).

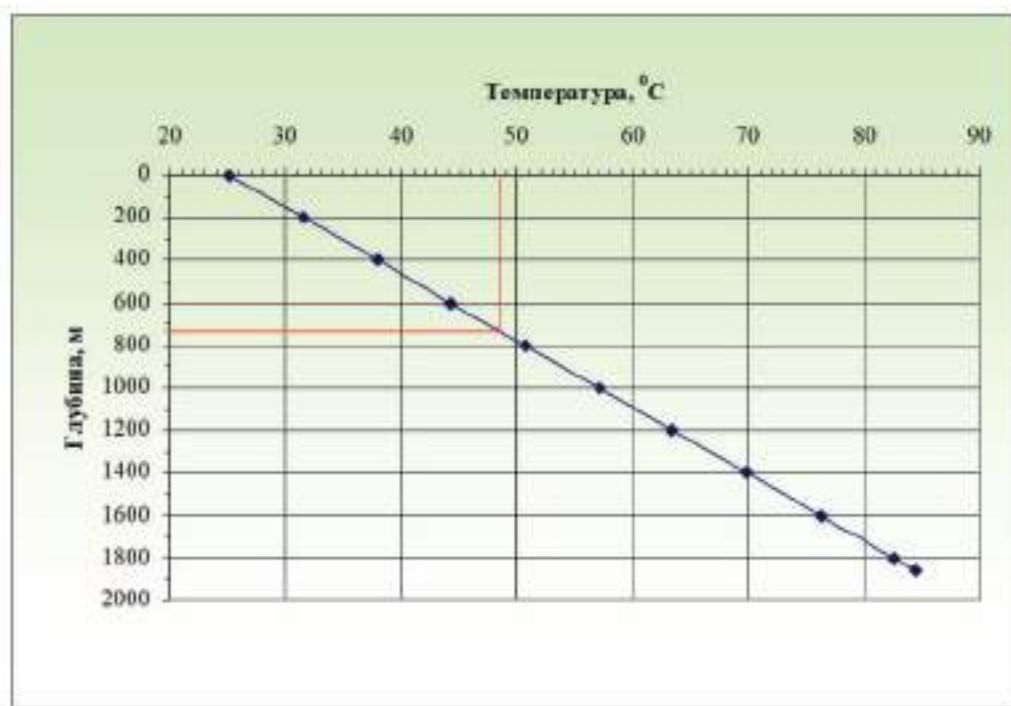


Рисунок 1- Кривая зависимости изменения температуры от глубины скважин

Как видно из графика, точке начала парафиноотложений соответствует глубина 700 м.

Для борьбы с парафиноотложениями существуют различные методы, направленные как на предупреждение образования их, так и на удаление уже образовавшихся отложений.

Обработки горячей нефтью на месторождении не обеспечивают достаточной эффективности по очистке оборудования, а также по восстановлению стабильного дебита, поэтому на месторождении необходим подбор новых методов и технологий, дающих желаемый результат.

Процесс образования парафинов в пласте можно разделить на три составляющие: выпадение, транспортировка и флокуляция (при наличии), а также адсорбция и закупорка поровых каналов. Для определения количества выпадающего вещества необходимо знать зависимость предельного процентного содержания растворенного парафина от температуры, при превышении предела которого парафин начинает образовывать твердую фазу. Чтобы учесть процесс флокуляции мелких частичек в более крупные необходимо задаться коэффициентом флокуляции, характеризующим скорость образования крупных хлопьев и их объем. Также требуется определить коэффициенты адсорбции и закупорки для воспроизведения процессов прилипания к породе и закрытия поровых каналов. [2]

Необходимо провести следующие эксперименты для определения значимых параметров при моделировании: [3]

1. Исследование на микроскопе для нефти в пластовых условиях с целью определения условий выпадения, размеров и распределения частиц парафина (ключевые слова в Eclipse 300 - ASPP1P, ASPREWG, ASPP2P, ASPPW2D). Нефть при пластовых условиях помещается в прозрачную сапфировую ячейку, просматривающуюся микроскопом с записью видео изображения. При поэтапном снижении температуры регистрируется объем выпавшего парафина (при наличии). После прекращения кристаллизации нового парафина ячейка нагревается выше пластовой температуры для поиска температуры плавления.

В ходе выполнения данного эксперимента получены следующие результаты:

- Определена температура выпадения парафинов в пластовой нефти с минимальным количеством механических примесей при пластовом давлении;

- Отмечено влияние исходных частиц механических примесей;

- Определен средний размер частиц выпавшего при охлаждении нефти парафина;

- Отмечено, что процессы выпадения парафинов при охлаждении нефти и при ее нагревании сопровождаются гистерезисом, что объясняется процессами ограниченного теплопереноса в рамках данного эксперимента (нестационарность условий), а также кинетикой кристаллизации. Но при этом температура начала кристаллизации (появление первых частиц парафина) кристаллизации практически не соответствует температуре окончания плавления парафинов (исчезновение последних частиц парафинов).

2. Исследование на микроскопе для дегазированной нефти. Эксперимент повторяет первое исследование за исключением того, что в сапфировую ячейку помещается дегазированная нефть (нормальное давление, пластовая температура). Объем выпадения и температура плавления не определяются, так как не представляют ценности. Эксперимент позволит определить существенно ли отличается температура кристаллизации для пластовой и разгазированной нефти.

3. Исследование коэффициента адсорбции (ключевые слова в Eclipse 300 – ASPDEPO). В исследовании участвует охлажденный фрагмент неколлектора. Образец погружается в нефть пластовой температуры. После прогрева образец вынимается, очищается от подвижной нефти обдувом и взвешивается. Далее образец охлаждается и операции повторяются до установления постоянной массы образца.

Вывод:

Таким образом в ходе эксперимента определены температура выпадения парафина и средний размер частиц выпавшего при охлаждении нефти парафином.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ пробной эксплуатации месторождения С.Нуржанов АО «НИПИнефтегаз» 2006г.
2. Марьин В. И. Акчурин В. А. Демахин А. Г. Химические методы удаления и предотвращения образования АСПО при добыче нефти: аналит. обзор. - Саратов: Изд-во ГосУНЦ. Колледж, 2001. – 156 с.

3. Сунагатуллина Р.З., Несына Г.В., Хасбиуллина И.И., 2018, Методы измерения температуры начала кристаллизации парафинов в нефти и дизельном топливе, // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, 2018 8(1):21–29

Парафин қалыптастыруды зертханалық зерттеулер бағдарламасы
Баймұратова А., Досказиева Г. Ш.

Аңдатпа. Парафиндер ұңғыма маңындағы аймақта, құбырларда, ұңғымаларды айдау жабдықтарында, құбыр желілерінде және жер үсті жабдықтарында шөгеді, сонымен қатар құбырлар мен жер үсті жабдықтарының ішінде тұтқырлығы жоғары тұрақты мұнай-су эмульсиясының түзілуін тудырады, ұңғыма өнімділігін күрт төмендетеді. Балауыздың тұндыру процестері тек ұңғымаларда ғана емес, сонымен қатар тікелей мұнай қабатында да көрінуі мүмкін, мысалы, салқындатылған сұйықтықтың үлкен көлемі айдалған кезде. Бұл жағдайда қабаттағы қатты парафиндер кеуекті каналдардың клиренсінің төмендеуіне және фазалық өткізгіштіктің және жалпы мұнай бергіштігінің төмендеуіне әкеледі.

Негізгі сөздер: тау-кен жұмыстары, аспологиялық, жүйенің өнімділігі, термохимиялық әдіс, механикалық әдіс, әсердің әсері кезінде мұнай ағынының, тиімділік, қосымша мұнай өндіру.

The program of laboratory studies of the formation of paraffin formation in the formation
Baimuratova A, Doskaziyeva G.

Abstract. Paraffins are deposited in the near-wellbore zone, tubing, well-pumping equipment, pipelines and surface equipment, and also cause the formation of a highly viscous stable oil-water emulsion inside the tubing and surface equipment, sharply reducing well productivity. Wax precipitation processes can manifest themselves not only in wells, but also directly in the oil reservoir, for example, when large volumes of cooled liquid are injected. In this case, solid paraffins in the formation will lead to a decrease in the clearance of pore channels and a decrease in phase permeability and oil recovery in general.

Key words: production wells, asphalt-resinous paraffin deposits, primary treatments, duration of the effect, additional oil production during the effect, maintaining reservoir pressure.

ПОДБОР КИСЛОТНОГО СОСТАВА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО СОДЕРЖАНИЯ КАРБОНАТОВ

А.К. Бактыбай ,

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

aidar-baktibaev2@mail.ru

Аннотация. Кислотная обработка скважин является возможно одним из самых эффективных и распространённых методов интенсификации призабойной зоны скважины, которая в свою очередь используется для увеличения продуктивности. Подбор состава технологической жидкости является основополагающим этапом в проведении проектирования.

Результат взаимодействия подобранной кислотной композиции с продуктивным пластом изменяется в зависимости от минералогии пород, слагающих продуктивный пласт, и состава жидкости обработки.

Стабильность производительности скважин в течение всего периода разработки является одним из ключевых параметров оценки рациональной и эффективной разработки. Проведение кислотной обработки позволяет восстанавливать продуктивные характеристики скважин и влияет на снижение скин-фактора путем химического взаимодействия породы с технологической жидкостью, что в свою очередь приводит к появлению сети каналов в призабойной зоне скважины.

Ключевые слова. кислотный состав, терригенный коллектор, кислотная обработка скважины.

Стабильность производительности скважин в течение всего периода разработки является одним из ключевых параметров оценки рациональной и эффективной разработки. Проведение кислотной обработки позволяет восстанавливать продуктивные характеристики скважин и влияет на снижение скин-фактора путем химического взаимодействия породы с технологической жидкостью, что в свою очередь приводит к появлению сети каналов в призабойной зоне скважины.

Исследования данного процесса позволяют выявлять новые закономерности и зависимости, в связи с чем в данной области регулярно необходимы уточнение и дополнение существующих моделей, описывающие процессы в пласте.

Результат обработки продуктивного пласта напрямую зависит от взаимосвязи подобранной кислотной композиции и минералогического состава породы пласта. Промысловый опыт указывает на то, что данный вопрос является недостаточно изученным. В большинстве случаев выбор кислотного состава осуществляется без какого-либо научного обоснования. Данный подход называется от метода к объекту, иными словами опыт предыдущих обработок месторождений-аналогов переносится на другие. Как следствие эффективность проведенных кислотных обработок остается на низком уровне.

Ниже рассматривается подбор кислотной композиции для применения в терригенных породах-коллекторах с низкой проницаемостью, повышенной карбонатностью и высокой пластовой температурой. Для обработки этого типа пород-коллекторов очень важно предотвратить отложение малорастворимых донных отложений, таких как CaF_2 (фтористый кальций). При этом необходимо тщательно подбирать концентрацию фторсодержащих реагентов для добавления в разрабатываемый кислотный состав.

Основной целью кислотных обработок матрицы является улучшение её продуктивных способностей, иными словами уменьшение величины скин-фактора коллектора за счёт растворения «загрязнений» пласта, а также создания новых проводимых каналов. Скорость растворения зависит от скорости достижения кислоты к поверхности породы, что приводит к образованию новых каналов неправильной формы.

В случае если пласт-коллектор сложен песчаниками, то разумно применять плавиковую кислоту, поскольку она не вступает в реакцию с силикатами. Реакция между плавиковой кислотой и песчаником происходит медленно. Плавиковая кислота, в отличие от соляной, стремится разблокировать существующие каналы путем растворения загрязнений. Плавиковая кислота преимущественно реагирует с минералами песчаника, чем с кварцем. При этом реакции, которые возникают с сопутствующими минералами (такие как глины, полевые

шпаты, слюды) приводят к возникновению отложений и закупориванию продуктивных каналов. При этом необходимо использовать плавиковую кислоту вместе с соляной, поскольку последняя уменьшает возможность выпадения продуктов реакции из раствора и соответственно закупоривания продуктивного пласта. Данная смесь носит название – глинокислота.

При проведении кислотных обработок обычно пласт, в первую очередь, промывается соляной кислотой с целью растворения ассоциирующих карбонатных минералов (preflush). Промывка проводится именно соляной, а не плавиковой кислотой, поскольку в случае реакции со второй кислотой в пласте будет образовываться фтористый кальций CaF_2 , который легко выпадает в осадок. После этого в пласт закачивается глинокислота (HF-HCl) и в конце пласт промывается слабым раствором соляной кислотой, углеводородной смесью или хлоридом аммония NH_4Cl . При этой последовательности действий большинство продуктов реакции выносятся за пределы призабойной зоны скважины.

Выбор наиболее эффективной технологии интенсификации притока скважины должен осуществляться, прежде всего, исходя из типа загрязнения продуктивного пласта. Также необходимо учитывать следующие параметры пласта: температуру, проницаемость и пористость, гранулометрический и минералогический состав пород, химический состав пластовых флюидов.

Основные компоненты терригенного коллектора

Терригенные коллекторы сложены песчаниками и сцементированы глинами и карбонатами (песчаники, алевролиты, глинистые алевролиты). Коллекторские свойства изменяются в пределах: пористость от 5 до 35%, проницаемость от 0,1 до 3000 мД. Величина пористости зависит от глубины, состава пород, размера зерен, сортировки и содержания карбонатно-глинистого цемента. В основном данный тип коллекторов содержит: обломки кварца (20-70%), полевые шпаты (25-60%), слюды (1-10%), породы разного состава (1-35%), глинистый и карбонатный цемент (3-40% и 0-20% соответственно).

Кислоты, используемые при обработке терригенных коллекторов, особенности взаимодействия с минералами

В основном источником терригенных коллекторов являются минералы, в состав которых входят силикаты такие как: глины, полевые шпаты, кварц, которые выносятся из пласта в процессе фильтрации флюида. С целью удаления этих загрязнений и увеличения проницаемости ПЗП обычно применяют раствор грязевой кислоты (смесь соляной и плавиковой кислоты). Обычно используются концентрации, не превышающие 12% для соляной и 3% для плавиковой кислоты.

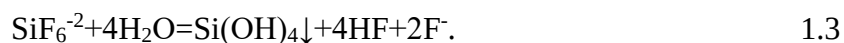
Для плавиковой кислоты характерно растворение силикатных породообразующих минералов, также при растворении образуется множество продуктов реакции, которые выпадают в качестве нерастворимых и/или малорастворимых осадков, тем самым закупоривая поры пласта. В связи с этим применяется соляная кислота в смеси с плавиковой с целью поддержания pH в нужном интервале. В уравнении 1.1 описана реакция плавиковой кислоты и кварца.



Продукт реакции кремния тетрафторид SiF_4 в дальнейшем вступает в реакцию с HF, тем самым используя кислотный состав впустую и в результате образуется гексафторкремниевая кислота H_2SiF_6 (уравнение 1.2).

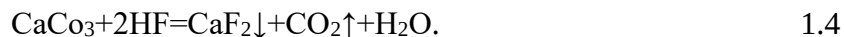


Затем кремния гексафторид SiF_6^{2-} при взаимодействии с водой образует коллоидный гидроксид кремния. Затем образовавшийся кремния гидроксид уходит в осадок в нейтральной среде. (уравнение 1.3).



При реакции HF с минералами терригенного коллектора наиболее распространенными коагулирующими осадками являются CaF_2 , AlF_3 .

CaF_2 появляется при реакции CaCO_3 (кальцита) с HF (уравнение 1.4) и при реакции фтористоводородной кислоты с пластовой водой, которые имеют положительные ионы Ca^+



В случае, если коллектор имеет высокое содержание карбонатов (3,0-15,0 %), то необходимо сначала промыть ПЗС соляной кислотой (HCl). Также при наличии карбонатов в коллекторе более 15%, то не рекомендуется использовать плавиковую кислоту. При взаимодействии алюминия и фтористоводородной кислоты образуется осадок в виде фторид алюминия.

При взаимодействии натрия и калийсодержащих минералов с гексафторкремниевой кислотой H_2SiF_6 образуются фторсиликаты и фторалюминаты согласно уравнениям 1.5-1.8. Гексафторкремниевая кислота получается путем реакции плавиковой кислоты и полевых шпатов.



Полученные осадки (уравнения 1.5-1.8) являются весьма объемными, в связи с чем эти осадки сильно влияют на снижение фильтрационных характеристик пласта. Из чего следует, что высокая концентрация HF обуславливает образование этих осадков.

Вышесказанное указывает на то, что использование грязевой кислоты в терригенных пластах вызывает множество трудностей, которые сопровождаются токсичностью самой кислоты и ее агрессивностью и коррозионной активностью.

Научно-методологические основы выбора кислотного состава для обработки терригенного коллектора

Для получения успешного результата после выполнения кислотной обработки необходимо соблюдать ряд условий, к которым относятся:

- матрица породы не должна изменяться в зависимости от кислотного состава;
- предотвращать образование нерастворимых или же слабо растворимых осадков;
- иметь совместимость по отношению к пластовым жидкостям.

Необходимо отметить, что причиной невысокой растворимости могут быть осадки, которые были образованы в результате предыдущих кислотных обработок. Также, осложнения могут быть вызваны наличием областей с неудовлетворительной гидродинамической связанностью внутри пласта в горизонтальном и вертикальном направлениях.

При выборе технологии по закачке кислотных составов ключевым фактором является матрица объема порового пространства. Основным принципом подбора кислотного состава – обеспечение максимального количества растворенной породы при минимальном количестве выпадения осадков.

Лабораторные исследования, которые основаны на выявлении растворимости образцов горной породы, способствуют пониманию при подборе концентраций кислотных составов.

Совершенствование рецептур вместе с разработкой новых технологических решений напрямую влияют на эффективность проведения кислотных обработок.

Методология:

При кислотной обработке терригенных коллекторов при взаимодействии фторсодержащие компоненты) с образцами карбоната горные породы могут образовывать малорастворимые отложения кальция фториды и забивать фильтрующие каналы. В результате снижается проницаемость продуктивного пласта и, следовательно, скорость потока углеводородов. Поэтому перед кислотной обработкой терригенных коллекторов необходимо изучить состав минералов.

Эти исследования должны проводиться в лабораторных условиях, перед применением кислотного состава в полевых условиях, т.к. неправильный выбор технологии кислотной обработки может привести к ухудшению коллекторских свойств.

За основу была взята методика гравиметрическим методом. Авторы использовали диски керна (диаметром 3 см и высотой около 1 см), площадь поверхности которого определяется по формуле:

$$S = 2\pi r(h + r) \quad 1.9$$

После измерения основных геометрических параметров диски промывали дистиллированной водой и сушили в шкафу, чтобы получить постоянную массу.

Далее проводится взвешивание дисков на лабораторных весах. После этого в ранее подготовленные емкости наполняют полученных кислотных растворов, в объеме более площади дисков примерно в 2 раза. Затем эти емкости располагают в термошкафу на 30 минут с целью нагрева образцов до необходимой температуры.

Затем в каждую емкость погружается образец, который в последствие выдерживается там в течение суток. Далее по истечению 24 часов, образец извлекается из емкости и промывается в сточной воде и после чего помещается в сушильный шкаф, для получения стабильной массы. Диск взвешивают, определяя потерю массы диска по формулам ниже.

Растворимость горной породы терригенного коллектора определена гравиметрическим методом. Отношение убыли массы навески измельченного и высушенного до постоянной массы ядерного материала до и после обработки кислотной композицией к исходной массе навески.

На аналитических весах взвешивается ядерный материал $m_{нав}^{исх}$. Затем навеска помещается в тефлоновый стакан, куда заливается 30 мл рабочего раствора кислотной композиции. По истечению 24 часов содержимое стакана переносится на бумажный фильтр массой $m_{ф}^0$. Осадок на бумажном фильтре промывается дистиллированной водой. Затем осадок помещается в сушильный шкаф при температуре 105 °C до постоянной массы $m_{ф}^1$. Общая растворимость рассчитывается по формулам:

$$P_{общ} = \frac{\Delta m_{нав}}{m_{нав}^{исх}} * 100\%, \quad 2.1$$

$$\Delta m_{нав} = m_{нав}^{исх} - m_{нав}^{обр}, \quad 2.2$$

$$m_{нав}^{обр} = m_{ф}^1 - m_{ф}^0, \quad 2.3$$

$$V = \frac{m_{нав}^{исх} - m_{нав}^{обр}}{S * t}. \quad 2.4$$

В таблице 1 приведены результаты рентгеноструктурного анализа исследуемого образца. Глинистые минералы представлены хлоритом, каолинитом и гидрослюдами, карбонаты – кальцитом, доломитом и сидеритом. Необходимо отметить, что образец керна содержит

значительное количество карбонатов, в основном это кальцит, минерал, который реагирует при контакте с соляной кислотой.

Таблица 1 – Минералогический состав образца

Минеральный состав										
Глины			Слюда	Полевой шпат		Карбонаты			Остальные минералы	
Хлорит	Као-линит	Гидрослюда (Иллит)	Мусковит	Калиевый полевой шпат	Плагиоклаз	Кальцит	Доломит	Сидерит	Пирит	Кварц
5,2%	4,8%	4,5%	0,0%	8,5%	24,2%	7,9%	0,0%	0,0%	0,0%	44,9 %

Рисунок ниже характеризует состояние образца до проведения кислотной обработки. Предполагается, что белые вкрапления являются частицами карбонатов, которые растворятся после взаимодействия с кислотой. Результаты опыта приведены в таблице 2. Согласно таблице результатов видно, что образцы 3, 4 имеют наибольшее количество растворенного карбоната. Кроме этого, образец, обработанный уксусной кислотой, имеет наименьшее количество растворенной породы.



Рисунок 1– Фото SEM в масштабе 10мкм

Таблица 2 – Результаты исследований кислотных составов

№ образца	Состав	Масса до, г	Масса после, г	Время контакта	Количество растворенной породы, %	Скорость растворения, г/см ² *ч
1	CH ₃ COOH	3,1119	2,5891	24 ч	16,8	0,533
2	HCOOH	3,1296	2,5694		17,9	0,571
3	HCl	2,8756	2,1653		24,7	0,723
4	HCl+нефть	6,2265	5,0870		21,3	1,161

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abdelmoneim, Sherif S., and Hisham A. Nasr-El-Din. "Determining the Optimum HF Concentration for Stimulation of High Temperature Sandstone Formations." Paper presented at the SPE European Formation Damage Conference and Exhibition, Budapest, Hungary, June 2015. doi: <https://doi.org/10.2118/174203-MS>.
2. Давлетов З.Р., Пахомов М.Д., Мурзатаева М.К., Дингес В.Ю. Подбор оптимальной кислотной композиции для проведения успешной обработки призабойной зоны заглинизированного терригенного коллектора на основе сведений о минералогическом составе. Работа выполнена по гранту компании British Petroleum Москва, 2012 г. Научный руководитель: Магадова Л.А.
3. Simon, D.E. and Anderson, M.S. 1990. Stability of Clay Minerals in Acid. Paper presented at the SPE Formation Damage Control Symposium, Lafayette, Louisiana. SPE 00019422.

**Құрамы карбонатты жоғары болған жағдайларда теригендік қоймаларда пайдалану
үшін қышқылдық құрамын таңдау
Бактыбай А.К.**

Андатпа. Өндіру және айдау ұңғымаларының өнімділігін арттыру немесе қалпына келтіру үшін ұңғыманы қалыптастыру аймағына әсер етудің ең тиімді және кеңінен қолданылатын әдісі ұңғыманы қышқылмен өңдеу болып табылады. Қышқылмен өңдеу технологиясын жобалаудың негізгі кезеңі процесс үшін технологиялық сұйықтықты таңдау болып табылады. Өнімді қабатты өңдеу нәтижесі таңдалған қышқылдық құрамы мен қабат жынысының минералогиялық құрамы арасындағы қатынасқа тікелей байланысты.

Барлық игеру кезеңінде ұңғыма өнімділігінің тұрақтылығы ұтымды және тиімді игеруді бағалаудың негізгі параметрлерінің бірі болып табылады. Қышқылмен өңдеу ұңғымалардың өнімділік сипаттамаларын қалпына келтіруге мүмкіндік береді және тау жынысының технологиялық сұйықтықпен химиялық әрекеттесуі арқылы тері факторының төмендеуіне әсер етеді, бұл өз кезегінде ұңғыманың түп аймағында арналар желісінің пайда болуына әкеледі.

Негізгі сөздер: қышқылдық құрамы, теригенді қабат, ұңғыманың қышқылдануы.

**Selection of acid composition for use in terigenous reservoirs under conditions
of high carbonate content
Baktybay A.K.**

Abstract. The most effective and widely used method of influencing the bottomhole formation zone to increase or restore the productivity of production and injection wells is acid treatment of the well. The main stage in the design of acid treatment technology is the selection of the process fluid for the process. The result of the treatment of a productive formation directly depends on the relationship between the selected acid composition and the mineralogical composition of the formation rock.

The result of the interaction of the selected acid composition with the reservoir varies depending on the mineralogy of the rocks that make up the reservoir and the composition of the treatment fluid. The stability of well productivity throughout the entire development period is one of the key parameters for assessing rational and efficient development. Acid treatment allows you to restore the productive characteristics of wells and affects the reduction of the skin factor through the chemical interaction of the rock with the process fluid, which in turn leads to the emergence of a network of channels in the bottomhole zone of the well.

Key words: acid composition, terrigenous reservoir, well acidizing.

THE MODERN TECHNOLOGIES IN PREDICTING WAX PRECIPITATION FROM CRUDE OIL MIXTURES

A.M.Bimagambetova , J.A. Ismailova , D.N. Delikesheva , A.K. Abdukarimov ,
B.I. Mombekov 

Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

* Aigerim.Bimagambetova.pe@gmail.com

Abstract. The huge amount of crude oil in Kazakhstan contains heavy hydrocarbons, which precipitate as a paraffin below the solidification point. Deposition of crystallized paraffin on the walls of pipe is one of the problems of ensuring flow, which causes a decrease and complete blocking of the oil flow rate by reducing the cross-sectional area of pipelines. The paraffin deposition increases the oil viscosity -leads to an increase in the energy demand for the transportation of crude oil. The methods of prevention such problems are based on the prediction of the wax appearance point (WAP), considering the temperature dependence of the solubility parameters in the liquid and solid phases, molar volumes of individual components. Currently, two types of models are used to predict the paraffin deposition. In one model, it is assumed that the deposited paraffin is a solid solution; in the other, the released phase consists of many solid phases.

Keywords: wax precipitation, solid-solution model, multisolid model, activity coefficient, fugacity, material balance equation.

Introduction.

There are two types of models to perform wax-precipitation calculation. The first type supposes that the precipitated wax is a solid solution. The second type of model supposes that the precipitated component consists of multiple solid phases - multisolid model.

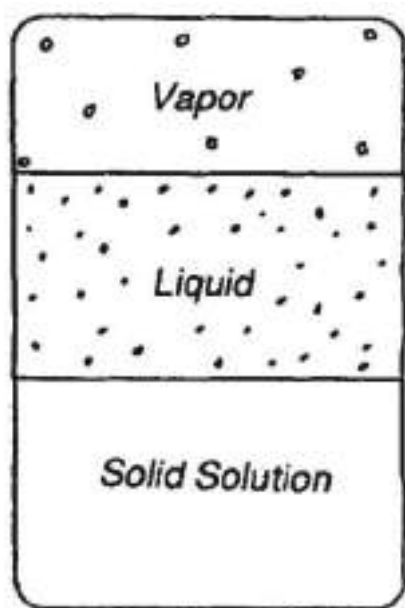


Figure 1 – Solid-solution model for wax precipitation [1]

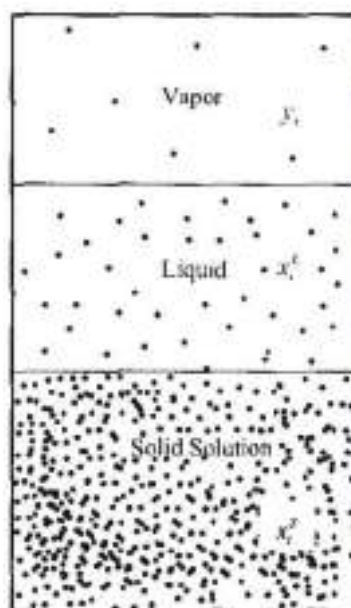


Figure 2 – Multi-solid model for wax precipitation [1]

The assumption of a solid solution (SS) consists in the miscibility of solid components in a mixture of paraffin hydrocarbons. There are almost all the components of the system produce a single amorphous solid phase (K.W. Won 1986, 1989, J.H. Hansen 1988). Consequently, the “molecular interactions” between the components should be taken into account, and in the modeling the main attention will be paid to “solid phase activity coefficients”. The multi-solid (MS) literature implies the numerous crystalline solid, and each of them is a component of the system.

Review.

Primarily, the solid solution (SS) model was used to characterize solid-state bearing of metal composition. There is a general assumption which implies the imperfection of solid solution caused

by substantial molecular interactions. This assumption was first implemented to wax deposition problems in hydrocarbon mixture by Won (1989).

Won introduced a new approach for predicting three-phase equilibria, which includes gaseous, liquid, and solid solutions. A new modified solubility parameter is used to account for the imperfection of solid solutions in this model. The solid-liquid equilibrium coefficient was derived according to the iso-fugacity relationship between different phases, K_i^{SL} ,

$$K_i^{SL} = \frac{S_i}{X_i} = \left(\frac{\gamma_i^L}{\gamma_i^S} \right) \exp \left(\frac{\Delta H^f}{RT} \left(1 - \frac{T}{T^f} \right) + \frac{\Delta C_p}{R} \left(1 - \frac{T^f}{T} + \ln \frac{T^f}{T} \right) + \int_0^P \frac{\Delta V}{RT} dP \right)_i, \quad (1)$$

where, S_i – mole fraction of component in solid phase;

X_i – mole fraction in liquid phase, γ_i – activity coefficient;

T^f – fusion temperature;

ΔH^f – heat of fusion;

ΔC_p – heat-capacity change of fusion;

ΔV – volume change of fusion.

To predict the liquid and solid activity coefficients a new regular solution model has been applied,

$$\ln \gamma_i = \frac{V_i(\delta - \delta_i)^2}{RT}, \quad (2)$$

where V_i – molar volume;

δ_i – solubility parameter;

δ – average solubility parameter of the mixture.

The models based on activity coefficients aren't appropriate for reservoir oil mixture because there is no considering of volume change caused by mixing.

By means of the Soave-Redlich-Kwong vapor-liquid equilibria equation of state and liquid-solid equilibria theory ("modified regular solution") Won (1986) could provide acceptable outputs for a composition of n-alkane. This composition contains 41 constituent elements varying from C_1 to C_{40} and CO_2 . The Flory-Huggins term was inserted to the new equation of calculating the activity coefficient of liquid phase:

$$\ln \gamma_i^A = 1 - \frac{M_i}{M} + \ln \frac{M_i}{M}, \quad (3)$$

where M – mole fraction average of M_i .

Won (1989) introduced a new thermodynamic relation for estimating WAT and the compound of the accumulated paraffin phase over a large temperature range from 210 to 320 K. Additionally, the heat capacity impact on the fugacity ratio was taken into account.

Despite the listed assumptions of the model, an acceptable result of the amount of deposited wax in terms of temperature with an accuracy of ± 3 K was obtained.

Following the Won's (1986) approach, several researchers have worked on refinement the activity coefficient model for liquid and solid phases. Due to the processes of formation and increasing of wax crystals the new model for solid state based on Gibbs energy were offered by Hansen et al. (1988). Likewise, Flory-Huggins model (1941) was derived for the liquid phase. Employing a LABORLUX 12 microscope with the option of temperature management, the wax appearance point (WAP) was determined for 17 diverse North Sea crude oils. Next, the Won's model (1986) is used to estimate the WAT for that 17 oil samples. Won's (1986) model gave the WAT values slightly higher than actually measured. For best results, Hansen et al. (1988) accurately described 160 pseudo-components of the C_7+ fraction and dropped the activity coefficients to 10^{-10} , which is significantly less than those obtained from the Won's model. The laboratory outcomes well agree with the results gotten from the new model. The difference is within ± 2 K.

Multi-solid model. The thermodynamic multi-solid wax model for petroleum mixture was first developed by the Lira-Galeana et.al. (1996). They suggest method that considers wax deposition as a process with accumulation of multiple stable solid components. These components not miscible with other solids. To make the specifying pure or pseudo solid compounds the stability analysis was implemented. The fugacity of compounds in all three states was determined by the Peng-Robinson EOS. After modifying the melting point temperature proposed by Won (1986), the asymptotic temperature correlation of the new equation “corresponds to the average melting temperature of heavy naphthenic and aromatic hydrocarbons with carbon numbers above 30” (Won 1986). The Won’s (1986) correlation for calculating the enthalpy of fusion of waxy oil gave an overvalue wax quantity below the cloud-point temperature, therefore, it was corrected. For the laboratory experiments the binary and multicomponent compositions were used. Further, adding the heat capacity of fusion to the general equation gave the better results from the binary compounds according to scientific analysis. Eight crude oil probes were included the multicomponent composition. These scientific analysis outcomes related to the wax deposition characterization have well agreed with the results from laboratory experiments. Precisely, the described method “reproduces the experimentally observed discontinuous deposition behavior of real petroleum systems” (Lira- Galeana et al. 1996). Based on this correlation model other modifications are developing today.

The Lira-Galeana et.al. (1996) model implies the following:

The vapor – liquid (4) and liquid-solid (5) isofugacity equilibrium equation for the system of N_s precipitating types and N components will be presented as,

$$f_i^v(P, T, y_1 y_2, \dots, y_{N-1}) - f_i^l(P, T, x_1 x_2, \dots, x_{N-1}) = 0$$

$$i = (1, \dots, N) \quad (4)$$

$$f_i^l(P, T, x_1 x_2, \dots, x_{N-1}) - f_{purei}^s(P, T) = 0$$

$$i = (N - N_s) + 1, \dots, N \quad (5)$$

The material balance equations
for the non-precipitating components

$$z_i - x_i^l \left[1 - \sum_j^{N_i} \frac{S_j}{F} - \frac{V}{F} \right] - K_i^{vl} x_i^l \frac{V}{F} = 0$$

$$i = 1, \dots, (N - N_s) \quad (6)$$

for the precipitating components, where all solid phases are pure:

$$z_i - x_i^l \left[1 - \sum_j^{N_i} \frac{S_j}{F} - \frac{V}{F} \right] - \frac{S_i}{F} - K_i^{vl} x_i^l \frac{V}{F} = 0$$

$$i = \{(N - N_s) + 1, \dots, N - 1\}; \quad N_s > 1$$

$$K_i^{vl} = \frac{\phi_i^l(P, T, x^l)}{\phi_i^v(P, T, Y)} \quad (7)$$

$$f_i(P, T, z) - f_{purei}^s(P, T) \geq 0 \quad (8)$$

From the stability point of view, the component may be accumulated and form a solid phase if the equation (8) is satisfied. Otherwise, component will exist only in vapor and liquid phases.

Conclusion. The predictive models for wax precipitation are developing nowadays. All of them have their benefits and weak sides. The common error in prediction paraffin crystallization is that each method was developed using defined samples of crude oil mixtures. So, when we apply one of them to differ oil, the unacceptable range of uncertainty may arise. As study shown, the more upcoming and precise method is multisolid model.

Acknowledgement: This paper was prepared as part of the project "Development of PVT model for prediction of wax precipitation" AP09058452, within the framework of the competition is held on grant financing of fundamental and applied research young scientists on scientific and (or) scientific and technical projects for 2021-2023 by Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

REFERENCES

1. Lira-Galeana C., Firoozabadi A., and Prausnitz J.M., "Thermodynamics of wax precipitation in petroleum mixtures", *AIChE J.* 42 (1) (1996) 239-248.
2. Coutinho J.A.P., "Predictive UNIQUAC: a new model for the description of multiphase solid-liquid equilibria in complex hydrocarbon mixtures", *Ind. Eng. Chem. Res.* 37 (12) (1998) 4870-4875. <https://doi.org/10.1021/ie980340h>
3. Coutinho J.A.P., Edmonds B., Moorwood T., Szczepanski R., Zhang X. "Reliable wax predictions for flow assurance". *Energy Fuels* (2002); 20(3):1081-8, <http://goo.gl/5U7WMB>. <https://doi.org/10.1021/ef050082i>
4. Hansen J.H., Fredenslund A., Pedersen K.S., and Rønningsen P.H. "A thermodynamic model for predicting wax formation in crude oils", *AIChE J.* 34 (12) (1988) 1937-1942
5. Pedersen K.S., Skovborg P., and Rønningsen H.P., "Wax precipitation from North Sea crude oils. 4. Thermodynamic modeling", *Energy Fuels* 5 (6) (1991) 924-932.
5. Nichita D. V., Goual L., and Abbas F. "Wax Precipitation in Gas Condensate Mixtures." *SPE Prod & Fac* 16 (2001): 250-259. doi: <https://doi.org/10.2118/74686-PA>
6. Hong-Yan J., and Bahman T.*, Ali., and Adrian C. T., "Wax phase equilibria: developing a thermodynamic model using a systematic approach", *Fluid Phase Equilibria* 216 (2003) 201-217. doi:10.1016/j.fluid.2003.05.011
7. Won K.W., "Thermodynamic calculation of cloud point temperatures and wax phase compositions of refined hydrocarbon mixtures", *Fluid Phase Equilib.* 53 (1989) 377-396. [https://doi.org/10.1016/0378-3812\(89\)80104-9](https://doi.org/10.1016/0378-3812(89)80104-9)

Мұнайдан парафиннің бөліп түсуін болжаудың заманауи әдістері А. М. Бимагамбетова

Андатпа. Қазақстандағы шикі мұнайдың негізгі бөлігінде парафин түрінде тұнбаға түсетін ауыр көмірсутектер бар. Парафин – шикі мұнайдың ауыр құрамдас бөлігі, құю нүктесінен төмен қатты заттар. Шөгілген парафиннің құбыр қабырғаларында тұндыру - құбырлардың көлденең қимасының ауданын азайту арқылы мұнай өндіруді азайтуды және толық бітелуді тудыратын ағынды қамтамасыз етудің күрделі мәселелерінің бірі. Балауыздың жауын-шашыны мұнай қоспасының тұтқырлығын арттырады - шикі мұнайды тасымалдау үшін энергия қажеттілігінің артуына әкеледі. Ғылым мен өндірісте жоғарыда аталған ағынды қамтамасыз ету мәселелерін болжау және алдын алу үшін тәсілдер бар. Олардың көпшілігі сұйық және қатты фазалардағы жекелеген компоненттердің ерігіштік параметрлерінің температураға тәуелділігін, сондай-ақ жекелеген компоненттердің молярлық көлемдерін ескере отырып, парафиндік кристалдану температурасын (ТКР) болжауға негізделген. Қазіргі уақытта балауыздың тұнбасын болжау үшін модельдердің екі түрі қолданылады. Бір үлгі тұндырылған балауызды қатты ерітінді деп есептейді; екіншісінде тұндырылған фаза көптеген қатты фазалардан тұрады.

Негізгі сөздер: парафиннің бөліп түсуі, қатты ерітінді моделі, мультисолид моделі, белсенділік коэффициенті, ұшқыштық, материалдық тепеңдік теңдеуі.

Современные методы в прогнозировании выпадения парафина из сырой нефти

А. М. Бимагамбетова

Аннотация. Основная часть сырой нефти в Казахстане содержит тяжелые углеводороды, которые выпадают в осадок в виде парафина. Парафин — это тяжелый компонент сырой нефти, выделение твердой фазы ниже точки застывания. Отложение осажденного парафина на стенках трубы - одна из сложных проблем обеспечения потока, которая вызывает снижение и полное блокирование дебита нефти за счет уменьшения площади поперечного сечения трубопроводов. Осаждение парафина увеличивает вязкость нефтяной смеси -приводит к увеличению потребности в энергии для транспортировки сырой нефти.

Существуют подходы для прогнозирования и предотвращения вышеупомянутых проблем обеспечения потока в науке и в промышленности. Большинство из них основаны на прогнозировании температуры кристаллизации парафина (ТКП) с учетом температурной зависимости параметров растворимости отдельных компонентов в жидкой и твердой фазах, а также молярных объемов отдельных компонентов.

В настоящее время применяют два типа моделей для прогнозирования осаждения парафина. В одной модели предполагается, что осажденный парафин представляет собой твердый раствор; в другом - выделившаяся фаза состоит из множества твердых фаз.

Ключевые слова: осаждение парафина, модель твердого раствора, модель мультисолид, коэффициент активности, летучесть, уравнение материального баланса.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН ОТ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ

М.С. Букенова*, А.К. Касенов, М.С. Молдабеков

Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

*bukenova77@mail.ru

Аннотация. Одним из крупных нефтегазовых месторождений Казахстана является месторождение Узень. Нефти месторождения Узень характеризуются большим содержанием парафина и смол. Содержание парафинов колеблется между 16-22%, а смол 8-20%. Высокое содержание парафина, асфальтена и смол обуславливают быстрое засорение нефтяных скважин и насосно-компрессорных труб асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО). Так как месторождение было открыто в 1961 году, скважинная продукция характеризуется высокой степенью обводненности. Степень минерализации пластовой воды доходит до 150 г/л. Высокая обводненность, и минерализация воды в свою очередь вызывает ускорение парафинообразования и образования солевых отложений в призабойной части скважин и на внутренней части насосно-компрессорных труб (НКТ). Эти негативные факторы приводят к сужению проходного сечения скважин и дальнейшего падения дебита скважин, а также к коррозионному износу насосно-компрессорных труб и поломке насосов. Бурение и строительство новых глубоких скважин требуют огромных капитальных вложений, таким образом содержание старого фонда скважин в рабочем состоянии, увеличение срока межремонтного периода путем очистки призабойной части скважин, а также внутренней поверхности НКТ от отложений является актуальной задачей на сегодня.

Ключевые слова: нефть, скважина, насосно-компрессорные трубы, парафинообразования, солевые отложения, очистка.

Месторождение Узень разрабатывается с 1961 года и как многие другие месторождения находится на поздней стадии разработки, следовательно, бурение новых глубоких скважин или горизонтально-направленных скважин должно быть оправдано детальным изучением новых мощностей месторождения.

В целях уточнения запасов данного месторождения в 2017 году произведена высокоразрешающая сейсморазведочная съемка 3D, охватившая общую площадь до 368 кв. км, был проанализирован фонд, состоящий из более 7500 скважин. А также пересмотрена геологическая концепция и соответственно перестроена геологическая 3D-модель [5]. С 2018 года принято и проводится совместно с супервайзерами КазНИПИ (г.Актау) мероприятие МРП+ на четырех НГДУ (ГУ-1,24,38,54). Самая глубокая скважина месторождения №115 охватывает осадочный комплекс толщиной 4500 м, в то время как глубина основного фонда скважин достигает от 800 до 2400 м. На сегодняшний день пересматривается проект разработки месторождения в целях учета новых запасов и дальнейшего планирования добычи этих запасов. Эти перечисленные программы и работы, проводимые на месторождениях Узень, доказывают перспективность месторождения. Поддержание старого и нового фонда скважин в рабочем состоянии путем предотвращения и удаления отложений на внутренней поверхности является одним из приоритетных задач. Согласно программе МРП+, проводимой на месторождении Узень в 2018 году до внедрения данной программы основные отказы УЭЦН происходили из-за солевых отложений и АСПО (таблица1). Наиболее наглядно это представлено на рисунке 1, где приведена соответствующая диаграмма причин отказов.

Таким образом, задачей данной работы была определение наиболее эффективного и перспективного метода очистки нефтяных скважин.

Таблица 1- Основные причины отказов УЭЦН

Период		Распределение по причинам отказа				
		Мехпримеси	Солеотложения	Негерметичность НКТ	Потеря изоляции	Всего
2018 г.	кол-во	8	31	7	21	67
	в %	12%	46%	10%	31%	
5 месяцев 2019г.	кол-во	2	5	2	14	23
	в %	8%	22%	9%	61%	

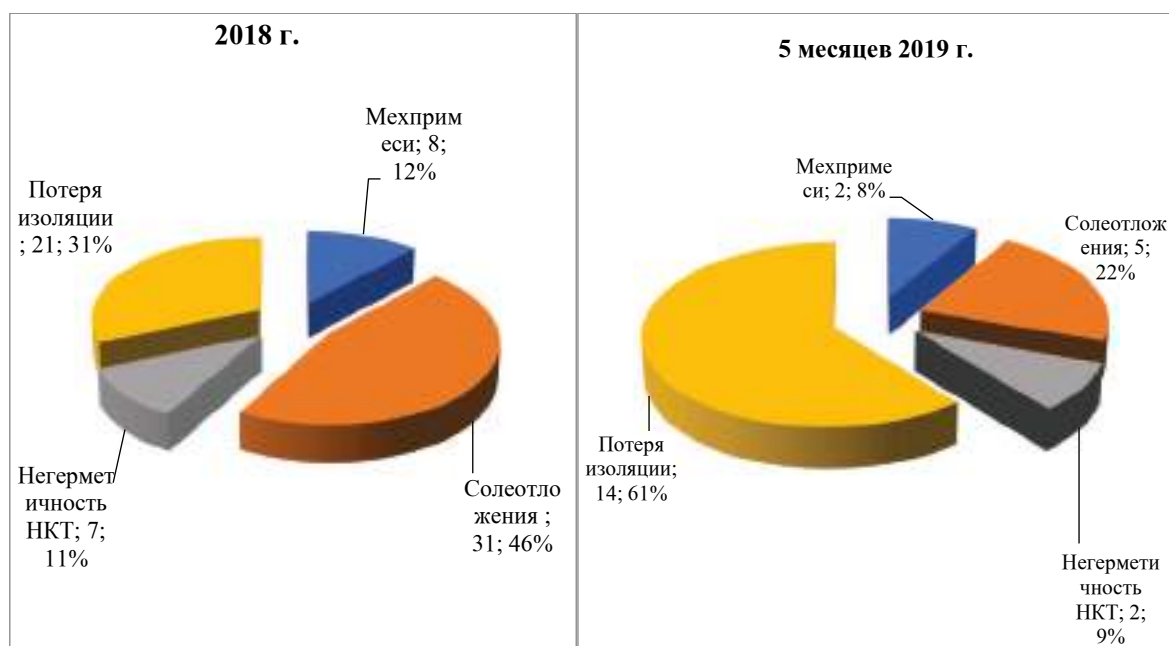


Рисунок 1- Диаграмма соотношений причин отказов

Какие же факторы влияют на интенсивность образования отложений на внутренней поверхности и какие методы оптимальные для удаления этих отложений? Во-первых, физико-химический состав нефти, во-вторых, обводненность, в-третьих, глубина скважины и глубина газоотделения, далее температура и давление внутри скважины.

В Узеньской нефти содержание парафина и смолы доходит до 22 %, и в процессе добычи нефти из-за перепадов температуры, давления и других факторов накапливаются парафиновые и солевые отложения по всей длине НКТ и особенно это наблюдается в призабойной зоне скважин. В первые годы добычи месторождений основными задачами технологов считаются поддержание фонтанирования скважин с сохранением производительности, в противном случае появляются негативные последствия в виде АСПО, повышенного газоотделения и ранней обводненности. Также на поздней стадии разработки месторождения перед технологами возникают аналогичные проблемы.

Авторами статьи [1] Фаттаховым И.Г., Габзалиловой А.Х. и др. выдвигается утверждение, что на интенсивность парафиноотложений влияет вода, однако влияние воды зависит от поверхности: если поверхность гидрофильная, то вода формирует сплошной слой, а нефтяные капли будут свободно прилегать к НКТ. С увеличением же количества воды в нефти адгезия парафина становится медленнее. А на гидрофобных поверхностях наблюдается противоположная ситуация - как повышение скорости образования парафиноотложений вызывается наличием воды в большей степени [1].

Немаловажным фактором, влияющим на интенсивность образования АСПО в той или иной степени считается глубина скважины. Многими фактами установлено, что начало процесса кристаллизации парафина приходит на глубину выделения газа из нефти. А этот процесс напрямую зависит от показателей, как устьевое давление и дебит скважины. С увеличением количества глубоких скважин на месторождении Узень эта проблема будет еще актуальнее.

В общемировой практике методы борьбы с парафиноотложением делятся на две группы: предупреждение и удаление.

К методам предупреждения относятся нанесение покрытий на внутреннюю поверхность НКТ, химические и физические. А к методам по удалению относятся – механические и тепловые.

Как на всех нефтяных месторождениях первоначально для борьбы с парафинообразованием на стенках скважины на месторождений Узень применялись тепловые

методы. К тепловым методам относятся закачка горячей нефти или воды в скважину для расплавления парафина и применение электрических индукционных нагревателей, а также подъем НКТ на поверхность и его пропарка. Однако удаление АСПО нагретым агентом (нефтью или водой) целесообразно использовать в тех случаях, когда применение других способов не обеспечивают значительного повышения дебита. В некоторых случаях в горячую нефть (воду) добавляют химические реагенты для улучшения отмывающей способности.

Физические методы, основанные на обработке скважинной продукции созданием ультразвуковых или магнитных полей, не нашли широкого применения из-за дороговизны применяемых оборудования. Многие фирмы занимались разработкой различных ультразвуковых устройств для этой цели, однако применяются редко.

Согласно дорожной карте по внедрению проекта комплексной программы МРП+ на месторождении Узень для очистки скважин от отложений на сегодняшний день применяются как методы предупреждения, так и методы удаления парафиновых и солевых отложений. Для предупреждения отложений и коррозий наносятся покрытия на внутреннюю поверхность, а также вводятся химические реагенты против коррозии и солеотложений, а для удаления приняты меры как очистка забоя с помощью депрессионного устройства "УДОС", промывка и очистка ствола эксплуатационной колонны с помощью специальных ершиков, комплектация штангами со скребками-центраторами.

В настоящее время вследствие высокой стоимости химических реагентов проблема не в их приобретении, а в экономном использовании. Поэтому на первый план выдвигается разработка наиболее эффективных способов доставки реагентов в скважину [2]. Необходимость постоянного регулирования подачи ингибиторов и заливки ингибитора для предотвращения парафинообразований, затем обеспечение циркуляции, а также использование глубинных дозаторов требуют значительных финансовых затрат, в связи с чем применение ингибиторов необходимо технико-экономически обосновать и использовать, когда другие методы борьбы с АСПО технически невозможно.

В последние годы широкое применение получили скребки-центраторы, выполненные из пластика и монтируемые на штангах с помощью специальных термопластавтоматов. Применение НКТ с покрытиями в таких скважинах повышает эффективность их эксплуатации. С другой стороны, НКТ с покрытием приводит к удорожанию конструкций [3].

Недостатки механических устройств скребков - застревание скребков в зауженных местах от парафинообразований. А также скребки не могут быть применены для очистки призабойной зоны от парафина.

На АО Озенмунайгаз разработано собственное устройство депрессионной очистки забоев скважин (УДОС), которое является многофункциональным восстанавливаемым изделием, применяется при текущем и капитальном ремонте скважин и предназначено для очистки забоя скважины от отложений, представляющих собой смесь твердой фракций (песок, шлам, проппант, механические примеси, соли и т.д.) за счет создания депрессии давления на забое. На рисунке 1 было приведено сравнительное изменение причин отказов УЭЦН за 1,5 года, проанализировав эти данные и сопоставляя факты можно предположить, что применение химических реагентов и нанесение покрытий в какой-то степени уменьшили причины отказов от солеотложений, но увеличились случаи потери изоляции. Применение депрессионного устройства УДОС работает с переменными давлениями жидкости и это может привести к увеличению потерь изоляции.

Неотъемлемой частью рабочего цикла считаются будущее планирование и своевременное проведение операции по очистке и обработке скважин. Для обеспечения этих мер результативная очистка скважины, которая дает возможность беспрепятственного доступа к призабойной зоне и пласту - наиболее важная стадия капитального ремонта. Многие зарубежные компании, как Халибертон, Шлюмберже сходятся во мнении, что предупреждение и удаление отложений должно применяться как на действующих скважинах, так и на новых скважинах [4]. Это направление следовало бы применять и на наших нефтяных месторождениях.

В связи с переходом многих месторождений в позднюю стадию разработки, проблемы, связанные с образованием асфальтосмолопарафиновых отложений, приобретают значительные масштабы [5]. Наиболее перспективным направлением в борьбе с АСПО должно быть применение экономически эффективных способов, не требующих огромных материальных и трудовых затрат. Из всех рассмотренных в работе методов и способов борьбы с АСПО для данного месторождения более широкое распространение получило устройство УДОС, ввиду сокращения причин отказов от солевых отложений, но требует доработки или замены с другим устройством, которое было бы эффективным не только в отношении солевых отложений, а также в отношении АСПО.

Следовательно, очистка нефтяных скважин, особенно скважин, добывающих высокопарафинистую нефть, перфорационных отверстий и околоскважинной зоны от отложений все еще является актуальной задачей, так как большое количество существующих технических решений требуют доработки.

Благодарность. Выражаем огромную благодарность работникам АО ОзенМунайгаз за консультацию и предоставленную информацию!

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фаттахов И.Г., Габзалилова А.Х., Зайлалова В.Р., Миннивалеев А.Н., Горынцева К.Ю., Маркова Р.Г. эволюция методов борьбы с отложениями парафина на туймазинском месторождении // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-25. – С. 5573-5576; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38465>
2. Акрамов Т. Ф., Яркеева Н. Р. Борьба с отложениями парафиновых, асфальтосмолистых компонентов нефти//Нефтегазовое дело. DOI: 10.17122/ngdelo-2017-4-67-72.
3. Альмухаметова Э.М., Габдрахманов Н.Х., Альмухаметов Ф.Ф. борьба с асфальтосмолопарафиновыми отложениями в условиях ванкорского газонефтяного месторождения// Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов-2016-1(103). (НГДУ «Туймазанефть» ООО «Башнефть-Добыча», г. Октябрьский, Республика Башкортостан, Российская Федерация).
4. https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/02_Technology-Roundtable-Wellbore-Cleanout.pdf.
5. <https://forbes.kz/process/resources/>

Өзен кенорнының мысалында мұнай ұңғыларын шөгінділерден тазалау әдістерін салыстырмалы сараптау

М.С. Бөкенова, А.К.Қасенов, М.С. Молдабеков

Аңдатпа. Өзен кенорны Қазақстандағы ірі мұнай-газ кенорындарының бірі. Өзен кенорнының мұнайы парафин мен шайырдың үлкен мөлшерімен сипатталады. Парафиннің мөлшері 16-22%, ал шайырдың мөлшері 8-20% арасында болады. Парафин, асфальтен және шайырдың жоғары мөлшерде болуы мұнай ұңғыларының және сорапты-компрессорлық құбырлардың асфальт-шайыр-парафин шөгінділерімен (АШПШ) тез толып қалуына әкеледі. Бұл кенорын 1961 жылы ашылғандықтан ұңғы өнімінің сулылығы жоғары дәрежеде болуымен сипатталады. Қабат суының минерализациясы 150г/л -ге дейін жетеді. Сулылықтың және су минерализациясының жоғары деңгейде болуы өз кезегінде ұңғылардың түп маңайында және сорапты-компрессорлық құбырлардың (СКҚ) ішкі қабырғаларында парафин және тұз шөгінділерінің жылдам жиналуын тудырады. Мұндай жағымсыз жағдайлар ұңғылардың өту қимасын тарылып, болашақта дебиттің түсіп кетуіне, сорап-компрессорлық құбырлардың тоттанудан тозуына және сораптардың бұзылуына әкеледі. Жаңа терең ұңғыларды бұрғылау және құрылысын тұрғызу үлкен күрделі салымдарды қажет ететіндіктен ұңғылардың түп аймағын және СКҚ ішкі бетін шөгінділерден тазалап тұру арқылы ұңғылардың ескі қорын жұмыс жағдайында ұстап тұру, жөндеу аралық мерзімді ұзарту қазіргі кезде өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Негізгі сөздер: мұнай, ұңғы, сорапты-компрессорлық құбырлар, парафин түзілуі, тұз шөгінділері, тазалау.

Comparative analysis of methods for cleaning oil wells from deposits on the example of the Uzen field
M.S. Bukenova, A.K. Kasenov, M.S. Moldabekov

Abstract. One of the largest oil and gas fields in Kazakhstan is the Uzen field. The oils of the Uzen field are characterized by a high content of paraffin and resins. The content of paraffins varies between 16-22%, and resins 8-20%. The high content of paraffin, asphaltene and resins cause rapid clogging of oil wells and tubing with asphalt, resin and paraffin deposits (ARPD). Since the field was discovered in 1961, well production is characterized by a high degree of water cut. The degree of formation water mineralization reaches 150 g/l. High water cut and water salinity, in turn, causes an acceleration of paraffin formation and the formation of salt deposits in the bottomhole part of the wells and on the inside of the tubing. These negative factors lead to a narrowing of the flow area of wells and a further drop in well flow rate, as well as to corrosive wear of tubing and pump failure. Drilling and construction of new deep wells require huge capital investments, so keeping the old well stock in working condition, increasing the period between overhauls by cleaning the bottomhole part of the wells, as well as the inner surface of the tubing from deposits, is an urgent task today.

Key words: oil, well, tubing, paraffin formation, salt deposits, cleaning.

МҰНАЙ МЕН МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНІҢ АҒЫП КЕТУІНЕ ӘКЕЛЕТІН БОЛАТТАН ЖАСАЛҒАН ТІК РЕЗЕРВУАРЛАРДЫҢ МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ АҚАУЛАРЫ

Л.Т. Искакова 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы

Lunara.iskakova@bk.ru

Аннотация. Қазіргі уақытта ғылыми-зерттеу жұмыстарының көп бөлігі резервуарлардағы мұнай мен мұнай өнімдерінің булануын болдырмауға бағытталған, бірақ олардың көпшілігі мұнайдың ағып кетуіне байланысты мәселелерге көп мән бермейді. Мұнай мен оның өнімдерінің ағып кетуіне әкелетін мәселелердің көпшілігі оларды резервуарларда сақтау кезінде пайда болатындығын белгілі. Яғни, бұл мәселелер бастапқыда резервуарды жобалау кезінде пайда болуы мүмкін, мысалы, материалдың дұрыс таңдалмауы, өндіріс технологиясы дұрыс орындалмаған (дәнекерлеу), тіпті жұмысшының біліктілігі жеткіліксіз болған жағдайда. Екінші нұсқа осы резервуарды дұрыс эксплуатацияламау кезінде пайда болуы мүмкін, мысалы, оны өніммен шамадан тыс толтыру немесе резервуарларды уақтылы тексермеу және т.б. тіпті шамадан тыс жүктелмеген резервуарларда да уақыт өте келе жарықшақ түріндегі ақаулар пайда болуы мүмкін. Сондықтан, осы мақаланың мақсаты тік болаттан жасалған резервуарларды пайдалану кезінде пайда болатын техникалық ақауларды зерттеу болып табылады.

Негізгі сөздер: Тік конструкциялы болаттан жасалған резервуар, ақау, коррозия, жарықшақ, микрожарықша, қалдық кернеу.

Мұнай және мұнай өнімдерін сақтауға арналған тік болаттан жасалған резервуар, ең алдымен, мұнай базаларына, мұнай қоймалары мен мұнай өңдеу зауыттарына, сондай - ақ мұнай мен мұнай өнімдерін қабылдау-беруге арналған. Мұнай өнімдерін және басқа сұйықтықтарды сақтау әдісі ретінде тік цилиндрлік резервуарлардың танымалдығы олардың арзандығына, өндіріс жылдамдығына және пайдаланудың қарапайымдылығына байланысты. Тік болат резервуарлар арнайы жабдықталған зауыттарда 2 әдіспен жасалады:

Орама әдісі(рулондау): бұл өндіріс әдісімен қабырға, түбі және төбесі құрылыс алаңына орамдарға оралған дәнекерленген панельдер түрінде жеткізіледі.

Парақты құрастыру әдісі: әдіс зауыттық жағдайда қабырға парақтары дайындалады (парақтардың максималды мөлшері: 2500-10000 мм аралығында), содан кейін парақ элементтері арнайы түрде оралып, тасымалдауға дайындалады. Қабырға мен түбін жинау (дәнекерлеу) толығымен монтаждау алаңында жүзеге асырылады. Сондай-ақ, тік цилиндрлік резервуарларды комбинацияланған түрде екі әдісті біріктіру арқылы да жасап шығарады. Тік цилиндрлік болат резервуарлар аз көміртекті, төмен легирленген немесе коррозияға төзімді болаттан жасалады. Ақау-бұл нормативтік құжаттаманың талаптарына сәйкессіздіктердің әртүрлі түрлері. Сыни ақау-бұл өнімді мақсатына, қауіпсіздік талаптарына немесе сенімділігіне байланысты эксплуатациялауға жарамсыз болатын ақау. Егер ақау өнімнің ұзақ мерзімділігіне айтарлықтай әсер етсе және оны мақсатына сай пайдалану айтарлықтай болса, бірақ ақау критикалық күйде болып табылмаса, ол маңызды деп жіктеледі; мұндай айтарлықтай әсері жоқ ақаулар маңызды емес деп саналады. [1]

Резервуардың металл конструкцияларының ақауларына мыналар жатады:

1. Металл конструкцияларының коррозиясы
2. Жарықшақтар. (Сызаттар, күйіктер, кратерлер, сынықтар және т. б.)

1. Коррозия түріндегі ақаулар

Коррозия-бұл табиғи құбылыс, ол заттардың, әдетте металдардың жойылуы немесе қоршаған ортаның әсерінен олардың қасиеттерінің нашарлауы ретінде анықталады. Басқа табиғи құбылыстар сияқты, ауыр табиғи апаттар сияқты, коррозия қауіпті және қымбат зиян келтіруі мүмкін. Коррозия-бұл металды қоршаған ортамен физикалық-химиялық немесе химиялық әрекеттесу кезінде бұзу процесі. Коррозияның пайда болу мүмкіндігіне байланысты бірнеше түрге бөлінеді кесте 1-де көрсетілген.:

Кесте 1 – Коррозия пайда болу мүмкіндіктері

химиялық-электр тогы пайда болмай жүретін;

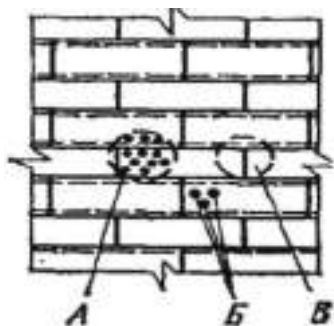
электрохимиялық-электр тогының (коррозия тогының) пайда болуымен бірге жүретін

механикалық химиялық (коррозиялық-механикалық тозу) - алғашқы екі процеске механикалық әсерлер қосылады: үйкеліс, циклдік иілу жүктемелері, діріл және т. б.

Тік болаттан жасалған резервуарлардағы коррозия түріндегі ақаулар әртүрлі себептерге байланысты пайда болуы мүмкін. Олардың негізгілеріне тоқталайық. Пайдалану процесінде резервуарлар сыртқы жағынан да, ішкі жағынан да атмосфералық ылғалдың және ауадағы агрессивті заттардың буларының әсерінен коррозияға ұшырайды. Металдың коррозиялық бұзылуы металл конструкцияларының беріктігінің төмендеуінің маңызды себептерінің бірі болып саналады.

Ауа-райының қолайсыздығынан басқа, бірінші резервуардың ішінде сақталған өнімнің оның қабырғасына әсері үлкен рөл атқарады, мұнда екі мәселе туындауы мүмкін: біріншіден, физикалық қысым, екіншіден, бұл өнімнің металға химиялық әсері. Көптеген тік резервуарлар болаттың маркасы 09Г2С немесе Ст3Гпс5 материалдарынан жасалады және бұл материалдар коррозияға төзімді емес. Қазіргі уақытта резервуарлардың ішінде және сыртында бояуға арналған арнайы лак-бояу жабындары бар екендігі белгілі, олар құрылымды әртүрлі ақаулардан қорғайды, оларды басқаша антикоррозиялық бояу деп те атайды, бірақ бұл бояулар мен лактардың барлығын сапалы деп айту қиын, сонымен қатар уақыт өте келе олардың тиімділігі жоғары болып қалатынына ешкім кепілдік бере алмайды. Қазіргі уақытта өндірілетін мұнайдың ерекшелігі-олардың құрамында күкірт қосылыстары, хлоридтер, карбонаттар, механикалық қоспалар мен судың көп болуы да мәселе тудыртады.[2] Мысалы, Қазақстандағы Теңіз кен орнын алатын болсақ, онда күкіртті мұнай 0,7%, парафинді мұнай 3,69%, аз шайырлы мұнай 1,14%, құрамында 0,13% асфальтен бар.[3] Құрамында көп мөлшерде күкірт бар майлар (күкірт және жоғары күкірт майлары) өте агрессивті орта болып табылады, олар резервуарлардың ішінен коррозиялық бұзылуларға әкеледі.

Мұнайды өңдеуге алғашқы дайындық-бұл кен орындарында орналасқан резервуарларда суық тұндыру деп аталады. Бұл су мен тұздың мөлшерін едәуір төмендетеді. Мұнайды болаттан жасалған резервуарларда мұнайды сақтау кезінде тұнба пайда болады. Мұнай құрамындағы су резервуардың төменгі бөлігінде жиналып, құрамында тұздар мен күкірт қосылыстары бар тауарлық су қабатын құрайды. Резервуарлардағы төменгі белдіктердің коррозиялық бұзылуы ерекше алаңдаушылық тудырады, ал болат резервуарлардың жоғарғы белдіктері мен төбелері бу-ауа ортасының әсерінен коррозияға ұшырайды. Металл конструкцияларының коррозиясы нәтижесінде пайда болған резервуарлардың түбі мен қабырғаларының өтпелі ақаулары мұнай мен мұнай өнімдерінің ағып кетуіне әкелуі мүмкін, бұл ретте резервуарлардың қалыпты жұмысы бұзылады және авариялық жағдайлардың туындауы мүмкіндігі жасалады [2]. Сурет 2. Түбінің ішкі бетінің жеке парактарының ауданы 1 м² болатын коррозиялық зақымданулар-А раковиналар тобы, тереңдігі 1,5 мм-ден асатын В нүктелі ойықтары және В саңылаулары.



Сурет 2 – Түптің ішкі бетінің коррозиялық зақымдануы

2. Жарықшақ түріндегі ақаулар.

Резервуарлардың металл конструкцияларының ең қауіпті ақаулары-бұл жарықшақты ақаулар, олар көптеген жағдайларда резервуарлардың толық бұзылуына әкелуі мүмкін 3 суретте көрсетілген.

Жарықшақ-бұл салқындау немесе жүктемелердің әсерінен пайда болатын тігістің жергілікті жыртылуынан туындаған сәйкессіздік.

Микрожарықшақ-бұл кем дегенде 50 есе үлкейту кезінде физикалық әдістермен анықталатын микроскопиялық өлшемдері бар жарықшақ. Дәнекерлеу ваннасының пайда болуы, қалыптасуы және кристалдануы дәнекерленген қосылыстың салқындауы процесінде пайда болатын металлургиялық және жылу құбылыстарымен байланысты ақаулар (тігіс металындағы және тігіс маңы аймағындағы ыстық және суық жарықтар, тесіктер, шлак қосындылары, тігіс металының және термиялық әсер ету аймағының жағымсыз өзгерістері).



Сурет 3 – Жарықшақ түріндегі ақау

Жарықшақ түріндегі ақаулар да әртүрлі себептерге байланысты пайда болуы мүмкін. Көп жағдайда олар резервуардың дәнекерлеуінде шоғырланған. Дәнекерлеудің беріктігіне оның кеуектілігі мен жарықшақтары айтарлықтай әсер етеді. Жарықшақтардың негізгі себебі-температура режимін сақтамау. Жарықшақтар пайда болатын температураға байланысты олар шартты түрде ыстық және суық болып бөлінеді. Болаттардағы ыстық жарықшақтар 1000 °C -тан жоғары температурада, ал суық жарықшақтар төмен температурада пайда болады. Ыстық жарықшақтар металдың сұйық фазасының кристалдану процесінде пайда болады. Жарықшақтар пайда болған кезде металл аздаған пластикалық күйге айналады, жүктеме кезінде бұзылады. Құрылыс-монтаж жұмыстары кезеңінде бірқатар ақаулар пайда болады.[7] Егер олардың негізгілерін қарастырсақ.

Сыртқы ақаулар:

Сызаттар-дәнекерленген парақ бөлшектердің және біліктердің ең көп кездесетін ақаулы бұзылыстары: балқымалы тігістер мен бөлікшек арасындағы ойықтар көрінеді. Себептері: электр доғасының кернеуі тым жоғары, дәнекерленген дайындамалар 4-суретте көрсетілгендей жұқарады.



Сурет 4 – Дәнекерлеу тігісіндегі сызаттар

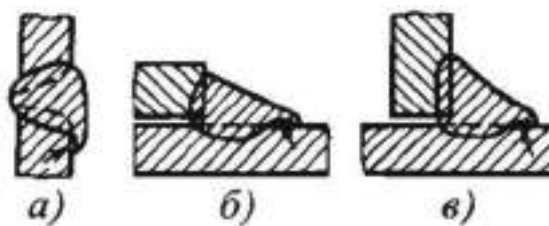
Күйіктер жұқа қабырғалы бұйымдарды дәнекерлеуге тән. Мұндай ақаулар негізінен тәжірибелі дәнекерлеушілерден аулақ болады. Электродты дұрыс пайдаланбау көбінесе күйдіруге әкеледі. Тым жоғары ток-тағы бір себеп.

Құйым-бұл ваннаға ұқсас үлкен раковиналар. Олар дәнекерлеудің көрінісін нашарлатады, 5-суретте бірден көрінеді. Олар қайталама өту арқылы жойылады.

Шор-төгілген артық металл: балқыма сенімді дәнекерлеу тігісі пайда болмай таралады, берік диффузды қабат жоқ. Электр доғасының жеткіліксіз кернеуіне байланысты дайындаманы балқытып үлгермейді. Тағы бір себеп-нашар тазартылған жиектер, қабыршақ қалдықтары 6-суретте көрсетілгендей балқымайды.



Сурет 5 – Құйым шұңқырлары



а-тік; б-қабаттасқан қосылысты; в-таврлық қосылысты

Сурет 6 – Тігістердегі шорлар

Жарықшақтардың табиғатын орнату оңай. Ыстық жарықшақтар бірден пайда болады, егер қызып кету немесе балқу нүктесінен төмен температура болса, тігіс массивіне, жылу құю аймағына тән. Суық жарықшақтар керісінше сұйық массаның фазалық өзгерістері кристалл торына айналғанша біртіндеп пайда болады. Ішкі ақаулар бірнеше түрге бөлінеді.

Кеуектер. 7 суретте көрсетілген. Олардың пайда болу себептері:

- дәнекерлеу ваннасына бөгде заттардың түсуіне байланысты (оксидтер мен шлак қоспалары, тот қабыршақтары, ылғал, ерімейтін электродтан вольфрам бөлшектері газ көпіршіктерінің пайда болуына әкелуі мүмкін);
- егер балқыма жақсы қорғалмаған болса (жабындыдан аз қож, жұқа ағын қабаты шығады, газдың қорғаныс бұлтын үрлейді);
- технологиялық процесс бұзылған кезде (дайындамаларды алдын ала қыздыру температурасы сақталмаған, электродтар дайындалмаған, дәнекерлеу тогы дұрыс орнатылмаған).



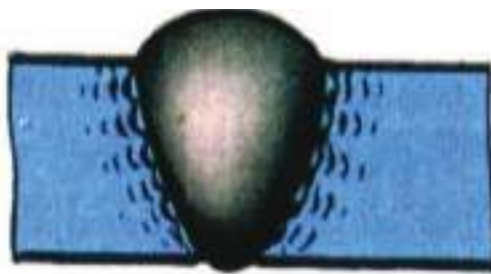
Сурет 7 – Дәнекерленген тігістегі кеуектер.

Шалапісірілім – жаңадан бастаушыларға тән ақау. Бөлшектер арасындағы түйісу жеткіліксіз толтырылған, диффузды қабаттың қалыңдығы біркелкі емес болған жағдайда пайда болады.

Металды қатты күйдіру (оны қызып кету деп те атайды) дәнекерлеу технологиясы сақталмаған кезде тән: ток шамадан тыс көп болған кезде және жылдамдық төмен болған кезде пайда болу қаупі бар. Құрылымдық тор бұзылады: түйіспедегі тігісте түйіршіктер тым үлкен болады, критикалық соққы тұтқырлығына байланысты металл сынғыш болады 8 суретте көрсетілген.

Дәнекерлеудегі жарықшақтарының жалпы себептері:

- Жоғары қаттылық байланыстары;
- Дәнекерлеу технологиясын дұрыс таңдамау;
- Дәнекерлеу ақаулығы;
- Сапасы нашар немесе электродтар түрін дұрыс таңдамау;
- Дәнекерлеу технологиясын таңдау кезінде ескерілмейтін металда легірлеуші элементтердің немесе көміртектің аса жоғары мөлшері;
- Берілген қосылым қалыңдығы үшін қажетті дәнекерлеу мөлшері жетіспегеннен.



Сурет 8 – Күйік

Сондай-ақ монтаждау ақауларына мыналар жатады: монтаждау айлабұйымдарының жиналмаған бөліктері; шахталық сатыларды немесе резервуармен газ теңестіретін конструкцияны шамадан қатты бекіту; қабырғаның жергілікті пластикалық деформациясы; дәнекерлеу алдында резервуардың қабырғасына жиек орнын тарту; жалғағыш жаймалардың тік жазықтықта жылжуы; монтаждау техникасымен металдан жасалған конструкциялардың толассыз тесілуі. Негізінен, зақымдануды жоймағандықтан, резервуар пайдалануға берілгеннен кейін бірден немесе физикалық тозуға байланысты 15 немесе 20 жылдан кейін бұзылады.[4] Сонымен қатар, құрылыс кезінде резервуардың іргетасына ерекше назар аудару керек, өйткені резервуардың геометриялық құрылымының сапасы іргетасқа тікелей байланысты. Дұрыс жобаланбаған іргетас және дұрыс таңдалмаған негіз есептелген нормалардан тыс біркелкі емес шөгуге әкеледі, бұл өз кезегінде бірқатар салдарға әкеледі: корпус пен түбіндегі ақаулар, түбінің қатпарлары, резервуардың периметрі бойынша түбінің деформациясы және резервуардың геометриялық пішінінің бұзылуы, кейде оның толық бұзылуына әкеледі. [5]

Дәнекерленген жарықшақтардың пайда болуының тағы бір себебі - дұрыс емес қыздыру мен салқындату нәтижесінде пайда болатын кернеу, бұл дәнекерлеу кезінде жылу әсерінен металл құрылымын өзгертеді. Бұл құбылысқа ішкі кернеулер нәтижесінде пайда болатын металдың сызықтық жиырылуы материалдың, электродтардың және дәнекерлеу режимдерінің сәйкестігіне немесе сәйкессіздігіне байланысты болады. Қалдық кернеулер құю, дәнекерлеу, соғу, илемдеу, штамптау, өңдеу, термиялық өңдеу сияқты материалдарды дайындау мен өңдеудің технологиялық операцияларындағы өнімдерде қалыптасады. Көптеген жағдайларда қалдық кернеулердің пайда болуына келесі факторлар себеп болады: бөлшектің көлденең қимасындағы пластикалық деформацияның біртексіздігі, өнімнің көлеміне температураның біркелкі бөлінбеуі, өнім материалындағы фазалық, құрылымдық және физика-химиялық өзгерістердің біркелкі емес процестері нәтижесінде пайда болады. [6]

Әдетте қалдық кернеулер теріс рөл атқарады. Қалдық кернеулер ауыспалы циклдік жүктемелер кезінде өнімнің беріктігін төмендететіні, үйкеліс кезінде тозуға әсер ететіні, коррозия процестерін ынталандыратыны анықталды. Технологияда айтарлықтай технологиялық қалдық кернеулерден туындаған бұзылулардың мысалдары жеткілікті. Шаршау зақымдануының жинақталу процестері неғұрлым белсенді өтетін ақаулық аймақтары кернеу концентраторлары болып табылады, сондықтан техникалық тексеру және зақымдануды уақтылы жою резервуардың үздіксіз жұмысының ажырамас бөлігі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Афонская Г.П. Влияние дефектов на несущую способность резервуаров– 155 - 174с.
2. Кандидат технических наук Никишин А.В. Совершенствование методов ремонта металлоконструкций резервуаров с коррозионными повреждениями.
3. Справочник: Месторождения нефти и газа, Алматы — 2007.
4. Галеев В.Б. Эксплуатация стальных вертикальных резервуаров в сложных условиях 149 - 158 с.
5. Мынбаева Г.У. Анализ формирования отказов резервуаров нефтехранилищ- №1. - 18-22с.
6. Kiel S. Experimental determination of residual stresses with the ring-core method and an online measuring system. Exp Tech 1992; 16(5): 17–24.
7. И.М. Розенштейн статья «Особенности хрупкого разрушения стальных сварных резервуаров»

Основные дефекты металлоконструкции вертикально-стальных резервуаров, приводящих к утечке нефти и нефтепродуктов.

Л.Т. Искакова

Аннотация. В настоящее время большая часть научно-исследовательских работ направлена на предотвращение испарения нефти и нефтепродуктов в резервуарах, но большинство из них не уделяют особого внимания вопросам, связанным с утечкой нефти. Можно заметить, что большинство проблем, приводящих к утечке нефти и ее продуктов, возникают при их хранении в резервуарах. То есть эти проблемы изначально могут возникнуть при проектировании резервуара, например, неправильный выбор материала, технологии изготовления (сварки), даже если квалификация рабочего недостаточна. Второй вариант может возникнуть при неправильной эксплуатации этого резервуара, например, чрезмерном его наполнении продуктом или несвоевременном осмотре резервуаров и т.д. Даже в не перегруженных резервуарах со временем могут возникнуть трещины. Поэтому цель данной статьи-изучить технические дефекты, которые могут возникнуть при эксплуатации вертикальных стальных резервуаров.

Ключевые слова: РВС, дефекты, коррозионное разрушение металлоконструкции, трещины, микротрещины, остаточное напряжение.

The main defects in the metal structure of vertical steel tanks, leading to leakage of oil and petroleum products.

L.T. Iskakova

Abstract. Currently, most of the research work is aimed at preventing the evaporation of oil and petroleum products in tanks, but most of them do not pay special attention to issues related to oil leakage. It can be seen that most of the problems leading to leakage of oil and its products arise during their storage in the tanks. That is, these problems can initially arise in the design of the tank, for example, the wrong choice of material, manufacturing technology (welding), even if the qualifications of the worker is not enough. The second option can arise from improper operation of the tank, such as overfilling it with product or untimely inspection of tanks, etc. Even in tanks that are not overloaded, cracks can develop over time. Therefore, the purpose of this article is to study the technical defects that can occur during the operation of vertical steel tanks.

Key words: Vertical steel tanks, defects, corrosion damage of steel structures, cracks, microcracks, residual stress.

О НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СТАЦИОНАРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ОДНОФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ К ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ В ДЕФОРМИРУЕМОМ ПЛАСТЕ

Г.И. Джалалов¹, Г.Е. Кунаева² , Молдабаева Г. Ж.³ 

¹Лабораторией "Гидрогазодинамики пластовых систем" институт
«Нефть и газ», Национальной Академии Наук Азербайджана,

² Каспийский Государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш. Есенова,
г. Актау, Казахстан,

Satbayev University, Алматы, Казахстан

* moldabaeyva@gmail.com

Аннотация. При разработке глубокозалегающих месторождений, характеризующихся высокими пластовыми давлениями и температурами, скелет породы продуктивного коллектора подвергается значительным нагрузкам при снижении пластового давления, т.к. горное давление остается неизменным, а эффективное давление растет. В результате, фильтрующаяся в пласте нефть, приобретает температуру самого пласта.

Таким образом, возникает необходимость в одновременном учете влияния изменения давления и температуры на приток нефти к горизонтальной скважине, определении фильтрационных параметров пласта и других технологических показателей процесса разработки.

Ключевые слова: горизонтальные скважины, коллектор, фильтрация жидкости, дебит скважины.

При разработке глубокозалегающих месторождений, характеризующихся высокими пластовыми давлениями и температурами, скелет породы продуктивного коллектора подвергается значительным нагрузкам при снижении пластового давления, т.к. горное давление остается неизменным, а эффективное давление растет.

Скважины подобных месторождений могут эксплуатироваться при больших депрессиях, что обуславливает существенное изменение физических свойств, как коллектора, так и флюида в зависимости от давления. С другой стороны, ввод в эксплуатацию залежей и нарушение гидродинамического равновесного состояния пластовой системы приводит к изменению их термодинамического равновесия.

В результате, фильтрующаяся в пласте нефть, приобретает температуру самого пласта.

Таким образом, возникает необходимость в одновременном учете влияния изменения давления и температуры на приток нефти к горизонтальной скважине, определении фильтрационных параметров пласта и других технологических показателей процесса разработки.

При этом, решаемую задачу сформулируем следующим образом: считая режим фильтрации стационарным, определить приток жидкости к горизонтальной скважине, расположенной параллельно относительно непроницаемых кровли и подошвы конечного изотропного пласта с деформируемым коллектором на расстоянии Z_0 выше подошвы. На контуре пласта поддерживается постоянное давление. Жидкость слабо сжимаемая, фильтрация жидкости подчиняется закону Дарси. Заменим горизонтальный участок ствола скважины горизонтальным линейным стоком такой же длины, состоящим из точечных стоков с постоянной интенсивностью (плотность расхода) $q=Q/l$, где Q - дебит горизонтальной скважины. Тогда, распределение давления в любой точке пласта будет аналогично работы [1] определяется по следующей формуле:

$$\Phi(x, y, z) = \frac{\mu_{nl} Q}{2\pi k_{nl} h \rho_{nl}} \left[\ln \frac{R_k}{r} + 2 \sum_{\sigma=1}^{\infty} K_0 \left(\frac{\sigma \pi}{h} r \right) \cos \frac{\sigma \pi z}{h} \cdot \cos \frac{\sigma \pi z_0}{h} \right], \quad (1)$$

где

$$\Phi(x, y, z) = \int_{P_k}^P \frac{\bar{K}(P, T) \cdot \bar{\rho}(P, T)}{\bar{\mu}(P, T)} dP, \quad (2)$$

$$\bar{K}(P,T) = \frac{K(P,T)}{K_{nl}}, \quad \bar{\rho}(P,T) = \frac{\rho(P,T)}{\rho_{nl}}, \quad \bar{\mu}(P,T) = \frac{\mu(P,T)}{\mu_{nl}} - \text{соответственно,}$$

безразмерное значение проницаемости пласта, плотность и вязкость нефти;

K_{nl}, ρ, μ - значение этих параметров при первоначальном пластовом давлении и температуре;

P, T - соответственно давление и температура;

$K_0\left(\frac{\sigma\pi r}{h}\right)$ - функция Бесселя мнимого аргумента второго рода нулевого порядка.

Принимая зависимость температуры пластовой системы от перепада давления, в первом приближении она определяется термодинамическим уравнением дроссельного эффекта [2,3]:

$$\Delta T = \varepsilon \Delta P, \quad (3)$$

где $\Delta T = T - T_{nl}$, $\Delta P = P_{nl} - P$;

P_{nl} и T_{nl} - соответственно пластовое давление и температура;

ε - коэффициент Джоуля-Томсона.

Следуя выводам работы [1] из (1) вытекает, что массовый дебит горизонтальной скважины определяется по формуле:

$$Q = \frac{2\pi K_{nl} h \rho_{nl}}{\mu_{nl}} \cdot \frac{\Phi_{\kappa} - \Phi_c}{\ln \frac{\pi R_{\kappa}}{l} + \frac{h}{l} \ln \left(\frac{h}{2\pi R_c} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\pi z_0}{h}} \right)}, \quad (4)$$

где R_{κ} и R_c - соответственно радиусы контура питания и скважины.

Принимая, что $\bar{K}(P,T) = \exp(-\alpha_{\kappa} \Delta P)$, $\bar{\rho}(P,T) = \exp(-\alpha_{\rho} \Delta P)$, $\bar{\mu}(P,T) = \exp(-\alpha_{\mu} \Delta P)$ [4]

выражение (4) с учетом (2) приводим к виду:

$$Q_{\beta} = \Omega \frac{\exp(\beta \Delta P_{\kappa}) - 1}{\beta}, \quad (5)$$

$$\text{где } \Omega = \frac{2\pi K_{nl} \rho_{nl} h}{\mu_{nl}} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\pi R_{\kappa}}{\ell} + \frac{h}{\ell} \ln \left(\frac{h}{2\pi R_c} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\pi Z_0}{h}} \right)};$$

$$\beta = \alpha_{\mu} - \alpha_{\kappa} - \alpha_{\rho}, \quad \alpha_{\mu} = \alpha_{\mu}^P + \varepsilon \alpha_{\mu}^T, \quad \alpha_{\rho} = \alpha_{\rho}^P + \varepsilon \alpha_{\rho}^T, \quad \frac{Q_{\beta}}{Q_0} = \frac{\exp(\beta \Delta P_{\kappa}) - 1}{\beta \Delta P_{\kappa}};$$

$\alpha_{\kappa}^P, \alpha_{\mu}^P, \alpha_{\rho}^P$ и $\alpha_{\kappa}^T, \alpha_{\mu}^T, \alpha_{\rho}^T$ - соответственно коэффициенты, учитывающие изменения проницаемости пласта и вязкости и плотности жидкости в зависимости от изменения давления и температуры.

Относительная разность между притоком к горизонтальной скважине, с учетом изменения указанных параметров в зависимости от эффективного давления и температуры пласта без учета этого изменения составляет величину:

$$\frac{Q_0 - Q_{\beta}}{Q_0} = \left[1 + \frac{1 - \exp(\beta \Delta P_{\kappa})}{\beta \Delta P_{\kappa}} \right] \cdot 100\%. \quad (6)$$

$$\text{где } Q_0 = \Omega \cdot \Delta P_{\kappa}$$

Из выражения (6) следует, что дебит эксплуатационной скважины в деформируемом пласте меньше дебита скважины в недеформируемом пласте притом же переходе давления и прочих равных характеристиках пласта.

Из формулы (5) в изотермическом и неизотермическом случаях в условиях деформируемого пласта соответственно получим следующие формулы:

$$Q_{\beta_1} = \Omega \frac{\exp(\beta_1 \Delta P_\kappa) - 1}{\beta_1}, \quad (7)$$

$$Q_{\beta_2} = \Omega \frac{\exp(\beta_2 \Delta P_\kappa) - 1}{\beta_2}, \quad (8)$$

где $\beta_1 = \alpha_\mu^P - \alpha_\kappa^P - \alpha_\rho^P$,

$\beta_2 = (\alpha_\mu^T - \alpha_\kappa^T - \alpha_\rho^T) \cdot \varepsilon$

Для проведения расчетов по формулам (5)-(8) принимаем следующие соотношения:

$$\frac{Q_\beta}{Q_0} = \frac{\exp(\beta \Delta P_\kappa) - 1}{\beta \Delta P_\kappa}, \quad (9)$$

$$\frac{Q_{\beta_1}}{Q_0} = \frac{\exp(\beta_1 \Delta P_\kappa) - 1}{\beta_1 \Delta P_\kappa}, \quad (10)$$

$$\frac{Q_{\beta_2}}{Q_0} = \frac{\exp(\beta_2 \Delta P_\kappa) - 1}{\beta_2 \Delta P_\kappa}, \quad (11)$$

По полученным формулам (9)-(11) на основе следующих выбранных исходных данных были осуществлены расчеты, результаты которых приведены на графике

Исходные данные:

$R_k = 10 \text{ м}^3$

$R_c = 0,1 \text{ м}$

$K_0 = 0,4 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2$,

$\mu_0 = 0,28 \cdot 10^{-9} \text{ МПа} \cdot \text{с}$, $m_0 = 0,13$

$\nu_p = 9,5 \cdot 10^{-3} 1/\text{МПа}$, $\nu_T = 37 \cdot 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$

$\alpha_p = 16 \cdot 10^{-3} 1/\text{МПа}$, $\alpha_T = 3 \cdot 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$

$\gamma_p = 180 \cdot 10^{-3} 1/\text{МПа}$, $\gamma_T = 5,5 \cdot 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$

$\phi_p = 0,1 \cdot 10^{-3}$ $\phi_T = 0,05 \cdot 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$

$\varepsilon = 2,25^\circ\text{C}/\text{МПа}$,

$\Delta P = [10; 20; 30; 40; 50] \text{ МПа}$

На рисунке представлены кривые изменения отношений дебитов скважины в зависимости от изменения перепада давления для случаев учета неизотермичности и изотермичности процесса фильтрации жидкости.

Как видно из графиков влияние изменения физических свойств нефти и коллектора в зависимости как от давления, так и от температуры на определение дебита скважины может быть значительным.

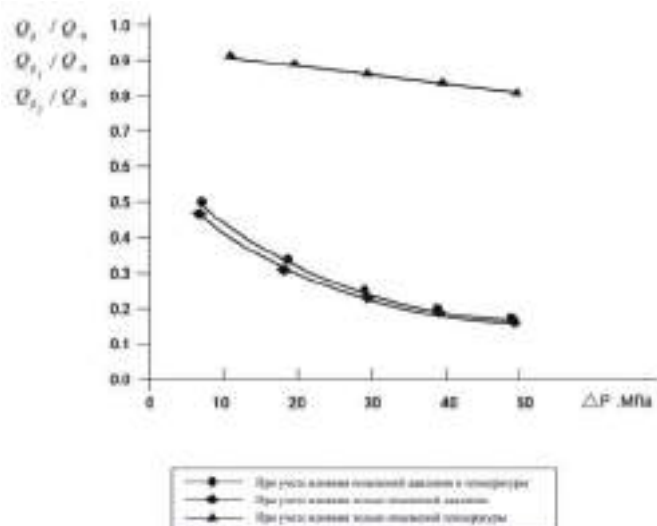


Рисунок 1 – Кривые изменения отношений дебитов скважины ($Q_{\beta}/Q_0, Q_{\beta_1}/Q_0, Q_{\beta_2}/Q_0$) в зависимости от изменения перепада давления

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джалалов Г.И., Ибрагимов М.Т., Алиев А.А., Горшкова В.Е. Моделирование и исследование фильтрационных процессов в глубоководных месторождениях нефти и газа Баку, “Elm və təhsil” ИПП, 2018, 384с.
2. Абасов М.Т., Азимов Э.Х., Кулиев А.М. Гидротермодинамические исследования скважин глубоководных месторождений. Азербайджанское государственное издательство. Баку, 1993, 176 с.
3. Чекалюк Э.Б. Термодинамика нефтяного пласта. М., «Недра», 1965, 239с.
4. Горбунов А.Т. Разработка аномальных нефтяных месторождений. Москва, Недра, 1981, 237с.

Бір фазалы сұйықтықты стационарлық емес сүзу кезінде бір фазалы сұйықтықты сүзгілеу деформацияланатын қабаттағы көлденең қабат Г.И. Джалалов¹, Г.Е. Кунаева², Г.Ж. Молдабаева³.

Аңдатпа: Су қоймасы мен температурасы жоғары терең жабысқақ депозиттерді дамыту кезінде, өнімді коллекторлық тұқымның қаңқасы резервуардың қысымының төмендеуімен айтарлықтай жүктемелерге ұшырайды, өйткені Таудың қысымы өзгеріссіз қалады, тиімді қысым өсіп келеді. Нәтижесінде, резервуардағы майды сүзу пластмасса температурасын алады.

Осылайша, майды көлденең ұңғымадағы қысым мен температураның өзгеруінің әсерін, қалыптастыру процесінің қалыптасуының және басқа технологиялық көрсеткіштерді анықтауды ескеру қажет.

Негізгі сөздер: Көлденең ұңғымалар, коллекционер, сұйық сүзу, ұңғымалардың ағындары.

On nonisothermal filtration of stationary filtration of a single-phase liquid To a horizontal well in a deformable formation G.E. Jalalov¹, G.Y. Kunayeva², G.Zh. Moldabayeva³.

Abstract. When developing deep-seated fields, characterized by elevated reservoir pressures and temperatures, the rock matrix of a productive reservoir consumes the load when the reservoir pressure decreases, because Rock pressure remains, but pressure increases. As a result, oil filtering in the formation consumes the formation itself.

Thus, there is a need to simultaneously take into account the effect of pressure and temperature changes on the oil inflow to a horizontal well, determine the filtration parameters of the reservoir and other technological indicators of the development process.

Keywords: horizontal wells, reservoir, fluid filtration, well flow rate.

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО И РЕЗУЛЬТАТИВНОГО БУРЕНИЯ

А.Р.Джумалиева^{ORCID}, Д.Б.Калиева^{ORCID}, А.А.Горбачев^{ORCID}, Л.Л.Нурулина^{ORCID}, К.С. Заурбеков^{ORCID}

Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

e-mail: darusik@internet.ru

Аннотация. В данной статье приведен пример того, на каком этапе цифровизации на сегодняшний день мы находимся, как интегрированное решение центра реального времени внедряется в офисе оператора вместе с предоставляемыми услугами, а также пример того, как мы готовимся к цифровизации, чтобы успеть за очень быстрыми темпами эпохи цифровизации. Научная работа даст ресурс изучить обзоры интегрированного операционного центра реального времени, который оснащен высокотехнологичным программным обеспечением и объединен с профильными экспертами в одном помещении, что во многих случаях приводит к повышению эффективности и согласованности при бурении, чаще всего при столкновении со сложными условиями бурения.

Ключевые слова: Бурение, цифровизация, коммуникация, центр.

Введение

На данный момент общение в режиме реального времени уже не кажется чем-то посторонним для многих людей. На практике это стало обычным термином, который широко используется во многих других сферах. С появлением сложного программного обеспечения для бурения и стандартного протокола связи, операционный центр реального времени чаще всего оснащен несколькими программами с различными функциями и возможностями для помощи в бурении.

Главная цель-изучить комплексное решение для эффективного и действенного бурения. Ввиду того, что технологии развиваются со скоростью света, в отрасли сейчас начинают говорить об автоматизации бурения, машинном обучении, искусственном интеллекте и аналитике больших данных. Для того, чтобы иметь возможность делать это, люди и сами данные должны быть готовы к этому, как в цифровом, так и в техническом смысле.

Совместное планирование скважин

Полный рабочий цикл в режиме реального времени начинается с общего обсуждения планирования зондирования, особенно в случае сложных условий зондирования. На этой сессии все заинтересованные стороны из разных сфер деятельности собираются вместе в центре с использованием трехмерной (3D) технологии интегрированной платформы, которая идеально интегрирует геофизические и инженерные данные для детального анализа на этапе планирования. Бурение скважин обычно включает две области: геолого-геофизические исследования и бурение. С исторической точки зрения общение всегда было проблемой, потому что, хотя у них общая цель, их основные интересы различны. Главной задачей кафедры геологии и геофизики (ГГГ) является достижение интересующей их глубины, чего иногда трудно достичь с помощью инженерных принципов, в то время как основная задача инженера по бурению - быстро и безопасно пробурить, что иногда требуется, чтобы группа ГГиГ корректировала геологическую цель. Связь между различными отделами, обычно по электронной почте или телефону, занимает несколько месяцев, чтобы согласовать окончательный план скважины. Несовершенная связь между геологами, геофизиками, инженерами-разработчиками и инженерами-буровиками, участвующими в планировании скважин, обычно усугубляет эту неопределенность.

Проектирование и планирование скважин

После того, как резервуар и цель бурения завершены, инженер по бурению (AED) проводит исследование и дает рекомендации по проектированию траектории, конструкции КНБК, анализу крутящего момента и прочности, стресс-тестированию в обсадной колонне и т. д. На этом этапе все технические аспекты планирования скважин проверяются моделированием. DAE также предоставит прогнозы крутящего момента и отношения

прочности к прочности для различных параметров бурения на основе определенного коэффициента трения. Что наиболее важно, DAE отвечает за выявление любых рисков, связанных с зондами, а также за возможное решение. [1]

Агрегирование и визуализация данных в режиме реального времени

Конфиденциальность данных обеспечивается посредством выбора оператора, от которого зависит архитектура сети. Rig Server является сервером агрегации данных, который устанавливается на буровой площадке и собирает всевозможные данные от всех систем сбора данных от сервисных компаний. Этот сервер централизует все данные о бурении. К ним относятся: регистраторы бурового раствора, цементирование скважины, гидродинамические исследования скважины и т.д. Данные о бурении хранятся локально, но их можно передать и через интернет через наш Rig Server. Конечный пользователь данных, как, например, инженер по бурению, сможет визуализировать данных Rig Server через веб приложение на персональном компьютере. Работа инженера по эксплуатации в реальном времени (RTO) заключается в мониторинге данных, которые поступают с буровой площадки по сети, и немедленном принятии мер по предотвращению потери данных, также он отвечает за решение любых вопросов, возникающих у конечного пользователя в связи с визуализацией данных. [1]

Некоторые технологические решения

Проблему разработки месторождения сланцевой нефти можно решить лишь при принципиально новом подходе совместно с Rig Server, но не только в процессе бурения, но и в процессе разработки месторождения. [2]

Круглосуточный мониторинг и вмешательство в режиме реального времени

Специалист по мониторингу-это то, что делает операционный центр реального времени центром реального времени. Специалист мониторит все приборы что происходит на данный момент, записывает все в журнал, в рамках определённых показателей в течение всего дня. Люди, которые работают в центре реального времени, обычно относятся к категории высококвалифицированных специалистов. Эти люди имеют опыт работы на буровой площадке не менее 10 лет. Благодаря опыту работы на буровой площадке, специалисты по мониторингу должны обнаружить любую потенциальную опасность во время бурения и предупредить людей на буровой площадке и в городе. Для этого они должны использовать систему светофоров в целях обозначения серьезности происшествия. Во многих случаях, упреждающие меры, предпринятые жителями города, помогли снизить и даже предотвратить негативные последствия неожиданного инцидента на буровой. [2]

Предсказательное моделирование

Одной из особенностей операционного центра реального времени является то, как он спроектирован, чтобы обеспечить связь между несколькими программами, особенно теми, которые поддерживают протокол WITSML. Последней технологией для улучшения работы мониторинга является программное обеспечение для прогнозного моделирования, которое позволяет прогнозировать состояние скважины в режиме реального времени, а также заранее, используя параметры бурения. Инженер RTO отвечает за то, чтобы данные с буровой площадки поступали в программу прогнозирующего моделирования в режиме реального времени. Для получения данных в режиме реального времени из хранилища WITSML установлен специальный вычислительный сервер для прогнозного моделирования. Программное обеспечение калибрует имитационную модель, применяя фактические параметры, используемые во время бурения. Благодаря сочетанию гидравлических, термодинамических и механических данных инженер по мониторингу сможет предсказать поведение развития высоты слоя шлама в соответствии с используемым параметром. Неэффективные параметры бурения, применяемые во время бурения, такие как низкие обороты в минуту (RPM) и скорость потока, приведут к дополнительным поездкам, таким как поездка с очистителем и обратное рассверливание для очистки скважины. Разработка пропорции резания и высоты режущего слоя при прогножном моделировании основывается на количестве твердых частиц, образующихся в зависимости от скорости проходки (ROP), несущей способности бурового раствора, траектории, скорости потока и числа оборотов в

минуту. Они помогают определить и проиллюстрировать, на каком участке скважины происходит накопление режущей части на низкой стороне даже с прокачкой или без прокачки, если применяемые параметры бурения (обороты в минуту и скорость потока) недостаточны. [2]

Оптимизация бурения и детальный технический анализ

Специалист по оптимизации бурения (DOS) — это специалист, который должен найти наилучший вариант решения определенной проблемы. DOS отвечает за интерпретацию данных из различных скважин и поверхностных датчиков и определение наилучшего возможного решения для оптимизации буровой операции. К тому же DOS несёт ответственность за проведение анализа после бурения, составление отчетов о событиях (застрявшая труба и т.д.) и подготовку уроков и лучших практик для использования в будущем, чтобы избежать повторения подобных проблем. [3]

Вывод:

Резюмируя, данная концепция должна быть ратифицирована и подписана всеми заинтересованными сторонами до начала самого процесса бурения. Как показывает практика эффективная спланированная работа в бурении приводит к быстрым и безопасным результатам. В будущем тенденция развития бурения будет интегрировать в бурение централизованные центры сбора данных. Помимо централизованных центров будет активно внедряться искусственный интеллект для решения простых и каждодневных задач в процессе бурения.

ЛИТЕРАТУРЫ

1.E. van Oort, Shell E&P Americas, R. Rosso, Halliburton Energy Services; and J. Ca-bello Montero, Shell E&P Technology, "Evolution of Real-Time Operations Monitoring: From Concept to Global Implementation" in 2005 SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Dallas, Texas, U. S. A, 9-12 October 2005.

2.T. Edwards, SPE, M. Saunders, and K. Moore-Cernoch, BP, "Advance Collaborative Environments in BP" at the SPE Intelligent Energy Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherlands, 11-13 April 2006.

3.Azlan Mohamad, Noorazmah Yusoff, and Sazalee Aris, PETRONAS; Dismas Bismo, and Matt Regan, Kongsberg Oil and Gas Technologies, "Dare to Change: An Approach to Implement Enterprise Level of Real Time Well Solution for Collaborative Working Environment" in 2016, IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference in Singapore, 22-24 August 2016.

Тиімді және нәтижелі бұрғылауға арналған кешенді шешім А. Р. Джумалиева, Д. Б. Калиева, А. А. Горбачев, Л. Л. Нурулина

Андатпа. Бұл мақалада қазіргі уақытта цифрландырудың қай кезеңінде екендігіміздің, нақты уақыт орталығының интеграцияланған шешімі оператордың кеңсесінде ұсынылатын қызметтермен бірге қалай жүзеге асырылатынының және цифрландыру дәуірінің жылдам қарқынына жету үшін цифрландыруға қалай дайындалатынымыздың мысалы келтірілген. Ғылыми жұмыс жоғары технологиялық бағдарламалық жасақтамамен жабдықталған және бір бөлмеде мамандандырылған сарапшылармен біріктірілген нақты уақыттағы интеграцияланған операциялық орталықтың шолуларын зерттеуге мүмкіндік береді, бұл көбінесе бұрғылау кезінде, әсіресе күрделі бұрғылау жағдайларына тап болған кезде тиімділік пен үйлесімділікке әкеледі.

Негізгі сөздер: бұрғылау, цифрландыру, байланыс, орталық.

A complete solution for efficient and effective drilling A.R.Jumaliyeva, D.B.Kalieveva, A.A.Gorbachev, L.L.Nurulina

Abstract. This article provides an example of what stage of digitalization we are currently finding, how the integrated solution of the real-time center is being implemented in the operator's office together with the services provided, and how we are preparing for digitalization in order to keep up with the rapid pace of the digitalization era. The scientific work will provide an opportunity to study reviews of an integrated real-time operational center equipped with high-tech software and combined with specialized experts in one room, which often leads to increased efficiency and consistency during drilling, especially when faced with difficult drilling conditions.

Keywords: Drilling, digitalization, communication, center.

ТҰТҚЫР МҰНАЙЛАРДЫ ҚҰБЫРМЕН ТАСЫМАЛДАУДА ГИДРАВЛИКАЛЫҚ КЕДЕРГІЛЕРДІ АЗАЙТУДЫ ЗЕРТТЕУ

А.М.Қайдар ^{ID}*, М.С.Молдабеков ^{ID}

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

*kaidaraigerim@mail.ru

Андатпа. Тұтқырлығы жоғары мұнайды тасымалдауға дайындау мұнай-газ саласындағы негізгі проблемалардың бірі. Соңғы жылдары мұнай өндіруші өңірлерде тұтқырлығы жоғары мұнайды өндіру үрдісі кеңінен қолданылуда, себебі әлем және Қазақстан кен орындарындағы тұтқыр мұнайдың қоры жоғары көрсеткішке ие. Бірақ, құрамында беттік активті зат пен парафин мөлшері жоғары тұтқыр мұнайды құбырмен тасымалдау құбырдың өткізу қабілетін төмендетіп, гидравликалық кедергі коэффициентінің мәнін арттырады. Ал гидравликалық кедергінің артуы тасымалдау барысында энергияның жоғалуына, қосымша шығындардың артуына алып келеді.. Себебі, құбырдың қабырғалары сұйықтықтың еркін қозғалуына жол бермейді. Сондықтан сұйықтық пен құбыр беттерінің салыстырмалы қозғалысымен гидравликалық қарсылықтар сөзсіз пайда болады. Пайда болған кедергілерді жеңу үшін ағын энергиясының бір бөлігі жұмсалады. Бұл жоғалған энергия белгілі бір энергияның гидравликалық жоғалуы. Сондықтан, тұтқыр мұнайды құбырмен тасымалдауда гидравликалық кедергінің алдын алып, гидравликалық коэффициент мөлшерін төмендету шараларын қарастыру мұнайды тасымалдауда маңызды критерийлердің бірі болып есептелінеді.

Негізгі сөздер: тұтқыр мұнай, гидравликалық кедергі, гидравликалық коэффициент, энергияның жоғалуы, құбыр арқылы тасымалдау, тұтқырлық

Гидравликалық кедергілер негізінен ағындағы және құбыр қабырғаларындағы үйкеліс күштерін жеңуге байланысты бірқатар факторларға тәуелді: ағынның геометриялық пішіні, ағын өлшемдері, ағынның қатты қабырғаларының кедір-бұдырлығы, сұйықтық ағымының жылдамдығы, сұйықтықтың қозғалыс режимі, сұйықтықтың тұтқырлығы.

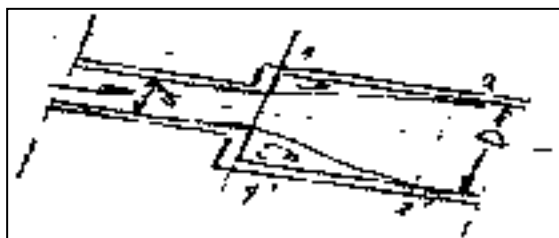
Сұйықтық ағынындағы гидравликалық кедергілер негізгі екі топқа бөлінеді:

- ұзындығы бойынша кедергілер,
- жергілікті кедергілер.

Ұзындығы бойынша кедергілер. Құбырдың тікелей бөліктерінде қозғалатын ағынға қарсы әрекеттің жасалуы, бұл тұтқыр үйкеліс күштерінің пайда болуы аясында пайда болады. Сонымен қатар, тік сызықты бөліктің ұзындығының ұлғаюымен құбыр ішіндегі қарсылық артады.

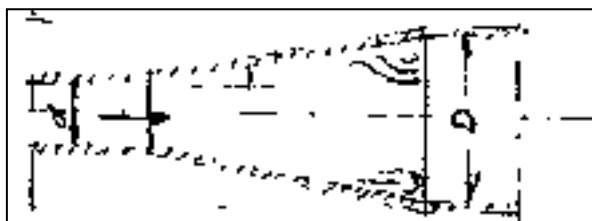
Жергілікті гидравликалық кедергілерге бұрылыстар, жұмыс сұйықтығының ағынына кедергілер, құбыр арнасының кеңеюі немесе тарылуы жатады, бұл ағынның пішінінің, жылдамдығының немесе қозғалыс бағытының кенеттен өзгеруіне әкеледі және олар бірнеше түрге бөлінеді [1].

- 1) Арнаның кенеттен кеңеюі көбінесе бір құбыр үлкен диаметрлі магистральдық құбырмен байланысқан кезде құбырлар учаскелерінің түйісуінде байқалады.



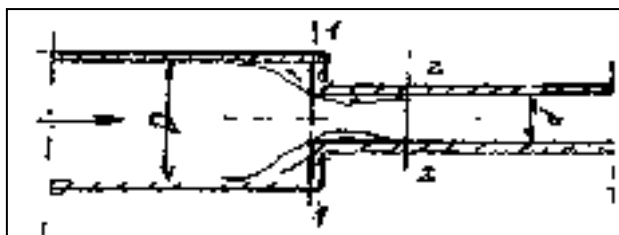
Сурет 1.1 – Арнаның кенеттен кеңеюі

- 2) Арнаның бірқалыпты кеңеюі. Сұйықтықтың ағымы күрделі, себебі ағынның тірі қимасы біртіндеп өсетіндіктен, сәйкесінше сұйықтықтың жылдамдығы төмендейді және қысым жоғарылайды.



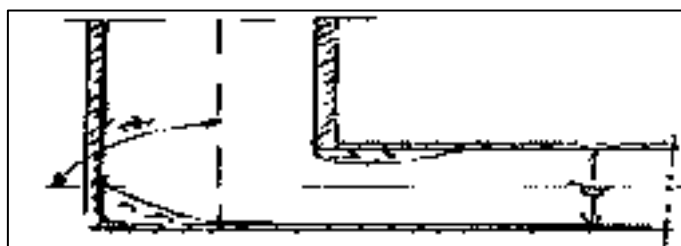
Сурет 1.2 – Арнаның бірқалыпты кеңеюі

3) Арнаның кенеттен тарылуы. Арнаның кенеттен тарылуы кезінде сұйықтық ағыны кіріс бөлігінің қабырғаларынан шығады, содан кейін ғана арнаның қабырғаларына тиеді.



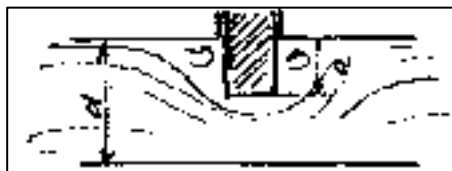
Сурет 1.3 – Арнаның кенеттен тарылуы

4) Арнаның кенеттен айналуы. Мұндай гидравликалық кедергі деп бірдей диаметрлі құбырлардың түйісуі айтылады, онда құбырлардың осьтік сызықтары сәйкес келмейді, яғни олар бір бұрыш жасайды, ал бұл бұрыш арнаның айналу бұрышы деп аталады, өйткені мұнда сұйықтықтың қозғалыс бағыты өзгереді.



Сурет 1.4 – Арнаның кенеттен айналуы

5) Ысырмалар. Клапандар көбінесе сұйықтық ағынының сипаттамаларын ағын, қысым, жылдамдық реттеу құралы ретінде қолданылады. Құбырда ысырмалар болған кезде ағын құбырдағы ысырмаларды айналып ағады, олардың болуы ағынның тірі қимасын шектейді, сондай-ақ ысырманың жанында сұйықтықтың құйынды ағындарының пайда болуына әкеледі.



Сурет 1.5 – Ысырмалар

6) Крандар. Крандарды ағын параметрлерін реттеу құралы ретінде де пайдалануға болады. Мұндай жағдайларда қысымның жоғалу коэффициенті кранның жабылу дәрежесіне және бұрылу бұрышына байланысты болады.

7) Құбырлардың кедір-бұдырлығы. Кедір-бұдырдың үш түрін бөлуге болады:

а) Құбырларды ұзақ уақыт пайдалану нәтижесінде пайда болатын табиғи кедір-бұдыр.

б) Құмның кедір-бұдырлығы жоғары тығыздықпен және түйіндердің әртүрлі пішінімен сипатталады.

с) Кедір-бұдыр элементтері белгілі бір геометриялық пішіні мен орналасуына ие болған кезде жасанды (немесе тұрақты) кедір-бұдыр [2].

Кедір-бұдырлықтың әр түрінің Re -ден қарсылықтың үйкеліс коэффициентінің өзгеруінің өзіндік ерекшелігі бар.

Прандтл турбулентті режимде дөңгелек құбырда келесі жылдамдықты бөлуді ұсынды:

- тегіс құбырлар жағдайында:

$$v = \frac{a \cdot 5,755 \cdot l g v_{ж}}{v} + 5,5. \quad (1)$$

- кедір-бұдырлығы бар құбырлар жағдайында:

$$v = \frac{5,755 \cdot l g a}{k} + 8,5. \quad (2)$$

Жоғарыда айтылған факторлардың барлығы гидравликалық кедергінің пайда болуына әсер етеді, бірақ сонымен қатар құбырмен жоғары тұтқырлы мұнайды тасымалдау кезінде ағынның қозғалыс режиміне назар аудару маңызды [2].

Қозғалыс режимінде ең алдымен, сұйықтықтың қозғалыс механизмі туралы нақты түсінік қалыптастыру қажет. Сұйықтықтың қозғалыс механизмін алғаш рет 1883 жылы О. Рейнольдс сұйықтықтардың қозғалысының екі түрлі режимінің бар екенін дәлелдеді: ламинарлы және турбулентті. Ламинарлы қозғалыс ол қозғалысты бөлшектердің араласуынсыз болатын сұйықтықтың жеке қабаттарының қозғалысы. Ал, турбулентті жоғары жылдамдықта байқалатын сұйықтық қозғалысы, бұл жағдайда сұйықтықтың қозғалысында көрінетін үлгі болмайды, яғни сұйықтықтың жеке бөлшектері оралған, хаотикалық траекториялар бойымен қозғалады, ал сұйықтықтың бүкіл массасы тұтастай бір бағытта қозғалады. Турбулентті ағында жылдамдықтың пульсациясы жүреді, оның әсерінен негізгі (осьтік) бағытта қозғалатын сұйықтық бөлшектері көлденең қозғалыстар алады, бұл көлденең қима бойымен ағынның қарқынды араласуына әкеледі және сәйкесінше үлкен энергия шығынын талап етеді. Демек, ламинарлық ағынға қарағанда турбуленттік режимде сұйықтықтың қозғалысының гидравликалық кедергісі артады және шығын көбейеді [3].

Сұйықтықтың қозғалыс режимін сипаттау үшін аталған факторлардың әсерін ескеретін Рейнольдс саны деп аталатын өлшемсіз Re параметрі енгізілді.

$$Re = \frac{d \rho v}{\eta} \quad (3)$$

Есептеу кезінде тек қана бір критикалық мән $Re=2300$ қабылданады, $Re < 2300$ кезінде режим әрқашан ламинарлы, ал $Re > 2300$ кезінде — әрқашан турбулентті болып саналады [4].

Ламинарлық жағдайдағы ағынның турбуленттілікке қарағанда энергетикалық тұрғыдан тиімді екенін дәлелденген. Мысалы, ламинарлық ағын жағдайында мұнай шығынын 30% - ға арттыру үшін қысымын 30% - ға арттыру қажет; турбулентті ағын жағдайында қысым 58,3% - ға артуы қажет; бұл сорғы 94,3% - ға көп қуат беруі керек дегенді білдіреді [5]. Сондықтан турбуленттілікті азайту мұнайды құбырлар арқылы тасымалдау кезінде өте маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. I. E. Idel'chik. Handbook of hydraulic resistance. 1960
2. Aida-Zade, K.R., Kuliev, S.Z. Hydraulic resistance coefficient identification in pipelines. *Autom Remote Control* 77, 1225–1239 (2016). <https://doi.org/10.1134/S0005117916070092>
3. George Volgin. The hydraulic resistance coefficient in the conditions of simultaneous effect of Re . XXII International Scientific Conference “Construction the Formation of Living Environment” (FORM-2019). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705031>

4. Timur Bekibayev, Uzak Zhabbasbayev, Gaukhar Ramazanova & Daniyar Bossinov | (2021) Oil pipeline hydraulic resistance coefficient identification, Cogent Engineering, 8:1, 1950303, DOI: 10.1080/23311916.2021.1950303

5. Vladimir Saviü 1,* - Darko Knežević 2 - Darko Lovrec 3 - Mitar Jovanović 1 - Velibor Karanović. Determination of Pressure Losses in Hydraulic Pipeline Systems by Considering Temperature and Pressure. Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering 55(2009)4, 237-243

Исследование снижения гидравлических сопротивлений при транспортировке вязких нефтей по трубопроводам
А. М. Кайдар, М. С. Молдабеков

Аннотация. Подготовка высоковязкой нефти к транспортировке одна из основных проблем нефтегазовой отрасли. В последние годы в нефтедобывающих регионах широко используется процесс добычи высоковязкой нефти, так как запасы вязкой нефти на месторождениях мира и Казахстана имеют высокие показатели. Но, транспортировка вязкой нефти по трубопроводу с высоким содержанием ПАВ и парафина снижает пропускную способность трубопровода и повышает значение коэффициента гидравлического сопротивления. А увеличение гидравлического сопротивления приводит к потере энергии в процессе транспортировки, увеличению дополнительных затрат. Это связано с тем, что фактическая потеря энергии в потоке жидкости, увеличение гидравлического сопротивления связаны с вязкостью жидкости, но сама вязкость не является единственным фактором. Это связано с тем, что стенки трубы препятствуют свободному движению жидкости. Поэтому при относительном движении жидкости и поверхностей труб неизбежно возникают гидравлические сопротивления. Для преодоления возникающих препятствий расходуется часть энергии потока. Эта потерянная энергия является гидравлической потерей определенной энергии. Поэтому одним из важных критериев транспортировки нефти является предотвращение гидравлического сопротивления при трубопроводной транспортировке вязкой нефти и рассмотрение мер по снижению размера гидравлического коэффициента.

Ключевые слова: вязкая нефть, гидравлическое сопротивление, гидравлический коэффициент, потеря энергии, транспортировка по трубопроводу, вязкость.

Study of the reduction of hydraulic resistances in pipeline transportation of viscous oil
A.M.Kaidar, M. S. Moldabekov

Abstract. Preparation of high-viscosity oil for transportation is one of the main problems of the oil and gas industry. In recent years, the process of extracting high-viscosity oil has been widely used in oil-producing regions, since the reserves of viscous oil in the fields of the world and Kazakhstan have high indicators. However, the transportation of viscous oil through a pipeline with a high content of surfactants and paraffin reduces the throughput of the pipeline and increases the value of the hydraulic resistance coefficient. And an increase in hydraulic resistance leads to a loss of energy during transportation, an increase in additional costs. This is due to the fact that the actual loss of energy in the fluid flow, the increase in hydraulic resistance are related to the viscosity of the fluid, but the viscosity itself is not the only factor. This is due to the fact that the walls of the pipe prevent the free movement of the liquid. Therefore, with the relative movement of the liquid and the pipe surfaces, hydraulic resistances inevitably arise. To overcome the obstacles that arise, part of the energy of the flow is consumed. This lost energy is the hydraulic loss of a certain energy. Therefore, one of the important criteria for oil transportation is the prevention of hydraulic resistance during pipeline transportation of viscous oil and consideration of measures to reduce the size of the hydraulic coefficient.

Keywords: viscous oil, hydraulic resistance, hydraulic coefficient, energy loss, pipeline transportation, viscosity.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И БОРЬБЕ С ОСЛОЖНЕНИЯМИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРСАК

А.С. Каримова¹ , Ж.Б. Шаяхметова¹ , Р. М. Суюнғалиев² , Р. Парпиев² 

¹ Атырауский университет нефти и газа им. С.Утебаева, Атырау.

² Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

*raika_83@mail.ru

Аннотация. Осложняющими факторами эксплуатации скважин на месторождении Карсак являются асфальто-смолистые парафиновые отложения (АСПО) в призабойной зоне скважины (ПЗС), в наземном и подземном нефтепромысловом оборудовании, а также высокая обводненность скважинной продукции. Кроме того, породы, слагающие пласты-коллекторы, содержат значительное количество песка, что приводит к осаждению части его на забое, образованию песчаных пробок и снижению продуктивности скважин.

Интенсивность образования АСПО, в основном, зависит от технологического режима работы скважин: производительности, обводненности продукции, температуры и давления. Выбор эффективного способа борьбы с АСПО определяется конкретными условиями: составом и свойствами отложений, местом и интенсивностью образования.

Ключевые слова: АСПО, нефть, месторождение, НКТ, скважина, УШГН, парафин.

На месторождении Карсак действующий эксплуатационный фонд составляет 182 скважин, из них: 139 скважины оборудованы штанговыми глубинно-насосными установками, 38 скважин - винтовыми насосными установками.

Также на конец отчетного периода 4 скважины (№№6, 247, 97, 117) – в простое; скважина №77 находится в бездействии.

Нефть (в поверхностных условиях) месторождения Карсак – тяжелая и битуминозная (плотность нефти - 0,8920-0,9332 г/см³), малосернистая (содержание серы – до 0,42%), смолистая и высокосмолистая (содержание смол – 12,2-44,3%), малопарафинистая (содержание парафина – до 0,79%), высоковязкая с низкой пластовой температурой (25-35 °С). Средняя обводненность продукции по месторождению составляет 97,4%.

Пласт М I. Эксплуатационный фонд составляет 76 скважины, из них действующий фонд 73 скважин. В бездействии находится 1 скважина и 2 скважины в ремонте и в ожидании ремонта.

Дебиты по нефти меняются от 0,3 т/сут до 9,0 т/сут, составляя в среднем 1,3 т/сут. Скважины работают при депрессиях от 0,1 до 1,6 МПа и коэффициентах продуктивности по жидкости от 0,8 до 19,0 м³/сут*МПа.

Средний дебит по нефти новых скважин, введенных в 2006 г., изменялся от 0,8 до 2,3 т/сут и составил в среднем 1,3 т/сут.

При штанговой эксплуатации используются штанговые насосы условным диаметром 57 мм. Глубины спуска насосов составляют 186 – 223 м, динамические уровни опускаются до отметок 104 – 185 м, длина хода составляет 1,0 – 1,2 м, число качаний 4,0 – 4,5 мин⁻¹.

При винтовой эксплуатации насосы спускаются на глубину 171 – 256 м, динамические уровни опускаются до отметок 39 – 195 м, диаметр шкива составляет 90 – 160 мм.

Анализ добычи нефти показывает, что основными местами отложений АСПО являются: скважинные насосы, колонны НКТ в скважинах, выкидные линии от скважин, резервуары промысловых сборных пунктов. Наиболее интенсивно парафин откладывается на внутренней поверхности НКТ. В выкидных линиях парафинообразование усиливается в зимнее время, когда температура воздуха становится значительно ниже температуры газонефтяного потока.

Парафинообразование в скважинах, оборудованных УШГН, имеет некоторые особенности. Они заключаются в следующем:

- парафин откладывается на фильтре насоса, уменьшая его полезное сечение, а значит, ухудшая поступление жидкости в насос и снижая его подачу;
- парафин прилипает к седлам и клапанам, ухудшая герметичность этой пары, что приводит к утечкам части жидкости из цилиндра;

- парафин откладывается в зазоре между цилиндром и плунжером, приводя к заклиниванию последнего;
- парафин осаждается на штангах, увеличивая их массу и значение сил гидравлического сопротивления при их перемещении;
- парафин откладывается на НКТ, уменьшая свободное сечение для движения добываемой жидкости и увеличивая нагрузку на головку балансира и штанги; последнее может привести к обрывам штанг.

Для предотвращения и удаления возможных отложений АСПО из ствола скважин необходимо разработать мероприятия с применением механических, тепловых, термохимических, физических методов и их комбинаций. Геолого-физические условия продуктивных горизонтов, состав и свойства продукции скважин позволяет применить традиционные методы борьбы с АСПО.

Механические методы предполагают удаление уже образовавшихся отложений на НКТ. Для очистки НКТ от АСПО в скважинах, эксплуатируемых УШГН, рекомендуется применение скребков, которые по конструкции и принципу действия подразделяются на следующие виды:

- металлические пластинчатые со штанговращателем, имеющие две режущие пластины, способные удалять АСПО только при вращении;
- спиральные, возвратно-поступательного действия;
- «летающие», оснащенные ножами-крыльями (для искривленных скважин);
- полимерные скребки-центраторы.

Из известных химических, гидромеханических и комбинированных методов интенсификации притока или повышения приемистости в настоящее время на месторождении Карсак применяются глинокислотная обработка.

Глинокислотные обработки осуществляются только по нагнетательным скважинам и являются одним из основных методов освоения скважин под закачку воды.

Проведенные электровоздействия на ПЗС в геолого-физических условиях продуктивных пластов не дали значительного эффекта (из 12 испытываемых скважин в 2005 году только в 2-х получен небольшой прирост добычи нефти).

При небольших отложениях для растворения и удаления АСПО из ПЗС и скважинного оборудования рекомендуется использовать:

- ✓ пропарку и промывку ствола скважин и обработку ПЗС горячей нефтью с помощью депарафинизационных агрегатов АДПМ;
- ✓ реагенты и ингибиторы парафиноотложений которые прошли необходимые лабораторные и промысловые тестирования для условий месторождения.

Использование этих мероприятий способствует улучшению фильтрационных характеристик ПЗС, значительно облегчает освоение скважин после проведения в них ремонтных работ, отмывает НКТ и скважинное оборудование от парафина.

Можно использовать промывку горячей нефтью одновременно с работой УШГН. Это повышает эффективность отмыва отложений за счет интенсификации воздействия прокачиваемой жидкости на элементы оборудования и лучшего выноса АСПО из скважины. С целью лучшей очистки труб и оборудования в теплоноситель можно добавлять химические реагенты.

Если АСПО будут выделяться в большом количестве, то наиболее рациональной по времени является периодическая задавка ингибитора через затрубное пространство, так как подача через НКТ потребует подъема оборудования. Дозированная подача в затрубное пространство может осуществляться как автономными дозировочными насосами, так и насосами с приводом от станка-качалки. [1-5]

С увеличением обводненности продукции скважин возможно изменение характера процессов, происходящих как в самом продуктивном пласте, так и в стволе скважины при движении жидкости. Обводнение изменяет химические свойства нефти, повышая ее плотность, вязкость и содержание высокомолекулярных компонентов, способствующих

кристаллообразованию, а также ведет к образованию эмульсий, которые способствуют возникновению сильно развитой поверхности раздела фаз нефть-вода-смолопарафиновые компоненты. Это в свою очередь повышает вязкость жидкости, способствует образованию жестких структур и их прилипанию к поверхности труб.

Выводы. Применение ингибиторов парафиноотложений в обводненных скважинах должно учитывать количество и состав попутной воды, значение водородного потенциала и солевого баланса. Исследования показывают, что увеличение доли воды в нефти при применении одних реагентов эффективно, при использовании других неэффективно. Одни реагенты хорошо работают в безводной нефти, другие – сохраняют высокую отмывающую способность при любой обводненности.

Поэтому, тип реагента, его расход, способ и периодичность применения требуется подбирать для конкретных условий при дополнительных лабораторных и промысловых исследованиях.

Одной из разновидностей депарафинизации является применение устройств, располагаемых в области интенсивного парафинообразования, например, электропечей. Перспективным является применение над- и поднасосных нагревателей индукционного типа, монтируемых на приеме насоса или над ним и работающих одновременно с насосом.

Для очистки манифольдов, арматуры и трубопроводов в зоне расположения скважины целесообразно применять острый пар, вырабатываемый паропередвижными установками типа ППУА.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амелин И.Д., Сургучев М.Л., Давыдов А.В., Прогноз разработки нефтяных залежей на поздней стадии, М.Недра, 1994г., 308с.
2. Багринцева К.И., Трещиноватоеть осадочных пород., М.Недра, 1982г., 256с.
3. G.Zh. Moldabayeva, R.T. Suleimenova, “Scientific and Technical Substantiation of Reducing Oil Viscosity”, “International Journal of Engineering Research and Technology” (ISSN 0974-3154) pp 967-972
4. MOLDABAYEVA, GULNAZ; SULEIMENOVA, RAIKHAN; Experimental support of field trial on the polymer flooding technology substantiation in the oil field of western Kazakhstan. «PERIÓDICO TCHÊ QUÍMICA». Volume 17 - Número 35 - 2020 ISSN 2179-0302. pp 963-975.
5. Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Агзамов А. Х., Абилева С. Ж., Балуанов Б. А., Каримова А. С. Эффективность применения физического воздействия на продуктивный пласт для снижения вязкости и увеличения нефтеотдачи пластов. Комплексное использование минерального сырья. №1 (316), стр.53-61., 2021, ISSN 2224-5243.

Қарсақ кен орнындағы ұңғымаларды пайдалану кезіндегі қиыншылықтарды алдын алу және оларға қарсы күрес жөніндегі іс-шаралар А.С. Каримова, Ж.Б. Шаяхметова, Р. М. Суюнғалиев , Р. Парниев

Андатпа. Қарсақ кен орнында ұңғымаларды пайдалануды қиындататын факторлар ұңғыманың төменгі кеніш аймағында (ПЗС), жер үсті және жер асты мұнай кәсіпшілігі жабдықтарында асфальт-шайырлы парафинді шөгінділер (АСПО), сондай-ақ ұңғымалық өнімнің жоғары сулануы болып табылады. Сонымен қатар, коллекторлық қабаттарды құрайтын жыныстарда құмның едәуір мөлшері бар, бұл оның бір бөлігін түбіне тұндыруға, құм штепсельдерінің пайда болуына және ұңғымалардың өнімділігінің төмендеуіне әкеледі.

АСПО түзілуінің қарқындылығы негізінен ұңғымалардың технологиялық режиміне байланысты: өнімділік, өнімнің сулануы, температура мен қысым. АСПО-мен күресудің тиімді әдісін таңдау нақты жағдайлармен анықталады: шөгінділердің құрамы мен қасиеттері, қалыптасу орны мен қарқындылығы.

Негізгі сөздер: АСПО, мұнай, кен орны, НКТ, скважина, ҮШГН, парафин.

**Meerofriendsi'm on prevention and control with complications during the operation of wells at the
karsak field**

A.S. Karimova, Zh.B. Shayakhmetova, R. Suyungaliyev, R. Parpiyev

Annotation. Complicating factors in the operation of wells at the field are asphalt-resinous paraffin deposits (ASPO) in the bottom-hole zone of the well, in surface and underground oilfield equipment, as well as high water content of well products. In addition, the rocks composing the reservoir layers contain a significant amount of sand, which leads to the deposition of part of it at the bottom, the formation of sand jams and a decrease in the productivity of wells.

The intensity of ASF formation mainly depends on the technological mode of well operation: productivity, water content of products, temperature and pressure. The choice of an effective way to combat ASF is determined by specific conditions: the composition and properties of deposits, the location and intensity of formation.

Keywords ASPO, oil, field, tubing, well, pump, paraffin.

ӨТКІЗГІШТІГІ НАШАР ҚАБАТТАРДА МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУ МАҚСАТЫНДАҒЫ СУ АЙДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ӨЗГЕРІСТЕР

Д.М.Кариева , Т.А.Абдували 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

kariyeva.dana.pe@gmail.com

Андатпа. Мұнай еліміздегі өмірдің барлық салаларын дамытуда өте маңызды рөл атқарады. Ол саланың алға жылжуы үшін энергетикалық қолдау көрсете алады, сонымен қатар ол адамдардың күнделікті өмірінде кеңінен қолданылып, әлеуметтік тұрақтылықты сақтауға маңызды үлес қосады.

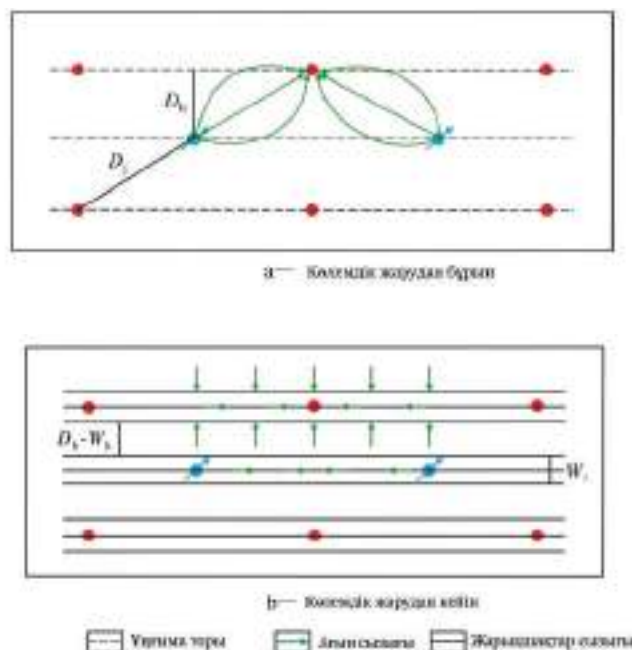
Бүгінгі күннің аясында еліміздің мұнай барлауы мен игеруі мұнай қорларының бірте-бірте азаюы және мұнай өндіру ортасының нашарлауы мәселелерімен бетпе-бет келіп отыр. Сондықтан да еліміздің мұнай өнеркәсібі бірте-бірте өткізгіштігі төмен кендерді барлау мен игеруге өз назарын аудара бастады. Дегенмен, өткізгіштігі төмен коллекторларды игеру процесінде оған жиі әртүрлі аспектілердегі көптеген факторлар әсер етеді, игеру көптеген шектеулерге ұшырайды. Осының негізінде өткізгіштігі төмен қабаттардың игеру сипаттамалары нақтылануы керек және осының негізінде ғылыми, негізделген және мақсатты игеру технологиялары таңдалуы керек.

Бұл жұмыста экономикалық жақтан тиімді, технологиялық тұрғыдан дәлелденген ең жаңа жетілдірілген, нақты өткізгіштігі нашар қабаттарға бағытталған өндіру тәсілдері ұсынылды.

Негізгі сөздер: су айдау, мұнай бергіштікті арттыру, мұнайды ығыстыру, кеуекті қуыстар, суды сіңірі, капиллярлық күш, гидравликалық жару

Кеуектердің ығысуынан жарықшақтың ығысуына ауысу

Кәдімгі төмен өткізгіш коллекторларды сақтау кеңістігінде кеуекті қуыстар басым болады, ал айдау және өндіру ұңғымалары арасындағы ағын сызығында радиалды ағын басым болады. Дарси заңына сәйкес, жетектегі ұңғыма арасындағы қысым айырмашылығы негізінен ұңғыманың жанында жұмсалады, ал жетектегі тиімді ығыстыру қысымның айырмашылығы аз. Сонымен қатар, төмен өткізгіш коллекторлардың физикалық қасиеттерінің нашар болуына және сүзуге жоғары қарсылыққа байланысты, әдеттегі игеру әдістеріне мұнайды айдау мен ығыстырудың тиімді жүйесін құру қиын. Ұңғымаға жеткілікті мөлшерде су айдап, резервуардың энергиясын толтыру үшін жоғары қысымды су айдау қолданылады, бірақ нәтижеге жету әлі де қиын. Оның орнына игеру әдісін өзгертіп, ұңғыманың жанында белгілі бір өткізу жолағы бар қабаттар желісін құру үшін көлемді гидравликалық жару технологиясы қолданылады, ал ұңғыманың жанындағы кеуек типті резервуар қос тұтқыш орта резервуарына айналады. Бір жағынан, ұңғыманың жанындағы коллектордағы сүзу кедергісі мен қысымның төмендеуін едәуір ақырындатуы мүмкін, ал ұңғымалар арасындағы жетектегі қысымның тиімді ығыстыруын жақсартуы мүмкін; екінші жағынан, ұңғымалар арасындағы жетек қабаттар арасындағы жетекке айналады, ал айдау және өндіру ұңғымалары арасындағы радиалды ағын қабаттар мен торлар арасындағы сызықтыққа айналады. Қозғалыс қашықтығын және қозғалыс кезіндегі қысым айырмашылығын едәуір төмендететін ағын пайда болады. Айдау және өндіру ұңғымалары арасындағы көлемдік қабаттың гидравликалық жарылуына дейінгі қашықтық D_j , ал ұңғыма қатарлар арасындағы қашықтық D_h болады деп есептесек, қабаттың көлемді гидравликалық жарудан кейін жолағының ені W_j болатын қабаттар желісі жасалады, ал қабаттар торлары арасындағы ығысу қашықтығы $D_h - W_j$ және ол D_j – дан әлде қайда кіші, бұл айдау және өндіру ұңғымалар арасындағы ығыстыру қысымының азаюын айтарлықтай төмендетеді, бұл суды айдау нәтижесінің кеуекті қуыстар арқылы ығыстырудан жарықшақтар арқылы ығыстыруға ауысуын қамтамасыз етеді. (сурет- 1).



1-сурет – Гидравликалық көлемдік жарудан бұрын (а) және кейін (б) айдау тәсілін ауыстыру схемасы

Суды үздіксіз айдаудан суды сіндіріп мұнайды босату әдісіне ауысу

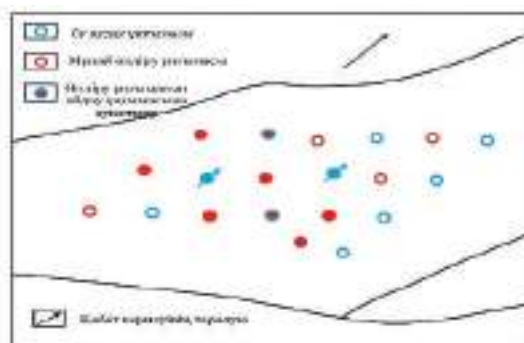
Резервуардың көлемі өзгеріске ұшырағаннан кейін суды үздіксіз айдау мұнай ұңғымасының тез су басуын күшейтеді және резервуардың жұмыс істеу мерзімін едәуір қысқартады. Сондықтан үздіксіз су айдаудың орнына бір ұңғымадан айдау-өндіру, кезектеп айдау-өндіру немесе айдау-өндіру ұңғымаларын ауыстыру сынды суды айдап қабатқа сіндіріп мұнайды өндіру әдістерін қолдану арқылы су басуын азайтып, мұнайды ығыстыру көлемін арттырып, мұнай бергіштікті арттыруға болады. Суды қабатқа сіндіріп мұнайды өндіру әдісі капиллярлық күштің әсерінен тұтқыш пен жарықшақтар арасында мұнай-суды бір-бірімен ауыстыру механизмін жүзеге асырады.

Бір ұңғымадан айдау-өндіру дегеніміз ұқсас бір мұнай өндіру ұңғымасы арқылы алдымен су айдап, содан қайтадан мұнайды өндіру процессі. Дәстүрлі гидрожарудан кейінгі өткізгіштігі нашар қабаттар негізінен баяу сіндіру және қайта ығыстыру механизмін қолданады. Бұл ретте резервуар көлемін өзгергеннен кейін, ұңғыманың айналасында күрделі жарықшақтар жүйесі пайда болады, қабаттың ағынға кедергісі азаяды, айдалған су көлемі артқан сайын қуысты кеуектегі шикі мұнайды жарықшақтарға қарай ығыстырумен қатар қабат қысымы да біртіндеп жоғарылайды. Ұңғымадан айдауды тоқтатып қайта өндіруді бастағанда, жарықшақтар мен кеуекті қуыстар арасында біршама жоғары ығыстыру қысымы пайда болады. Соның әсерінен мұнай ұңғы түбіне жоғары қарқынмен жинала бастайды. Бұл әдіс көбінде кішкене көлемді тектоникалық жарықтардан пайда болған коллекторларда, құмды тұтқыштар шашыраңқы орналасқан аймақтарда, экономикалық тұрғыдан тиімді ұңғымалар желісін құру қиын болған жағдайда қолданылады.

Кезектеп айдау-өндіру дегеніміз айдау мен өндіруді бір уақытта жүргізбеу арқылы айдалған суды кеуекті қуыстарға сіндіріп, мұнайды ығыстырып шығару, яғни мұнай өндіруге арналған ұңғыма айдау ұңғымасында айдау процессі жүріп жатқан кезінде тоқтайды, ал мұнай өндіру кезінде суды айдау ұңғымасы тоқтайды. Айдау мен өндіруді кезектеп жүргізу әдісінің арқасында резервуардың энергиясын суды айдау арқылы толықтырылады, айдау және өндіру ұңғымалары арасында тиімді ығысу жүзеге асырылады, сонымен қатар ұңғыманың жанындағы жарықшақтар суды өз бойында ұстап, мұнайды өндіруге үлкен мүмкіндік береді. Кезектеп айдау-өндіру әдісі құмды массивті, үздіксіздігімен ерекшеленетін біртекті төмен өткізгіш коллекторлар үшін жарамды.

Айдау-өндіру ұңғымаларын ауыстыру дегеніміз резервуарды игеру барысында мұнай және су ұңғымаларының қызметі бір-бірімен ауыстырылады, яғни мұнай өндіру ұңғымасы су

айдау үшін, су айдау ұңғымасы мұнай өндіру үшін қолданылады. Ауыстыру принципі айдалған су қабатта мұнайды ауыстырып шығу, яғни, су кеукті қуыстарға толық сіңіп мұнайды ығыстырады, сонымен бірге су айдау арқылы қабат қысымын арттырып, өнімді ығыстыру үшін энергиямен қамтамасыз етеді. Ығыстыру әсерімен бірге резервуардағы сұйықтың қозғалу ағынының бағытын өзгертіп ығыстыру көлемін де арттырады. . (сурет 2).



2-сурет - Айдау-өндіру ұңғымаларын ауыстыру

Ұңғымалардың арақашықтығын азайту әдісінен көлемдік жару әдісіне ауысу

Ұңғымалардың негізгі желісінің резервуарының физикалық қасиеттерінің нашар болуына байланысты өндірісті айдау және ығыстыру жүйесін құру қиын. Резервуардың аудандап және вертикалды су айдау деңгейі бірдей төмен, резервуардағы өнімді алу дәрежесін одан әрі арттыру үшін ұңғымалар желісін жиі орналастыру, ұңғымалар арақашықтығын азайту арқылы іске асырады, бірақ бұл бір ұңғыманың бақыланатын қорларының айтарлықтай төмендеуіне әкеледі, содан экономикалық пайда төмендейді. Көлемді өзгерту технологиясын енгізу, қабатты қысыммен бұзу арқылы жарықшақтар торын қалыптастыру ағынға қарсы кедергіні азайтып, жарықшақтар торының көлемінде бақыланатын қорды арттыруға болады. Резервуардың көлемді жару масштабы неғұрлым үлкен болса, соғұрлым пайда болған өндіруге болатын қабаттағы қорларды қамтиды, ал резервуарды пайдалану және өндіру дәрежесі соғұрлым жоғары болады.

Өткізгіштігі нашар қабаттарда дәстүрлі су айдау әдісін өзгертіп, көлемдік өзгерту, бір ұңғымадан айдау-өндіру, кезектеп айдап-өндіру, айдау-өндіру ұңғымаларын ауыстыру әдістерін біріктіре қолдану арқылы жеке ұңғымаладың өнімділік коэффициентін арттырып, тез арада резервуардың жалпы дебитін арттыруға болады. Осылайша мұнай бергіштікті арттыруға қол жеткізуге болады.

Мұнайды тиімді ығыстыру және суды сіңдіріп мұнайды босату әдістерін талдау

Eclipse - сандық модельдеудің жалпы коммерциялық бағдарламалық жасақтамасы, дамудың жаңа моделі аясында резервуарды жобалау кезінде тиімді ығыстыру және суды сіңдіріп мұнайды босату әдісінің маңызын талдау үшін қолданылады. Мұнай мен судың капиллярлық күшіне байланысты суды сіңдіру және мұнайды босату механизмі көлемдік жарудан кейін сүзілу ағындарының формуласымен көрсетуге болады :

$$q = \frac{\sigma V_m K_m}{\mu_o} K_{ro} P_{cow} , \quad (1)$$

Мұнда, σ – Форманың коэффициенті, тұтқыштың жарылу дәрежесі ;

V_m – Көлемік жарылу болған тұтқыштың көлемі, м³ ;

K_m – Тұтқыштың өткізгіштігі, Мд;

μ_o – Қабаттағы мұнайдың тұтқырлығы, мПа · с;

K_{ro} – Су – мұнай салыстырмалы өткізгіштік

P_{cow} – Капиллярлық күш, МПа;

q – Көлемдік жарылу аймағындағы мұнай ығысу жылдамдығы, м³/тәулік

Жаңа игеру моделінде, резервуар тиімді ығыстыру және суды сіңіріп мұнайды босату сияқты екі функцияны қамтиды. (1) формуладан мұнай мен судың капиллярлық күші 0-ге тең болған кезде, суды сіңіріп мұнайды босату жылдамдығы 0-ге тең, бұл әдістің әсерін елемеуге болатындығын көруге болады. Бұл уақытта сандық модельдеу арқылы есептелген мұнайдың жиынтық өндірісі тиімді ығыстыру нәтижесінде пайда болады. Капиллярлық күш ескерілгенде, сандық модельдеу арқылы есептелген мұнайдың жиынтық өндірісі тиімді ығыстыру және суды сіңіріп мұнайды босату аралас әсерінің нәтижесі болып табылады, одан тиімді ығыстыру және суды сіңіріп мұнайды босату жылдамдығын бөлек есептеу арқылы қатынасын анықтауға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Yuan J, Jiang R and Zhang W (2018) The workflow to analyze hydraulic fracture effect on hydraulic fractured horizontal well production in composite formation system. *Advances in Geo-Energy Research* 2(3): 319–342.
2. Ma X, Li X, Liang F, et al. (2020) Dominating factors on well productivity and development strategies optimization in Weiyuan shale gas play, Sichuan Basin, SW China. *Petroleum Exploration and Development* 47(3): 594–602.
3. Lin L, Lin W, Xiong S, et al. (2020) Supplementary energy development boundaries of staged fracturing horizontal wells in tight oil reservoirs. *Energy Exploration & Exploitation* 38(6): 2217–2230.
4. Li X, Lu D, Luo R, et al. (2019) Quantitative criteria for identifying main flow channels in complex porous media. *Petroleum Exploration and Development* 46(5): 998–949.
5. ZHANG Anshun, YANG Zhengming, LI Xiaoshan, et al. An evaluation method of volume fracturing effects for vertical wells in low permeability reservoirs [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2020, 47 (2) : 409-415.

Изменения в технологии перекачки воды с целью повышения нефтеотдачи в низкопроницаемых пластах

Д. М. Кариева, Т. А. Абдували

Аннотация. На фоне сегодняшнего дня нефтяная разведка и освоение страны сталкивается с проблемами постепенного сокращения запасов нефти и ухудшения нефтедобывающей среды. Поэтому нефтяная промышленность страны постепенно стала уделять внимание разведке и освоению низкопроницаемых пластов. Однако в процессе освоения коллекторов с низкой проницаемостью на него часто влияет множество факторов в различных аспектах, освоение которых подвержено многим ограничениям. На основе этого должны быть уточнены характеристики освоения слоев с низкой проницаемостью и на основе этого должны быть выбраны научные, обоснованные и целевые технологии освоения.

В данной работе предложены новейшие усовершенствованные, технологически доказанные способы производства, эффективные с экономической стороны, ориентированные на слои с низкой удельной проницаемостью.

Ключевые слова: перекачка воды, повышение нефтеотдачи, вытеснение нефти, пористые коллекторы, водопоглощение, капиллярная сила, гидроразрыв

Changes in water injection technology in order to increase oil recovery in low-permeable formations D.M.Kariyeva, T.A. Abduvali

Abstract. Against the background of today, the oil exploration and development of the country is facing the problems of gradual reduction of oil reserves and deterioration of the oil-producing environment. Therefore, the oil industry of the country gradually began to pay attention to the exploration and development of low-permeability reservoirs. However, in the process of developing reservoirs with low permeability, it is often influenced by many factors in various aspects, the development of which is subject to many restrictions. Based on this, the characteristics of the development of layers with low permeability should be clarified and based on this, scientific, sound and targeted development technologies should be selected.

In this paper, the latest improved, economically efficient, oriented to layers with low specific permeability, technologically proven production methods are recommended,

Keywords: water injection, enhanced oil recovery, oil displacement, porous reservoirs, water absorption, capillary force, hydraulic fracturing

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ БУРЕНИЯ НОВЫХ СКВАЖИН НА ЗРЕЛЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЭМБЫ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОШКАР

А.Е.Кенжетаев 

Satbayev university, Казахстан, г.Алматы

[*Kenzhetaev17@gmail.com](mailto:Kenzhetaev17@gmail.com)

Аннотация. Большинство месторождений Южно-Эмбинской впадины можно отнести к зрелым, находящихся на завершающих этапах разработки. В данной статье рассматривается перспективность бурения новых скважин на зрелых месторождениях на примере месторождения Кошкар. Проводится анализ выработки запасов, состояния разработки, эффективности бурения и методов закладки скважин для бурения. Приводятся примеры эффективности бурения скважин на месторождении Кошкар в последние годы, характеристика их эксплуатации, а также способы доразведки зрелого месторождения путем бурения скважин. Таким образом, идет увеличение добычи нефти на зрелых месторождениях, вывод их на рентабельную эксплуатацию, тем самым вливания дополнительных средств в экономику компании. Зрелые месторождения Южно-Эмбинской впадины имеют не только производственное значение, но и социальное, так как обеспечивают работой и заработком большую часть населения близлежащих населенных пунктов, в связи с чем необходимо проводить мероприятия для поддержания и увеличения добычи на зрелых месторождениях, производить доразведку для увеличения потенциала месторождений.

Ключевые слова. месторождение, нефть, бурение, коэффициент извлечения нефти, остаточные запасы, геологическое строение.

В данной статье рассматривается перспективность бурения новых скважин на зрелых месторождениях Эмбы и возможность выявления новых залежей, выявления изменений геологического строения на примере месторождения Кошкар.

Месторождение Кошкар является одним из многопластовых месторождений Южной Эмбы. На площади отмечены естественные выходы нефти в виде закированных песков, приуроченных к линиям выхода сброса на поверхность.

Соляной купол Кошкар был обнаружен гравиметрической съемкой в 1933 г. В последующие годы на месторождении проводились все виды геолого-поисковых и геофизических работ. На месторождении Кошкар Южный пробуренными скважинами вскрыта толща мезо-кайнозойских отложений, представленная породами от нижнепермского возраста до юрских и верхнемеловых включительно, перекрытых сверху осадками четвертичной системы.

По данным сейсмических работ соляное ядро Кошкар вытянуто в меридиональном направлении. В пределах соляного тела имеются два локальных поднятия соли (северное и южное) с глубиной залегания соли 300м. В тектоническом отношении выделяются три самостоятельных участка, соответствующих локальным поднятиям соли. Это Южный, Северный и Центральный Кошкар. Соль в наиболее приподнятой части залегает на глубине минус 300 м. Промышленная нефтеносность связана только с одним участком – Кошкар Южным.

По надсолевым отложениям структура разбита сбросовыми нарушениями на четыре части: северо-западное (опущенная часть), юго-западное и восточное крылья, разобщенные между собой нешироким горстом. Кроме того, поднятие расчленено сетью продольных и поперечных нарушений на ряд блоков. Горизонты представлены чередованием неоднородных прослоев песчаных и глинистых пород. Коллекторами являются пески и песчаники.

Были вовлечены в разработку среднеюрские горизонт Юго-Западного крыла, альб-сеноманские, неокомский и верхнеюрский-среднеюрские горизонты Северо-Западного крыла.

В результате проведенных на месторождении геологоразведочных работ выявлены промышленные нефтяные залежи в меловых и юрских отложениях, приуроченных к одному газовому и 21 нефтяным горизонтам, которые распределены следующим образом:

1. северо-западное крыло, южное поле - 1 туронский, 4 альб-сеноманских, 1 неокомский горизонты;

2. северо-западное крыло, северное поле - 1 туронский, 6 альб-сеноманских, 2 неокомских, 1 верхнеюрский, 3 среднеюрских горизонта;
3. юго-западное крыло – 1 аптский газовый, 1 среднеюрский нефтяной горизонты.

На месторождении выделено 3 эксплуатационных объекта разработки:

I объект – среднеюрские горизонты юго-западного крыла;

II объект – альб-сеноманские горизонты северо-западного крыла;

III объект – среднеюрские и неокомские горизонты северо-западного крыла.



Рисунок 1 - Геолого-геофизическая карта месторождения

Общий пробуренный фонд скважин на месторождении составляет 137 ед., так как месторождение Кошкар находится на завершающей 4 стадии разработки, большая часть фонда скважин составляет ликвидированный фонд или 112 ед.

С начала разработки добыто 2280,8 тыс.т нефти, что составляет 96,4% отбора от начальных извлекаемых запасов месторождения, текущий коэффициент извлечения нефти составляет 0,472 доли ед. при утвержденном 0,489 доли ед., остаточные извлекаемые запасы нефти в целом по месторождению составляют 84,2 тыс.т.

В целом, по месторождению наблюдается тенденция увеличения добычи нефти за 2017-2020гг, что не характерно для завершающей IV стадии разработки: за 2017г добыто 3,5 тыс.т нефти, в 2020г добыча составила 5,6 тыс.т., что говорит о возможном потенциале месторождения, и, будущим пересчете запасов.

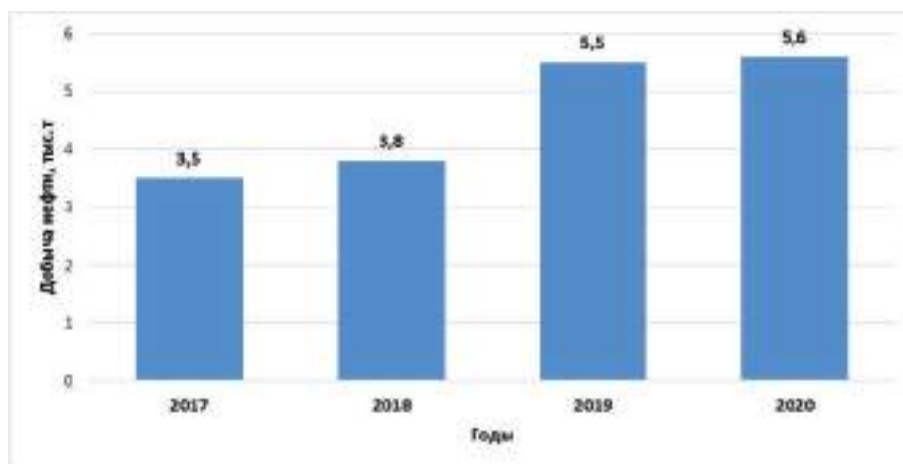


Рисунок 2 – Ежегодная добыча нефти месторождения

Основной причиной роста добычи является ввод в разработку II объекта за счет бурения скважины №190, вводом из консервации скважины №66 и переводом трех добывающих скважин с III объекта (№№87, 98, 106).

В 2018г добыча нефти составила 3,8 тыс.т при обводненности продукции 96,9% и дебитом нефти 0,8 т/сут. В данном году при выполнении анализа разработки была заложена добывающая скважина №190 в не разбуренной зоне альб-сеноманских горизонтов. Данная скважина вступила в разработку в конце мая 2019г с дебитом нефти 12,0 т/сут при обводненности продукции 12%. Скважина №190 с 2019 по текущий 2021 год работает стабильно с высоким дебитом нефти в рамках месторождения Кошкар, на июнь 2021 года средний дебит нефти составляет 11,3 т/сут с обводненностью 41%, что позволило вывести месторождение на рентабельный уровень эксплуатации.

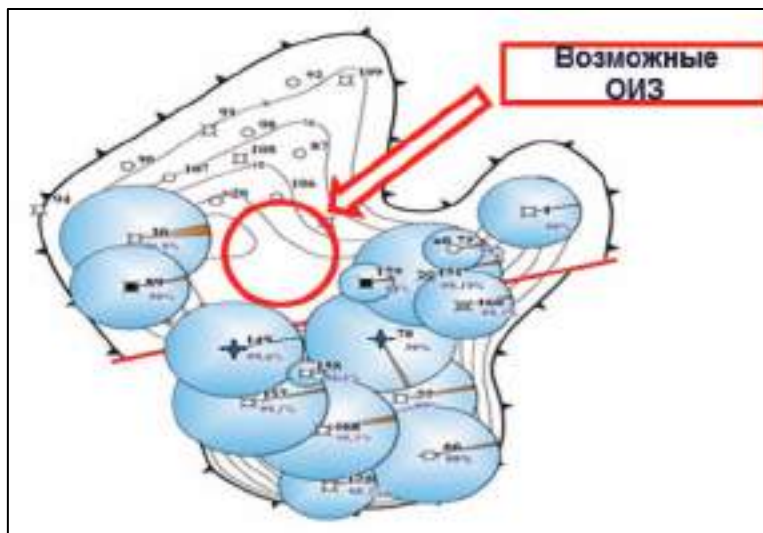


Рисунок 3 – Заложение скважины №190



Рисунок 4 –Динамика эксплуатации скважины №190

После успешного ввода скважины №190 и обнаружения потенциала месторождения предусматривался дополнительный ввод из бурения 6 новых скважин для добычи в зонах с наибольшим сосредоточением остаточных запасов нефти: №191 на I объект, №192 на III объект и №194 на II объект и скважины №193, 195, 196 на II объект, вскрывающих неокомские горизонты III объекта с целью доизучения геологического строения.

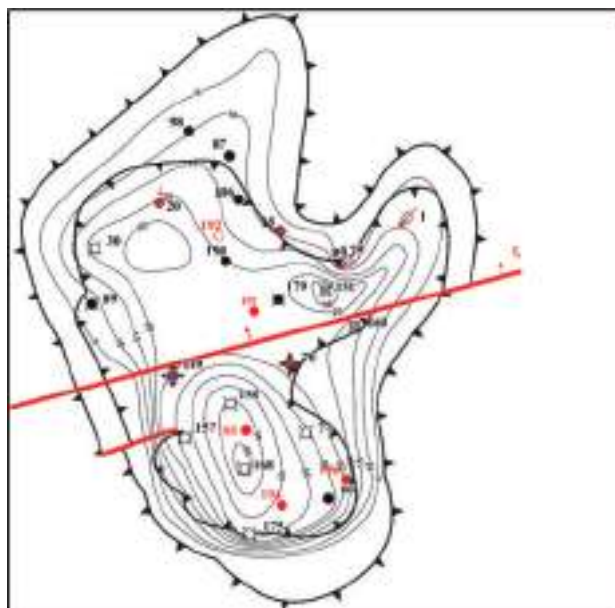


Рисунок 5 – Карта проектных пробуренных скважин II объекта



Рисунок 6 – Карта проектных пробуренных скважин III объекта

Скважина №192 была пробурена и вступила в эксплуатацию в начале июня 2020г на среднеюрский горизонт Северо-Западного крыла (инт.перф 818-819,5; 836-837,5м) с дебитом нефти 7,5 т/сут при обводненности продукции 42%. Данные интервалы резко обводнились до 97% со снижением дебита нефти до 0,4 т/сут, что привело к изоляции данных интервалов и переходу на вышележащий второй неокомский горизонт (инт перф. 703,5-709,2м), средний дебит нефти составил 4,6 т/сут, затем скважина в марте 2021г перешла на VI альб-сеноманский горизонт (инт.перф. 395-404; 407-410м), средний дебит до июня 2021г составил 4,1 т/сут.

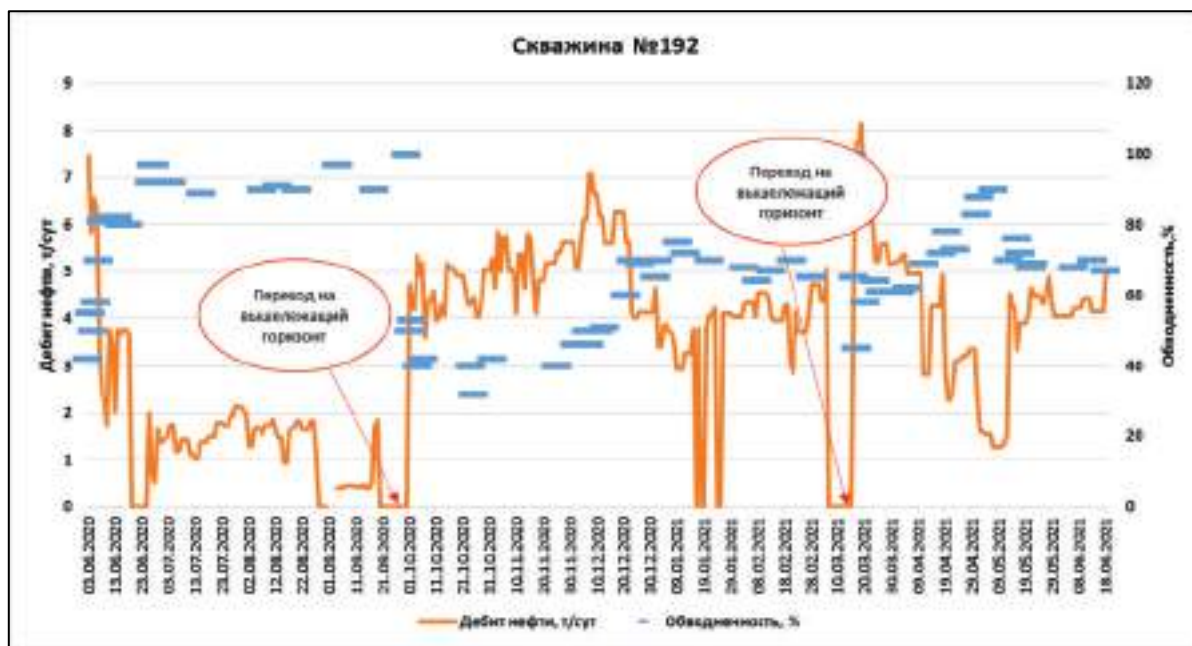


Рисунок 8 – Динамика эксплуатации скважины №192

Скважина №193 закладывалась на альб-сеноманские горизонты для добычи с доразведкой неокомских горизонтов, так как требовалось уточнение границ залежи. В результате был вскрыт ранее неизвестный интервал 749-756м при текущем ВНК 726-732м, суммарная добыча нефти с данного интервала составила 112,6 тонн. В сентябре 2020г скважина была прострелена в интервалах перфорации 596-598,5; 657,5-660м, что является непродуктивной зоной по имеющейся геологии, однако была получена нефть с дебитом до 10 т/сут. На данный момент скважина работает с этими интервалами перфорации со средним дебитом нефти 4,3 т/сут. По результатам работы данной скважины в будущем Пересчете запасов будет увеличена площадь неокомских горизонтов.

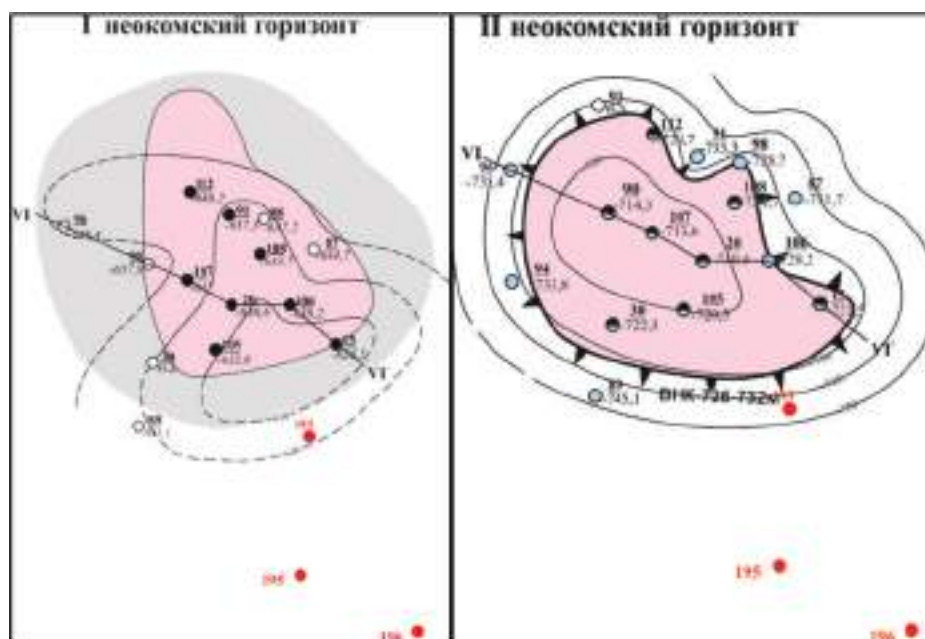


Рисунок 9 – Мероприятия по доразведке неокомских горизонтов

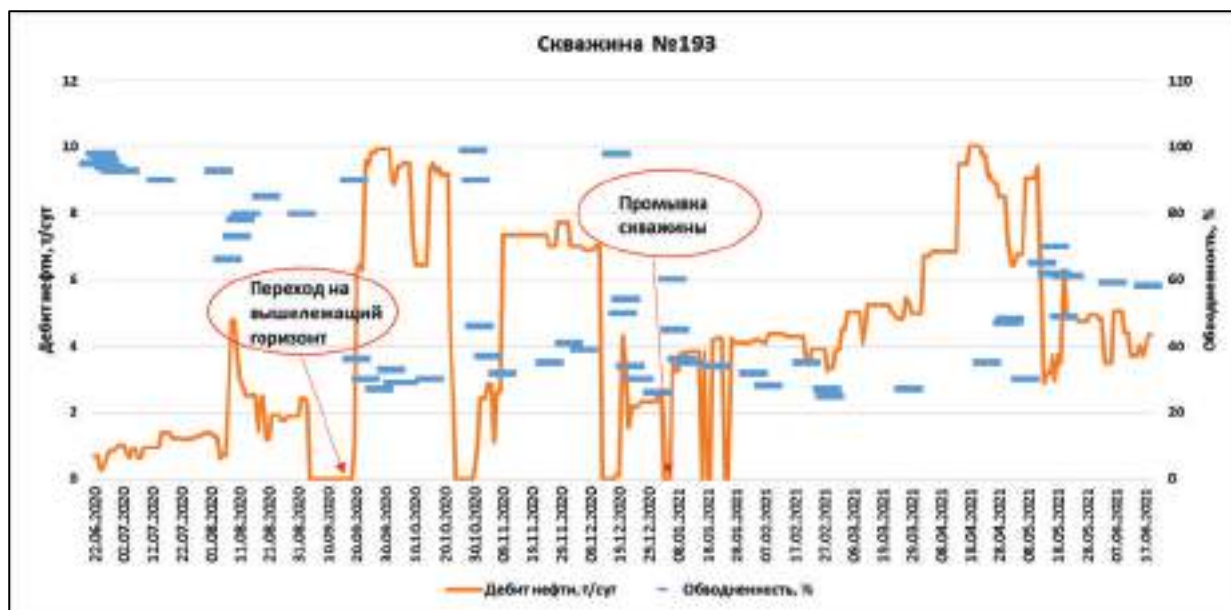


Рисунок 10 – Динамика эксплуатации скважины №193

Скважина №194 была пробурена и вступила в эксплуатацию в мае 2021г с интервалами перфорации 386-392; 398,5-400м, что является VI альб-сеноманским горизонтом, июне 2021г дополнительно был прострелен интервал перфорации 354-357м (V альб-сеноманский горизонт), средний дебит нефти составил 2 т/сут, однако последний замеренный составляет 5,7 т/сут.



Рисунок 11 – Динамика эксплуатации скважины №194

Скважина №195 была пробурена и вступила в эксплуатацию в конце апреля 2021г с интервалами перфорации 706,5-708; 712,5-715м, что по утвержденной геологии является непродуктивной зоной, однако была получена нефть с дебитом 1,5 т/сут, на данный момент накопленная добыча составляет 36,1 тонну. По результатам работы данной скважины в будущем Пересчете запасов будет увеличена площадь неокотских горизонтов.



Рисунок 12 – Динамика эксплуатации скважины №195

Пробуренные скважины №№190, 191, 192, 193, 194, 195 вывели месторождение Кошкар на рентабельность эксплуатации и позволят ввести в разработку как утвержденные остаточные запасы нефти, так и ранее неизвестные горизонты. С 2018 года по настоящее время средний дебит нефти по месторождению увеличился с 0,8 т/сут до 2,5 т/сут. По результатам бурения скважин №№193, 195 выявлены новые залежи, изменения геологического строения, в будущем Пересчете запасов рекомендуется увеличение запасов нефти, что даст новый толчок разработки месторождения.

Учитывая, что большинство месторождений Эмбы зрелые и находятся на завершающих стадиях разработки, на примере месторождения Кошкар можно говорить о перспективах бурения новых скважин и об их успешности.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мендигалиев А.Р., Кенжетаев А.Е., Мухтанов Б.М., Бектасов А.А. «Проект разработки месторождения Кошкар». Атырауский филиал ТОО «КМГ Инжиниринг», 2020г.
2. Мендигалиев А.Р., Аманиязов А.А., Мухтанов Б.М., Бектасов А.А. «Анализ разработки месторождения Кошкар». «НИИ Технологий добычи и бурения «КазМунайГаз» «Каспиймунайгаз» в городе Атырау, 2018г.

Қошқар кен орны мысалында Ембінің жетілген кен орындарында жаңа ұңғымаларды бұрғылау перспективаларын талдау **А.Е.Кенжетаев**

Түйіндеме. Оңтүстік Ембі ойпатының көптеген кен орындарын игерудің соңғы сатыларында орналасқан кемелділерге жатқызуға болады. Бұл мақалада Қошқар кен орны мысалында жетілген кен орындарында жаңа ұңғымаларды бұрғылау перспективасы қарастырылады. Қорларды өндіруге, игеру жағдайына, бұрғылау тиімділігіне және бұрғылау үшін ұңғымаларды салу әдістеріне талдау жүргізіледі. Соңғы жылдары Қошқар кен орнында Ұңғымаларды бұрғылау тиімділігінің мысалдары, оларды пайдалану сипаттамасы, сондай-ақ Ұңғымаларды бұрғылау жолымен жетілген кен орнын жете барлау тәсілдері келтіріледі. Осылайша, жетілген кен орындарында мұнай өндіруді ұлғайту, оларды тиімді пайдалануға шығару, осылайша компания экономикасына қосымша қаражат құю жүріп жатыр. Оңтүстік Ембі ойпатының жетілген кен орындары өндірістік маңызы ғана емес, сонымен бірге әлеуметтік маңызы бар, өйткені олар жақын маңдағы елді мекендер халқының көп бөлігін жұмыспен және табыспен қамтамасыз етеді, осыған байланысты жетілген кен орындарында өндірісті қолдау және

ұлғайту үшін шаралар қабылдау, кен орындарының әлеуетін арттыру үшін қосымша барлау жүргізу қажет.

Негізгі сөздер. Мұнай кен орны, мұнай, бұрғылау, мұнай өндіру коэффициенті, қалдық қорлары, геологиялық құрылым.

**Analysis of the prospects for drilling new wells in mature Emba fields on the example of the
Koshkar field
A.E.Kenzhetayev**

Abstract. Most of the deposits of the Yuzhno-Embinsk Depression can be attributed to mature ones that are in the final stages of development. This article discusses the prospects of drilling new wells in mature fields on the example of the Koshkar field. The analysis of the production of reserves, the state of development, drilling efficiency and methods of laying wells for drilling is carried out. Examples of the effectiveness of drilling wells at the Koshkar field in recent years, the characteristics of their operation, as well as methods of additional exploration of a mature field by drilling wells are given. Thus, there is an increase in oil production at mature fields, putting them into profitable operation, thereby injecting additional funds into the company's economy. The mature fields of the Yuzhno-Embinsk Depression are not only of industrial importance, but also social, as they provide work and earnings to most of the population of nearby settlements, and therefore it is necessary to take measures to maintain and increase production at mature fields, to carry out additional exploration to increase the potential of deposits.

Keywords. field, oil, drilling, oil recovery coefficient, residual reserves, geological structure.

A NEW PREDICTIVE THERMODYNAMIC MODEL OF PARAFFIN FORMATION WITH THE CALCULATION OF THE POYNTING CORRECTION FACTOR

A.R. Khussainova , J.A. Ismailova , A.K. Abdurkarimov 

Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

[*alfiya.khussainova@gmail.com](mailto:alfiya.khussainova@gmail.com)

Abstract. Problems associated with the precipitation and crystallization of paraffins during production, transportation, and processing of crude oil cause great difficulties in these processes. To avoid this problem, it is necessary to predict the wax appearance temperature (WAT) exactly, phase equilibrium for oil mixtures taking into account the possible formation of a wax phase. The Poynting correction gives an extension of the method to the study of high pressure. This makes it possible to explore a new approach to characterize phase behavior at high pressure, which is based on the concept of thermodynamic equilibrium for a pure component. In this work, the Poynting correction term has been evaluated using the fusion properties without managed parameters. Applying this model (predicting Wilson's ideal solution) and a new method the calculation of the Poynting correction term creates a new predictive model for the prediction of wax formation at low and high pressure.

Key words: wax, precipitation, Poynting correction, phase equilibria, fusion temperature, pressure

During exploration, transportation, processing of the oil and gas mixture, high pressure is observed, which can lead to the wax formation, and this is a serious problem for the oil industry. To control this process, it is necessary to take into account the behavior of the paraffin-like solid phase, and analyze thermodynamic conditions. To assess the risks of paraffin deposition, it is necessary to predict the conditions for the appearance of paraffin under high pressure, the wax appearance temperature.

Thermodynamic equilibrium entails equality of fugacity (or chemical potential) between coexisting phases. Solving the problem of phase equilibrium usually requires the fugacity of the pure condensed phase at temperature T and pressure P of the system.

In practice, the calculation of fugacity from such thermodynamic potentials is cumbersome, and for other substances in the condensed phase, such a potential may be absent. A convenient alternative is to start with the fugacity of pure components at saturation pressure, $f_i^{pure}(T, P^{sat})$ which usually differs by only small correction from the readily available vapor pressure of the pure component $P^{sat}(T)[f_i^{pure}(T, P^{sat})] = \varphi_i^{sat} P^{sat}$, where $\varphi_i^{sat} P^{sat}$ - the fugacity coefficient at saturation (for ideal gas is equal to 1, for low and moderate pressure is typically slightly less than 1). Then the key quantity becomes the ratio of fugacity at (T, P) to fugacity at saturation:

$$P = \frac{f_i^{pure}(T, P)}{f_i^{pure}(T, P^{sat})}. \quad (1)$$

P-Poynting correction. The Poynting correction is strictly related to the isothermal integral of the molar volume from saturation pressure to pressure:

$$P(T, P) = \exp\left(\frac{1}{RT} \int_{P^{sat}}^P v_i(T, P) dp\right). \quad (2)$$

where, v_i - molar volume of the condensed phase.

In this work, the Poynting correction term has been evaluated using the fusion properties without managed parameters.

The Wilson model does not use adjustable parameters; the model of the ideal solution was also considered in the work. The main calculations are based on thermodynamic wax deposition modeling studies to describe the behavior of the solid and liquid phases.

The Poynting correction gives an extension of the method to the study of high pressure. This makes it possible to explore a new approach to characterize phase behavior at high pressure, which is based on the concept of thermodynamic equilibrium for a pure component. Fusion properties

include: fusion temperature, fusion enthalpy and specific heat capacity difference between solid and liquid phase at pure state.

Fusion temperature values depend on pressure. This article presents a correlation to describe the fusion temperature at high and low pressures. In this approach, the melting point of a pure substance is characterized by a dependence on pressure and the molecular weight of the component. Using the Wilson and ideal solution models, and the Poynting correction term method, we can obtain a model for predicting wax deposition at high and low pressures.

The main difference between thermodynamic models for predicting wax formation at high pressure is a method estimation of the Poynting correction term.

In the model under consideration, the fugacity coefficient of a pure component in the solid and liquid phases is expressed as

$$\ln \frac{f_{pure\ i}^S(P,T)}{f_{pure\ i}^L(P,T)} = \frac{\Delta H_i^f}{RT_i^f} \left(1 - \frac{T_i^f}{T}\right) + \frac{1}{RT} \int_T^{T_i^f} \Delta C_{pi}^{LS} dT - \frac{1}{R} \int_T^{T_i^f} \frac{\Delta C_{pi}^{LS}}{T} dT + \frac{1}{RT} \int_P^{P_i^f} \Delta V_i dP \quad (3)$$

where $f_{pure\ i}^S$ and $f_{pure\ i}^L$ - pure component fugacity in the solid and liquid phase.

This equation shows the effect of solid – liquid transition, effect of specific heat capacity, effect of the pressure change from fusion pressure to system pressure (Poynting correction).

In mixture, for solid-liquid equilibrium:

$$\text{For solid} \quad f_i^S(P, T, x_i^S) = x_i^S \gamma_i^S f_{i\ pure}^S \quad (4)$$

$$\text{For liquid:} \quad f_i^L(P, T, x_i^L) = x_i^L \gamma_i^L f_{i\ pure}^L \quad (5)$$

$$\text{Equilibrium state:} \quad f_i^S(P, T, x_i^S) = f_i^L(P, T, x_i^L) \quad (6)$$

And equilibrium constant:

$$K_i^{SL} = \frac{x_i^S}{x_i^L} = \frac{\gamma_i^L f_{i\ pure}^L}{\gamma_i^S f_{i\ pure}^S} \quad (7)$$

Solid-liquid transition (fusion)

The Won correlation has used to the estimation of temperature and enthalpy of fusion

$$T_i^f = 374.5 + 0.2617 MW_i - \frac{20.172}{MW_i} \quad (8)$$

$$\Delta H = 0.1426 MW_i T_i^f \quad (9)$$

Specific heat capacity can be obtained using the Pedersen correlation:

$$\Delta C_{pi} = 0.3033 MW_i - 4.635 \times 10^{-4} MW_i T \quad (10)$$

has a linear function of temperature.

Poynting correction

$$\frac{1}{RT} \int_P^{P_i^f} \Delta V_i dP = -\frac{\Delta H_i^f}{RT_i^f} \left(1 - \frac{T_i^f}{T}\right) - \frac{1}{RT} \int_T^{T_i^f} \Delta C_{pi}^{LS} dT + \frac{1}{R} \int_T^{T_i^f} \frac{\Delta C_{pi}^{LS}}{T} dT \quad (11)$$

In atmospheric pressure $T_i^f = T$ (wax appearance temperature). If T is shown by T_i^{fP} at pressure system and T_i^f is shown by T_i^{f0} at atmospheric pressure, then

$$\frac{1}{RT} \int_P^{P_i^f} \Delta V_i dP = -\frac{\Delta H_i^{f0}}{RT_i^{f0}} \left(1 - \frac{T_i^{f0}}{T_i^{fP}}\right) - \frac{1}{RT_i^{fP}} \int_{T_i^{fP}}^{T_i^{f0}} \Delta C_{pi}^{LS0} dT + \frac{1}{R} \int_{T_i^{fP}}^{T_i^{f0}} \frac{\Delta C_{pi}^{LS0}}{T} dT \quad (12)$$

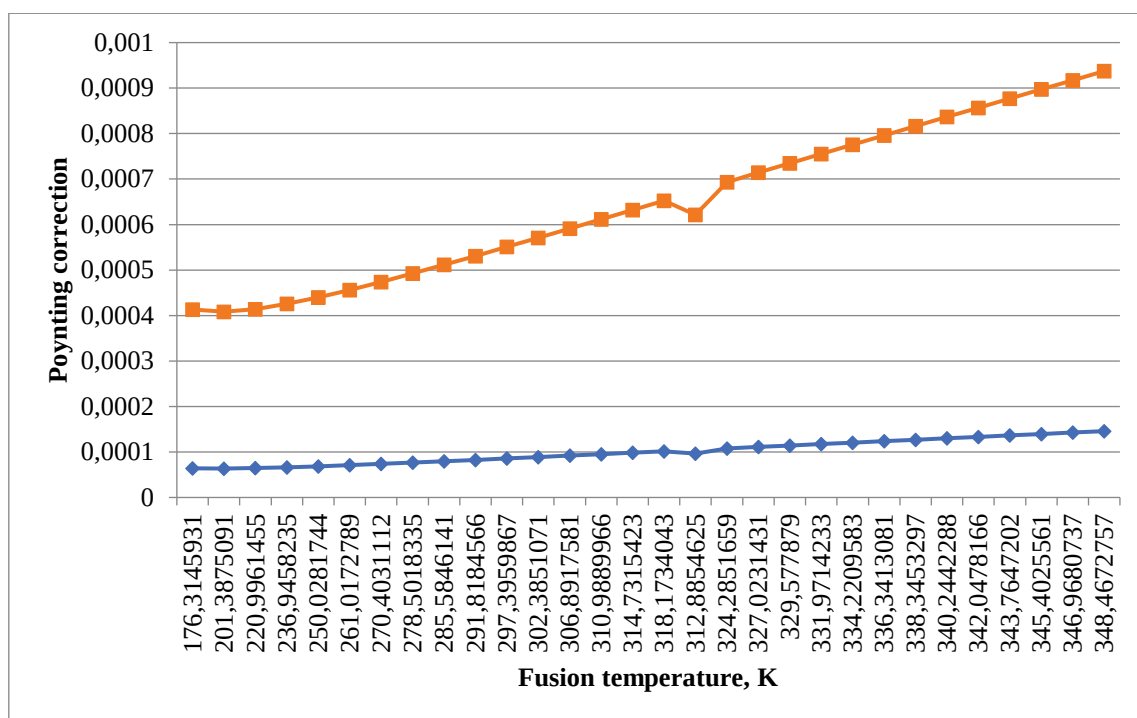
In this equation ⁰ is denoted the property at reference state. The Poynting correction term can be obtained from known data on the fusion temperature for pure component at pressure system. The dependence of the fusion temperature on pressure is calculated as follows

$$T_i^{fP} = 0.34977MW_i^{-0.0753}(P - 0.1)^{0.98873} + T_i^{f0} \quad (13)$$

To calculate this correlation, C7+ components with known molecular weights were taken. Further, the calculation was made according to the correlation indicated in the article. As a result of the calculations, the Poynting coefficient was found, and then the analysis was carried out. The Poynting correction factor was calculated at two pressure values. At 0.17 MPa and 0.56 MPa. The graph shows the relationship between the fusion temperature and the Poynting correction factor. The pressure has a linear function with the Poynting correction.

Table 1 – Calculation of fusion properties and Poynting's correction term

Component	(Mi) g/mol	Tif, K	del hf, cal/mol	delCpi, cal/mol-K	T(fP), K	Poynting (P=0,17 Mpa)	Poynting (P=0,56 Mpa)
Heptane	100,21	176,29676	932,0950032	22,205178	176,31459	6,43372E-05	0,00041320
Octane	114,23	201,3698509	1213,610743	23,984310	201,38750	6,35801E-05	0,00040845
Nonane	128,2	220,9786401	1494,662397	25,752354	220,99614	6,44635E-05	0,00041420
Decane	142,29	236,928455	1778,674131	27,530790	236,94582	6,62114E-05	0,00042548
Undecane	156,31	250,0109284	2061,819025	29,295609	250,02817	6,84443E-05	0,00043987
Dodecane	170,33	261,000144	2345,506713	31,055661	261,01727	7,09834E-05	0,00045622
Tridecane	184,37	270,3860782	2630,143046	32,813444	270,40311	7,37269E-05	0,00047388
Tetradecane	198,39	278,4848943	2914,917095	34,563952	278,50183	7,66029E-05	0,00049239
Pentadecane	212,42	285,5677619	3200,437638	36,310935	285,58461	7,95759E-05	0,00051151
Hexadecane	226,41	291,8016851	3485,685398	38,048182	291,81845	8,26075E-05	0,00053102
Heptadecane	240,471	297,3792911	3772,925399	39,789461	297,39598	8,57029E-05	0,00055093
Octadecane	254,494	302,3684826	4059,932893	41,521258	302,38510	8,88245E-05	0,00057101
Nonadecane	268,518	306,8752006	4347,503938	43,248407	306,89175	9,1971E-05	0,00059125
Eicosane	282,5475	310,9725025	4635,731187	44,971459	310,98899	9,51359E-05	0,00061161
Heneicosane	296,57	314,7151082	4924,357747	46,688880	314,73154	9,8311E-05	0,00063203
Docosane	310,61	318,1570274	5213,888515	48,403666	318,17340	0,000101497	0,00065252
Tricosane	289,5	312,8689985	4778,767341	45,823570	312,88546	9,6709E-05	0,00062172
Tetracosane	338,654	324,2688952	5793,837207	51,814524	324,28516	0,000107872	0,00069352
Pentacosane	352,691	327,0069221	6084,937337	53,514613	327,02314	0,000111062	0,00071404
Hexacosane	366,718	329,5617056	6376,373615	55,208716	329,57787	0,000114248	0,00073453
Heptacosane	380,745	331,9552955	6668,353229	56,898045	331,97142	0,000117431	0,00075500
Octacosane	394,772	334,2048744	6960,876179	58,582601	334,22095	0,000120609	0,00077544
Nonacosane	408,799	336,3252664	7253,942463	60,262384	336,34130	0,000123781	0,00079584
Triacontane	422,826	338,3293288	7547,552084	61,937394	338,34532	0,000126947	0,00081620
Hentriacontane	436,853	340,2282672	7841,70504	63,607630	340,24422	0,000130107	0,00083652
Dotriacontane	450,88	342,0318929	8136,401331	65,273093	342,04781	0,000133259	0,00085680
Trtriacontane	464,907	343,7488332	8431,640958	66,933783	343,76472	0,000136403	0,00087702
Tetratriacontane	478,934	345,3867045	8727,42392	68,589700	345,40255	0,00013954	0,00089719
Pentatriacontane	492,961	346,9522566	9023,750218	70,240844	346,96807	0,000142668	0,00091731
Hexatriacontane	506,988	348,451492	9320,619852	71,887214	348,46727	0,000145788	0,00093738



Graph 1 – Effects of model parameters

This paper was prepared as part of the project "Development of PVT model for prediction of wax precipitation" AP09058452, within the framework of the competition is held on grant financing of fundamental and applied research young scientists on scientific and (or) scientific and technical projects for 2021-2023 by Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

REFERENCES

1. Reza Dalirsefat, Farzaneh Feyzi. A thermodynamic model for wax deposition phenomena. Fuel 86(2007)1402–1408
2. E. Ghanaei, F. Esmailzadeh *, J. Fathi Kaljahi. A new predictive thermodynamic model in the wax formation phenomena at high pressure condition, Fluid Phase Equilibria 254 (2007) 126–137
3. F. Esmailzadeh, J. Fathi Kaljahi, E. Ghanaei, Fluid Phase Equilib. 248 (2006) 7–18
4. D.V. Nichita, L. Goual, A. Firoozabadi, SPE Prod. Facil. 16 (2001) 250–259
5. M. Milhet, J. Pauly, J.A.P. Coutinho, M. Dirand, J.L. Daridon, Fluid Phase Equilib. 235 (2005) 173–181
6. K.W. Won, Fluid Phase Equilib. 30 (1986) 265–279.
7. A. Firoozabadi, Thermodynamics of Hydrocarbon Reservoirs, first ed., McGraw-Hill, New York City, 1999

Пойнтинг түзету коэффициентін есептеу арқылы парафин түзілудің жаңа болжамды термодинамикалық моделі

Хусаннова А.Р., Исмаилова Д.А., Абдукаримов А.К., Деликешева Д.Н., Момбеков Б.И.

Аңдатпа. Мұнай-газ өнеркәсібіндегі үлкен қиындықтар мұнайды өндіру, тасымалдау және өңдеу кезінде парафиндердің тұндыру және кристалдануымен байланысты мәселелерден туындайды. Бұл мәселені болдырмау үшін балауыздың пайда болу температурасын, мұнай қоспалары үшін фазалық тепе-теңдікті, балауыз фазасының ықтимал түзілуін ескере отырып, дәл болжау қажет. Пойнтинг түзетуі жоғары қысымды зерттеудегі әдістің мүмкіндіктерін кеңейтеді. Бұл таза құрамдас үшін термодинамикалық тепе-теңдік тұжырымдамасына негізделген жоғары қысымдағы фазалық мінез-құлықты сипаттаудың жаңа тәсілін зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыста Пойнтинг түзету мерзімі бақыланатын параметрлері жоқ біріктіру қасиеттері арқылы бағаланды. Бұл модельді қолдану (идеалды Вильсон шешімін болжау) және Пойнтинг түзету мерзімін есептеудің жаңа әдісі төмен және жоғары қысымда балауыз түзілуін болжау үшін жаңа болжамдық модель жасайды.

Негізгі сөздер: парафин, түзілуі, Пойнтинг түзету мерзімі, фазалық тепе-теңдік, балку температурасы, қысым

Новая прогностическая термодинамическая модель парафинообразования с расчетом поправочного коэффициента Пойнтинга

Хусаинова А.Р., Исмаилова Д.А., Абдукаримов А.К., Деликешева Д.Н., Момбеков Б.И.

Аннотация. Большие трудности в нефтегазодобывающей сфере вызывают проблемы, связанные с осаждением и кристаллизацией парафинов при добыче, транспортировке и переработке нефти. Чтобы избежать этой проблемы, необходимо точно прогнозировать температуру появления парафина, фазовое равновесие для нефтяных смесей с учетом возможного образования парафиновой фазы. Поправка Пойнтинга расширяет возможности метода при изучении высоких давлений. Это позволяет исследовать новый подход к характеристике фазового поведения при высоком давлении, основанный на концепции термодинамического равновесия для чистого компонента. В этой работе поправочный член Пойнтинга был оценен с использованием свойств слияния без управляемых параметров. Применение этой модели (прогнозирование идеального решения Уилсона) и нового метода расчета поправочного члена Пойнтинга создает новую прогностическую модель для прогнозирования образования парафина при низком и высоком давлениях.

Ключевые слова: парафин, осаждение, поправочный член Пойнтинга, фазовое равновесие, температура плавления, давление

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН - ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

И.В. Ким^{ID*}, Б.Е. Бекбауов^{ID}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

[*kim.inna501@gmail.com](mailto:kim.inna501@gmail.com)

Аннотация. Создание аналитической информационной системы ярко демонстрирует отказ от устаревших подходов, ручной рутинной работы и переход к передовым методам в производстве и прорывным проектам. На сегодня в разведке и добыче нефтедобывающих компаний накоплен огромный массив производственной информации, который по мере роста автоматизации будет только увеличиваться. Однако эти важные данные хранятся в разрозненных базах и различных форматах. Между тем, их систематизация и качественный анализ могут принести бизнесу огромную пользу.

В данной статье приводится описание основных подходов и принципов построения алгоритмов, применяемых при составлении технологических режимов нефтедобывающих скважин. Основной целью автоматизации формирования технологических режимов является повышение эффективности эксплуатации нефтедобывающего фонда скважин, снижение преждевременных отказов глубинно-насосного оборудования и рациональная разработка месторождений нефти.

Ключевые слова: технологический режим, нефтедобывающие скважины, разработка месторождений.

Технологический режим работы скважин – это установленные на определённый период показатели эксплуатации скважин и обеспечивающие это технические решения. В свою очередь, составление технологического режима является оптимизационной задачей, предусматривающей распределение плановой добычи между скважинами и пластами и обеспечивающей рациональное выполнение показателей разработки.

При разработке месторождений национальной компании АО «НК «КазМунайГаз» с большим фондом скважин и различной степенью выработки для систематизации повторяющихся процессов возникает задача их автоматизации, в том числе в части формирования технологического режима.

Внедрение автоматизированных информационных систем в нефтедобывающих компаниях позволяет создать единую базу для увеличения эффективности производственной деятельности посредством качественного и быстрого сбора информации и обеспечения массового доступа конечным пользователям. В зависимости от выполняемых функций система подразделяется на модули, которые в свою очередь выполняют определенный функционал по систематизации, хранению, созданию различных отчетов и графиков, а также расчету производственных и экономических показателей.

Модуль «Технологический режим» информационной системы АВАІ нацелен на максимальную автоматизацию и оптимизацию производственных процессов и является программным комплексом для структурированной агрегации параметров работы нефтедобывающих скважин из существующих баз данных месторождения и проведения расчетов показателей добычи. Основная цель разработки данного модуля – совершенствование эффективности разработки месторождений, и, равным образом, улучшение взаимодействия всех служб, имеющих отношение к эксплуатации месторождений.

Модуль находился в разработке с августа 2020 г. и на данное время обладает всеми компонентами для выполнения расчетов и анализов технологических показателей работы скважин. Процесс разработки модуля прошел все этапы создания программных продуктов: от определения источников информации и реализации комплексных алгоритмов для сложного определения параметров, до тестирования опытно-промышленной версии. Общая схема, по которой происходит формирование технологического режима выглядит следующим образом (Рисунок 1):

- выполняется агрегация фактических данных из внутренней базы данных нефтедобывающей компании;

- производится расчет текущего забойного давления, коэффициента продуктивности и потенциального дебита скважин;
- проводится проверка всех параметров на наличие ошибок и несоответствий;
- на основе вышеуказанных значений просчитываются потенциально максимальные показатели добычи на скважинах при имеющихся геолого-технических условиях;
- факторный анализ выполняет сравнение суммарных и средних показателей двух фактических режимов и далее распределяет потери нефти по 5 факторам (пластовое давление, забойное давление, коэффициент продуктивности, обводненность и коэффициент эксплуатации);
- по параметрам технологического режима и факторного анализа строятся соответствующие графики и диаграммы.



Рисунок 13 – Основная схема функционала модуля «Технологический режим»

Алгоритмы основываются на утвержденной методике по формированию технологического режима АО «НК «КазМунайГаза». Кроме того, ввиду особенностей месторождений были внесены дополнения с учетом безопасной эксплуатации скважин.

Для проверки качества данных разработан блок по проверке исходной информации, поступающей из базы данных. Блок представляет собой набор встроенных правил для автоматической верификации статических, динамических и расчетных параметров на наличие ошибок и несоответствий. Проверка осуществляется по 78 параметрам для более 250 критериев с разделением несоответствий на 2 группы: ошибка и предупреждение. Основными ошибками при проверке данных являются:

- отсутствие значений;
- соответствие формату;
- некорректная дата;
- несоответствие критериям (сравнение нескольких параметров);
- некорректное значение (превышение предельных значений);
- проверка на наличие значения в справочнике.

Добыча нефти переходящего фонда скважин, формирующая основную долю общей добычи нефти по месторождению, требует на постоянной основе анализа отклонений (потери) нефти. В связи с этим, в модуле реализован компонент «Факторный анализ отклонений добычи». Данный компонент предназначен для определения факторов отклонений фактической добычи нефти от плановых месячных объемов добычи с распределением по

факторам отклонений (потери) нефти по скважинам (забойное давление, коэффициент продуктивности, коэффициент эксплуатации, пластовое давление, обводненность).

Промышленное использование модуля Технологический режим приносит следующие качественные выгоды:

1. Систематизация и автоматизация процесса заполнения формы технологического режима работы нефтедобывающих скважин с расчетом потенциального дебита скважин:

- Соблюдение графика формирования ТР;
- Единая база данных;
- Двухуровневая верификация данных;
- Автоматизация агрегации данных (минимизация человеческого фактора);
- Усовершенствованные расчётные алгоритмы;

2. Повышение эффективности взаимодействия всех служб, имеющих отношение к разработке и эксплуатации месторождений:

- Единый актуальный/обновленный источник данных для различных служб, который исключает поиск отдельных параметров в разных документах;
- Мониторинг геолого-технических мероприятий и мероприятий по интенсификации добычи нефти;

3. Функционал формирования отчётов, графиков и свободный доступ пользователям:

- Оперативный экспорт отчётов и графиков согласно запросу пользователя с требуемыми параметрами;

По результатам оценки опытно-промышленного использования геологи и разработчики на пилотном месторождении компании подтвердили соответствие и согласованность результатов и расчетов фактическим условиям работы скважин. До применения модуля обновления данных по скважинам, формирование технологического режима велись вручную, на все эти работы тратилось в среднем 29 часов, внедрение модуля позволило автоматизировать эти процессы и время на формирование и согласование технологического режима сократилось до 5 часов.

На сегодняшний день модуль «Технологический режим» внедрен в промышленное использование на пилотном месторождении и ведется его тиражирование на других месторождениях компании АО «НК «КазМунайГаз».

Внедрение специального программного обеспечения по автоматическому формированию технологического режима работы скважин позволит рационализировать режимы освоения месторождений компании и сократить объемы трудозатрат, которые могут быть направлены на более важные задачи в повседневной работе.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Методика по составлению технологических режимов эксплуатации нефтедобывающих скважин АО «НК «КазМунайГаз», 2018.
2. «Методика по проведению факторного анализа причин отклонения добычи нефти переходящего фонда скважин в добывающих активах АО «НК «КазМунайГаз»», 2018.
3. «Скважинная добыча нефти», И. Т. Мищенко, издат. «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, Москва, 2003.
4. «Reservoir Engineering Handbook (4th edition) », Tarek Ahmed, 2010.
5. «Petroleum Production Systems», Michael J. Economides, A. Daniel Hill, Christine Ehlig – Economides, Upper – Saddle River, New Jersey, 1994.
6. «The Technology of Artificial lift Methods, Volume 2b», Kermit E. Brown, The University of Tulsa, 1980.

**Мұнай ұңғымаларын пайдаланудың технологиялық режимдерін құрастыруды
автоматтандыру кен орындарын игеруде тиімді құрал ретінде
И. В. Ким, Б. Е. Бекбауов**

Андатпа. Аналитикалық ақпараттық жүйені құру ескірген тәсілдерден бас тартуды, қолмен жұмыс жасауды және озық өндіріс әдістеріне және серпінді жобаларға көшуді айқын көрсетеді. Бүгінгі таңда мұнай компанияларының барлау мен өндіруі өндірістік ақпараттың үлкен массивін жинақтады, олар автоматтандырудың өсуіне қарай ғана артады. Дегенмен, бұл маңызды деректер бөлек деректер қорларында және әртүрлі форматтарда сақталады. Сонымен қатар, оларды жүйелеу және сапалы талдау бизнеске үлкен пайда әкелуі мүмкін. Мақалада мұнай ұңғымаларының технологиялық режимдерін дайындау кезінде қолданылатын алгоритмдерді құрудың негізгі тәсілдері мен принциптерінің сипаттамасы берілген. Технологиялық режимдерді қалыптастыруды автоматтандырудың негізгі мақсаты – мұнай өндіруші ұңғыма қорын пайдалану тиімділігін арттыру, ұңғымалық сорғы жабдықтарының мерзімінен бұрын істен шығуын азайту және мұнай кен орындарын ұтымды игеру.

Негізгі сөздер: технологиялық режим, мұнай ұңғымасы, мұнай кен орнын игеру.

**Automation of technological modes of oil wells - an effective tool for reservoir development
I.V. Kim, B.Ye. Bekbauov**

Abstract. The creation of an analytical information system vividly demonstrates the abandonment of outdated approaches and manual routine work and the transition to advanced methods in production and breakthrough projects. Today, upstream oil companies have accumulated a huge amount of production information, which will only increase as automation grows. However, this important data is stored in disparate databases and different formats. Meanwhile, their systematization and qualitative analysis can be of great benefit to business.

This article describes the main approaches and principles of algorithms used in the compilation of technological modes of oil production wells. The main task is to increase the efficiency of oil producing well stock, reduce downhole pumping equipment's untimely failure and rationalize the oil reservoir development.

Keywords: technological mode, oil production well, oil field development.

РАЗРАБОТКА ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ 21 ВЕКА

С.К. Кистаубаев *, Ш.А. Болатбек , М.А. Сайлаубай , К.С. Заурбеков 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

* kserik.005@gmail.com

Аннотация. В данной статье нами была проведена работа по анализу статей о реализации внедрения технологий виртуальной реальности, визуализации пласта с помощью моделирования с применением 3D технологий. Данный проект разработки дает высокую степень реализации продуктивности пласта.

Визуализация литосферного состава грунта значительно облегчит работу при вскрытии пластов. Проект виртуальной реальности на шельфовом острове значительно улучшит производительность работы. Позволит визуально анализировать состав литосферных залегающих пород. Совместно с данными каротажа система позволит эффективнее подбирать оборудование, что в свою очередь приведет к экономически эффективным работам.

Интеллектуальная скважина позволяет в разы эффективнее производить бурильные работы. Извлечение флюида и контроль работ будет происходить многократно эффективней, применение данного типа скважины так же обеспечивает экономическую выгоду при работе с месторождением.

Ключевые слова: Виртуальная реальность. 3D модуляция. Новые технологии. Шельфовые месторождения.

Введение

Внедрение новых технологий в нефтегазовую промышленность является неотъемлемой частью развития отрасли. Для более эффективного процесса разведки, бурения, разработки ежегодно разрабатываются новейшие программные обеспечения и программы. Внедряются уже существующие технологии. Одни из таких технологий являются технология 3D моделирования пластов, использование очков виртуальной реальности и внедрение в расчетную часть искусственного интеллекта. При совместном использовании данных технологий в разы облегчается работы по рациональному использованию бурильного оборудования и дальнейшей разработки скважины и самого месторождения. В данном анализе приведены факты технологического использования данной системы на шельфовых месторождениях.

Литературный обзор

Нами были проанализированы 3 статьи и проведено общее заключение по ним.

Для 1 статьи были рассмотрены возможности внедрения технологии моделирования пластов с помощью систем 3D визуализации. Данная статья включала в себя информацию по шельфовому месторождению в России имени Филановского в 2016 году [1].

Метод состоит из 3х этапов:

1. Бурение и сбор данных.
2. Обновление модели скорости и глубины Vel.
3. Обновление 3D статической модели.

Данная модель обеспечивает:

- Структурное моделирование с учетом тектонических нарушений.
- Автокорреляцию разрезов скважин.
- Моделирование различных типов разломов.
- Моделирование гигантских месторождений.
- Фациальное и петрофизическое 3d-моделирование

Подсчет запасов.

Наличие единой базы данных и удобный доступ к данным.

Интерактивная визуализация, импорт и управление данными.

1 этап данной модели статьи «Бурение и сбор данных» основан на использовании данных каротажа. Глубина исследования составляет до 30 метров с частотой излучения менее 100кГц.

Использование 3D технологии позволяет получить данные при бурении с значительно сниженными структурными неопределенностями для планирования траектории будущих скважин, рассчитать запасы на месторождении, а также внести изменения в план разработки. Комплексное использование различных типов данных способствует сокращению рисков для будущих скважин и способствует успешной разработки месторождения [1].

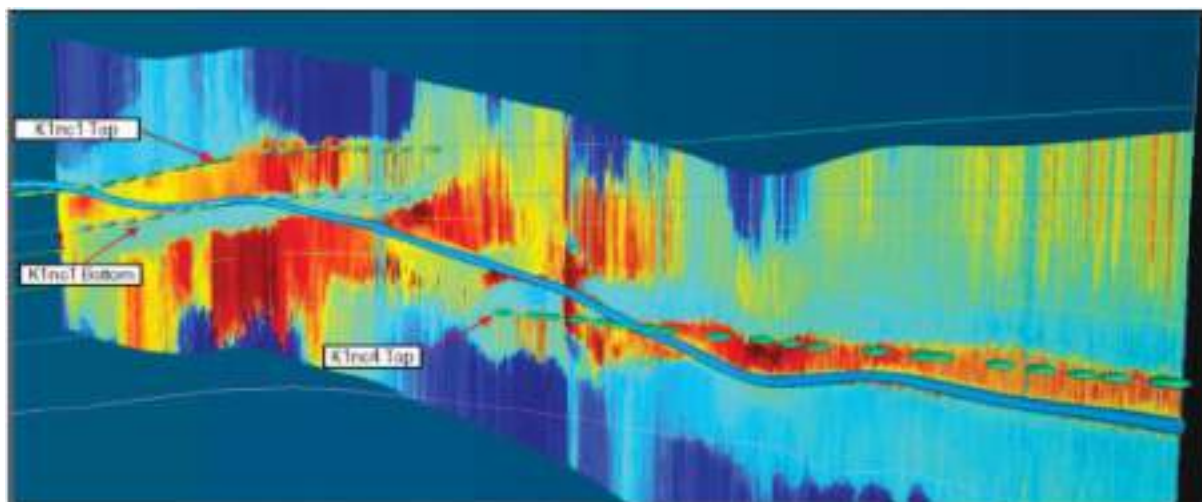


Рисунок 1- 3D изображение скважины по имеющимся данным каротажа

Значения проницаемости и сопротивления пород дали нам картину геологического строения пространства за ОК.

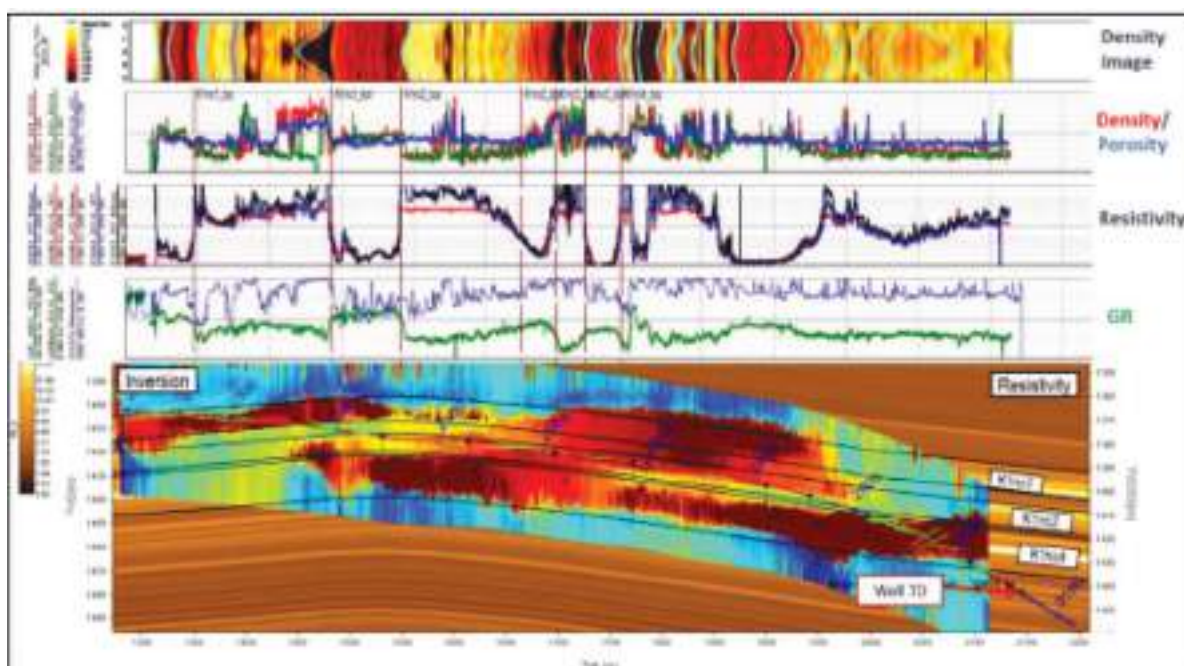


Рисунок 2- Перенос данных каротажа на плоскость

Среда виртуальной реальности (VR)

Виртуальная среда построена на платформе разработки игр Unity, написанной на C-sharp.

Гарнитура и контроллеры Oculus Rift используются для просмотра, навигации и взаимодействия с виртуальным пространством. Помимо интерфейса Oculus, для виртуальной среды требуется лишь скромное оборудование: игровой ноутбук среднего класса с минимальным.

Графический процессор эквивалента NVIDIA GTX 1050Ti, а также 8 ГБ оперативной памяти или более, обеспечивают удовлетворительный пользовательский интерфейс и простоту переносимости. В качестве альтернативы приложение виртуальной реальности может быть перенастроено для других базовых гарнитур виртуальной реальности, которые могут иметь более низкие требования к оборудованию.

Инициализация виртуальной среды требует ввода границ поля и данных о местности. Это может быть предоставлено напрямую или предоставлено через оптимизационную модель.

Программная платформа, описанная в этой статье, ищет разработки на местах, которые минимизируют капитальные затраты (КАПИТАЛЬНЫЕ затраты), позволяя пользователю визуализировать оптимизированное решение и взаимодействовать с ним. Он может быть применен к недавно открытому месторождению или к месторождению, увеличивающему свои производственные мощности [2].

Описанная в статье платформенная программа направлена на уменьшение капитальных затрат при проведении работ на месторождении. Программа ищет решения на следующие вопросы:

- Какого оптимальное количество, размер и расположение устьевой платформы, которые необходимы для бурения скважин и количество врезных платформ, что сведут на минимум затраты на наземное оборудование?
- Могут ли значения полученные от данной программы (платформы) успешно пробурить скважины учитывая имеющиеся ограничения?
- По какому пути лучше пробуривать скважину, да бы свести к минимуму количество дней для бурения?[2].

Сама платформа для оптимизации разработки месторождения требует параллельной работы сразу двух система:

1. Система компьютерной оптимизации;
2. Системы виртуальной визуализации для виртуального взаимодействия.

На рисунке 3 показано отношение интегрированной компьютерной модели с моделью виртуальной визуализации.

Система виртуальной визуализации помогает определить начальные параметры месторождения, оптимизировать эти параметры, а также показать окончательные параметры, одновременно отобразить соединений труб, траекторию скважин и места их пересечения.

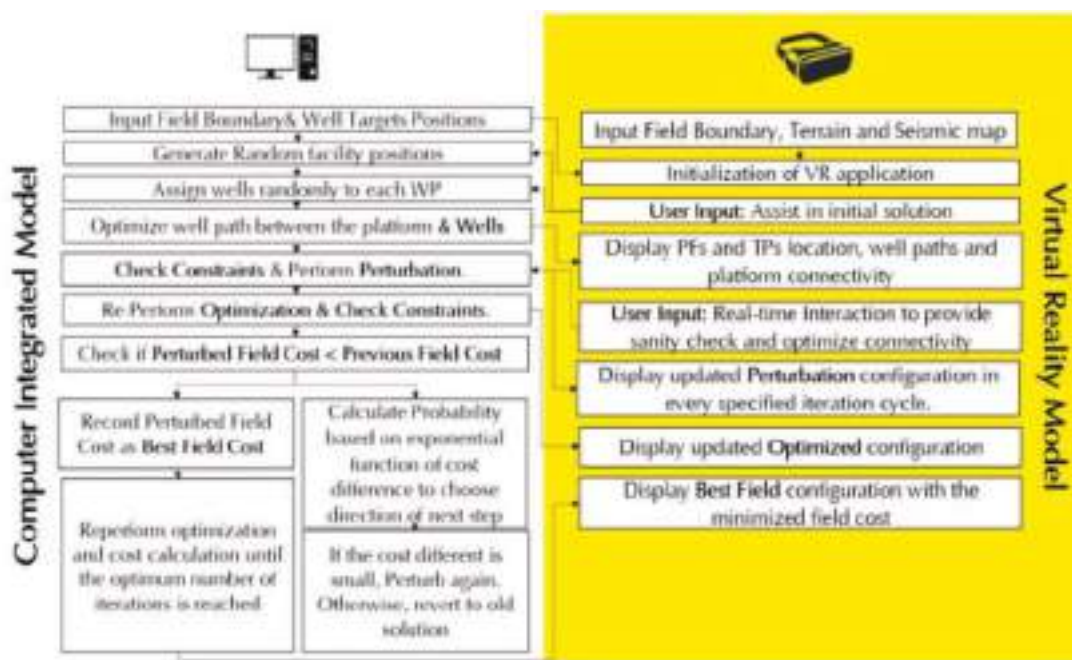


Рисунок 3- Схема модели виртуальной реальности и компьютерной модели[2]

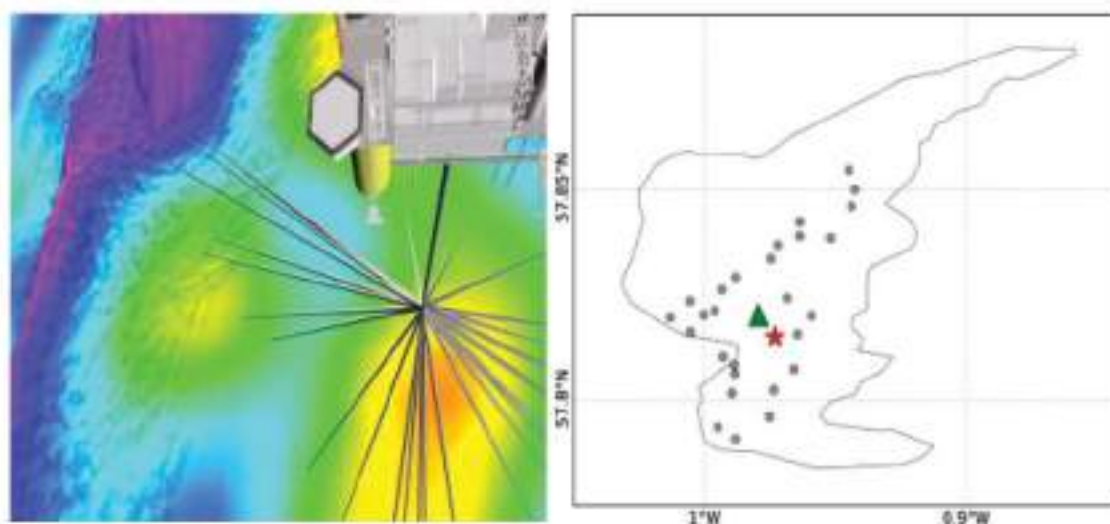


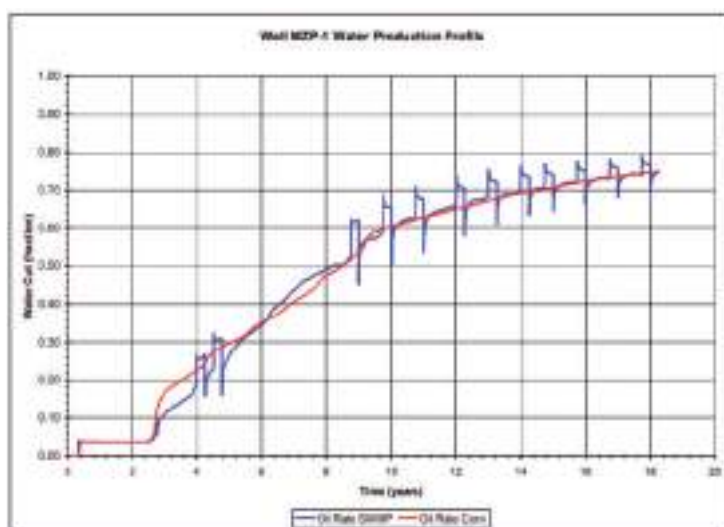
Рисунок -4.1- Виртуальное изображение пути скважины.

Рисунок -4.2- Красная точка- фактическое положение, Зеленая точка- оптимизированное положение, Серые точки- Цели скважин

Управляемый компьютером компонент использует цепочку Маркова Монте-Карло (МСМС) для оптимизации подключения к месторождению и траекторий скважин, одновременно учитывая технические ограничения на буровые и производственные мощности. Он определяет местоположение устьевой платформы скважины, которое сводит к минимуму стоимость трубопроводов до ближайшей возможной точки подключения, траектории бурения скважины до целей и глубины воды в месте установки. Каждая траектория скважины поддерживает достижимую скорость нарастания угла бурения, начальную точку и максимальную измеренную дальность бурения, заданную крутящим моментом и мощностью доступных буровых установок. Смоделированные полевые разработки также соответствуют эксплуатационным и физическим ограничениям, применяемым в реальном мире.

Интеллектуальная скважина.

Интеллектуальная скважина представляет из себя технологию, которая даёт возможность оператору удаленно управлять, мониторить сразу несколько горизонтов в скважине. Благодаря технологии интеллектуальной скважины можно достичь сокращения общего количества скважин, ускорению добычи или же держать уровень добычи на определенном уровне.



Анализ статьи показал нам как благодаря интеллектуальной скважине можно достичь увеличения добычи нефти и извлекаемых запасов. Это происходит путем регулирования клапанов в скважине. Эти клапана перекрывают зоны высокой обводненности что даёт прирост нефти от 2,5% до 26% [3].

Данный график зависимости показывает отношение добычи и заводненности ко времени в годах. Он отчетливо показывает что уровень нашей добычи систематично растет на ровне с заводнением.

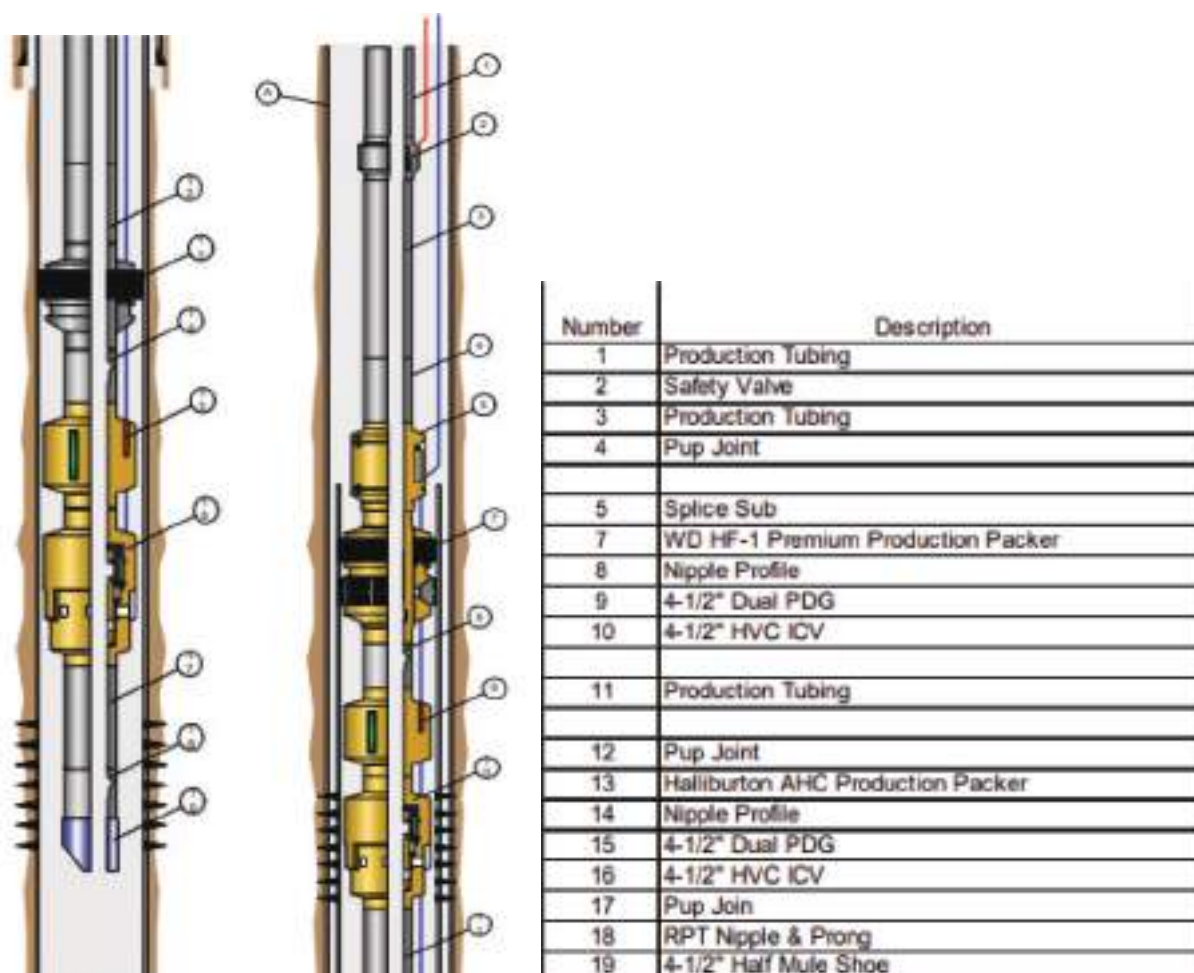


Рисунок 5 – Устройство интеллектуальной скважины

Вывод: проведенный анализ на основе ознакомления с материалом данных статей о использовании методов 3D моделирования, использование технологии виртуальной реальности и при этом искусственного интеллекта для разработки шельфовых месторождений позволяет снизить затраты на разработку. Если совмещать работу 3х представленных решений улучшения качества разработки получим систему, имеющую огромный потенциал способную значительно понизить инвестиционный вклад в работу по бурению и разработке шельфовых месторождений.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. S.Yu. Shtun, M.Yu. Golenkin, A.S. Shtun, OOO LUKOIL-Nizhevolzhskneft, D.D. Shabalinskaya, A.V. Cheprasov. V.R.Kuzakov, M.P.Brichikova, N.V.Zolotoi, Shlumberger. «New Approach to Offshore Field Development in Russia: Ultra Deep LWD Measurements for Accurate 3D Reservoir Model Update». Society of Petroleum Engineering, 2017.
2. Mohammed Almedallah, University of New South Wales, Stuart Walsh, Monash University, Tsan Hou Lau. «A Human-Computer Hybrid Approach to Offshore Field Development: Combining Virtual Reality Aided Design with Stochastic Optimization». Society of Petroleum Engineering, 2018.
3. A. Ajayi, M. Konopczynski. «Evaluating Intelligent-Well System Requirement for an Offshore Field Development». Society of Petroleum Engineers, 2005.

21 ғасыр технологияларын қолдана отырып Теңіз кен орындарын игеру
С. Қ. Қыстаубаев, Ш.А.Болатбек, М.А. Сайлаубай, Қ.С. Заурбеков

Андатпа. Бұл мақалада біз виртуалды шындық технологияларын енгізуді жүзеге асыруға, 3D технологияларын қолдана отырып модельдеуді қолдана отырып, коллекторды визуализациялауға арналған мақалаларды талдау жұмыстарын жүргіздік. Бұл даму жобасы резервуардың өнімділігін жүзеге асырудың жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді.

Топырақтың литосфералық құрамын визуализациялау қабаттарды ашу кезінде жұмысты едәуір жеңілдетеді. Аралдағы виртуалды шындық жобасы еңбек өнімділігін едәуір арттырады.

Негізгі сөздер: Виртуалды шындық. 3D-модуляция. Жаңа технологиялар.

Development of offshore fields using technologies of the 21st century
S. Kistaubayev, Sh. Bolatbek, M. Sailaubay, K.S. Zaurbekov

Abstract. In this article, we have carried out work on the analysis of articles devoted to the implementation of the introduction of virtual reality technologies, visualization of the collector using modeling using 3D technologies. This development project provides a high degree of reservoir productivity realization.

Visualization of the lithospheric composition of the soil will greatly facilitate the work when opening the layers. The virtual reality project on the island will significantly increase labor productivity.

Keywords: Virtual reality. 3D modulation. New technologies.

ВИБРОВОЛНОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

В.С. Ключниченко^{id*}, Т.А. Бельбаева^{id}, Г. Ж. Молдабаева^{id}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

klyushnichenko-v@bk.ru

Аннотация. Запасы нефти ограничены, а разведка новых источников занимает много времени и стоит больших денег. Известно, что запасы легких нефтепродуктов истощаются. По количеству на месторождениях начинает преобладать тяжелая нефть. В результате процесс добычи нефти значительно усложняется, дебит снижается, а цена на нефть растет. В свете этого можно сделать вывод, что снижение вязкости нефти, таким образом, достижение высокого коэффициента извлечения нефти является критически важным для нашей страны. Использование технологий физического воздействия в разрабатываемых по всему миру месторождениях, показывает большой опыт в применении технологий физического воздействия, а также демонстрирует выдающуюся технологическую эффективность. В данной статье рассматривается виброволновое воздействие, как метод повышения нефтеотдачи пластов. График и его разбор зависимости вязкости пластовой нефти от плотности пластовой нефти. Анализ применения методов виброволнового воздействия на пласт с земной поверхности и устьев скважин, таких как: виброволновое воздействие, акустическое и вибросейсмическое воздействия. Данные методы рассмотрены с математической и технико-технологической сторон.

Ключевые слова: нефтеотдача; запасы; вязкость; плотность; температура.

Запасы нефти под недрами Земли конечны, а поиск новых месторождений требует значительных временных и финансовых затрат. Запасы светлых нефтепродуктов, как известно, на исходе. По пропорциям на месторождениях начинает преобладать тяжелая нефть. В результате процесс добычи нефти существенно усложняется, дебит замедляется, а себестоимость нефти возрастает. В связи с этим можно сделать вывод, что снижение вязкости нефти и, как следствие, достижение высокой нефтеотдачи крайне важны для нашей страны.

Исследования этих вопросов в нефтегазодобывающей отрасли в Казахстане не проводятся в таких масштабах. Тем не менее, есть некоторые запасы углеводородов, где необходимо улучшить существующие процессы разработки, чтобы повысить коэффициент извлечения:

- парафинистые;
- сернистые;
- залежи с тяжелой нефтью, в том числе высоковязкие и битуминозные залежи и т.д.

К высоковязким месторождениям относятся месторождения Узень, Каражанбас, Северные Бузачи, участок Молдабек Восточный месторождения Кенбай, Кенкияк надсолевой и т.д.

Основная цель технологии заключается в создании низкопроницаемых изолированных зон коллектора путем воздействия на них упругих волн, которые затухают в высокопроницаемых участках пласта, но распространяются на большие расстояния и с достаточной интенсивностью для стимуляции низкопроницаемых участков. При этом положительный эффект волнового воздействия может быть обнаружен как в непосредственно обработанных скважинах, так и в скважинах, удаленных на сотни и более метров от источника импульсов давления при использовании соответствующих методов обработки.

Методы упруго волнового воздействия можно разделить на:

- акустические (ультразвуковые и звуковые);
- ударно-волновые;
- вибросейсмические.

Акустическое воздействие на пласт:

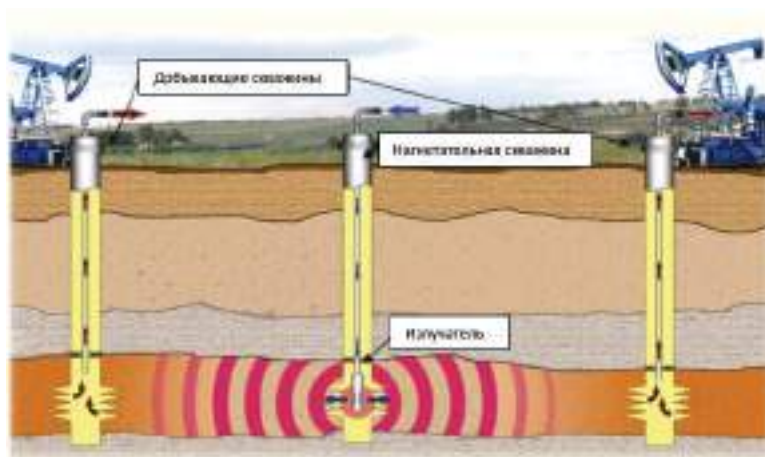


Рисунок 1 - Акустическое воздействие на пласт

Примерами областей применения являются очистка перфорационных каналов от продуктов вскрытия пласта, АСПО и других включений, декольматация ближней зоны призабойной зоны в скважинах, вскрывающих высокопроницаемые пласты с повышенным пластовым давлением.

Преимущества: Он прост, надежен, не стоит больших денег и достаточно эффективен при обработке высокодебитных скважин, которые вошли в очень проницаемые породы.

Ограничения: Сложности совмещения физико-химических подходов на участках с малопроницаемыми коллекторами, низкими пластовыми давлениями и малодебитным фондом скважин

Виброволновое воздействие на пласт:

Одним из способов воздействия на призабойную зону скважин является воздействие виброударных волн, возникающих при нагнетании жидкости с помощью гидромолота, расположенного в эксплуатационной колонне, на НКТ против перфораций.

Метод вибрационного воздействия часто применяется совместно с кислотной обработкой пласта. Наличие переменного давления при работе гидромолота способствует более широкому проникновению кислоты в пласт и значительно повышает эффективность кислотных обработок.

Область применения: Разработка, увеличение продуктивности нагнетательных скважин, увеличение продуктивности добывающих скважин в неоднородных, малопроницаемых пластах, таких как карбонаты, песчаники, алевролиты.

Преимущества: обработку совмещают с операциями КРС, КРС и с операциями большинства методов ОП в силу простоты, использования давления нагнетаемой жидкости, а обработку совмещают с операциями КРС, КРС и с операции большинства методов ОП.

Ограничения: сложно интегрировать физические и химические подходы на месторождениях с низкой проницаемостью коллекторов, низким пластовым давлением и малодебитным фондом скважин.

Вибросейсмическое воздействие на пласт:

Представляет собой уникальную комбинацию насосно-компрессорных и бурильных труб, нижний конец которых крепится болтом к цементированной ударной плите. Прямое воздействие осуществляется непосредственно в продуктивном пласте на расстояниях, эквивалентных расстояниям между стволами скважин, когда сейсмические вибраторы устанавливаются на устье скважины, а упругая энергия направляется в пласт с помощью волноводов. При этом достигается дегазация пластовых флюидов, перераспределение напряженно-деформированного состояния массива горных пород, изменение физических свойств пластовых флюидов, увеличение дебита скважин, снижение обводненности продукции, увеличение проницаемости призабойной зоны пласта, изменение водонасыщенности и фазовой проницаемости, вовлечение в разработку застойных зон. На

основе использования внутренних источников тепла, возникающих при воздействии высокочастотного электромагнитного поля на пласт. Способ создания электромагнитного поля (водяная скважина или между несколькими), напряжение и частота электромагнитного поля, а также электрические характеристики пласта - все это влияет на зону воздействия. В результате воздействия электромагнитного поля на пластовую жидкость происходит деэмульсация нефти, снижение температуры, при которой начинается кристаллизация парафина, и возникновение новых градиентов давления. В результате установки уменьшаются силы поверхностного натяжения, снижается вязкость нефти, улучшается циркуляция жидкости в пласте.

Лишь некоторые проблемы, препятствующие процессу нефтеизвлечения, могут быть уменьшены или полностью устранены с помощью большинства современных систем нефтеизвлечения. В то же время их неправильное применение, а также непризнание присущей углеводородным жидкостям тенденции течь в ответ на гравитационные и капиллярные градиенты сил, приводит к неудовлетворительным технико-экономическим показателям. Волновые МУН полностью способны учесть эти изменения.



Рисунок 2 - Виброволновое воздействие на пласт

Технико-технологическая часть статьи

В данном исследовании рассматривается гидродинамическая модель на основе существующего месторождения на юго-востоке Прикаспийской впадины, которое является частью серии месторождений, построенных национальным предприятием. Месторождение расположено среди нефтегазовой инфраструктуры, включающей железнодорожный состав, автодорогу и грунтовые дороги.

Рассматриваемое месторождение разрабатывается с 1999 года и является многомерным.

В осадочном чехле по литологическим свойствам и структурно-тектоническим условиям залегания выделяются три структурных уровня:

- I. Подсолевой
- II. Соленосный
- III. Надсолевой

Меловой М-I и юрский Ю-I, Ю-II горизонты связаны с залежами нефти и газа, а остальные горизонты - с залежами нефти. Все горизонты нефтяных запасов находятся в разработке. Разработка ведется в автоматизированном режиме.

В меловых пластах имеется три нефтяных горизонта, глубина залегания которых варьируется от 190 до 300 метров.

Хотя все меловые горизонты обладают мощными коллекторскими свойствами, высокая вязкость нефти и слабая цементация пород, слагающих горизонты, препятствуют полному

извлечению продукта. Флюидная система является уникальной особенностью данного месторождения.

Это класс нефти. По уровню содержания серы нефть всех продуктивных горизонтов относится к 1 классу, который имеет концентрацию серы 0,10-0,43 процента масс, и является малосернистой. Плотность нефти зависит от типа нефти.

Тип нефти по плотности.

Все продуктивные горизонты представлены как тяжелой, так и битуминозной нефтью, в зависимости от плотности нефти. Среднее значение по горизонтам колеблется между 876 и 917 кг/м³

Нефти всех продуктивных горизонтов классифицируются как малопарафинистые или парафинистые на основании концентрации парафина. Среднее содержание парафина по горизонтам составляет 0,49-2,08 процента масс.

Нефть из всех продуктивных пластов по концентрации смол является малосоленой. Среднее содержание смол по горизонтам составляет 6,4-14,3 процента масс.

Нефть с уровнем вязкости более 200 мПа·с классифицируется как очень вязкая или сверхвязкая. Была показана зависимость между вязкостью и плотностью пластовой нефти (рис. 15).

Нефть становится гуще по мере уменьшения глубины. Это подтверждают и другие критерии, такие как концентрация газа и вязкость.

Для образцов горизонта М-II в меловых отложениях мы исследовали одну модель: остаточная водонасыщенность составляет 23,1 процента, остаточная нефтенасыщенность - 36,7 процента, а коэффициент вытеснения - 52,3 процента.

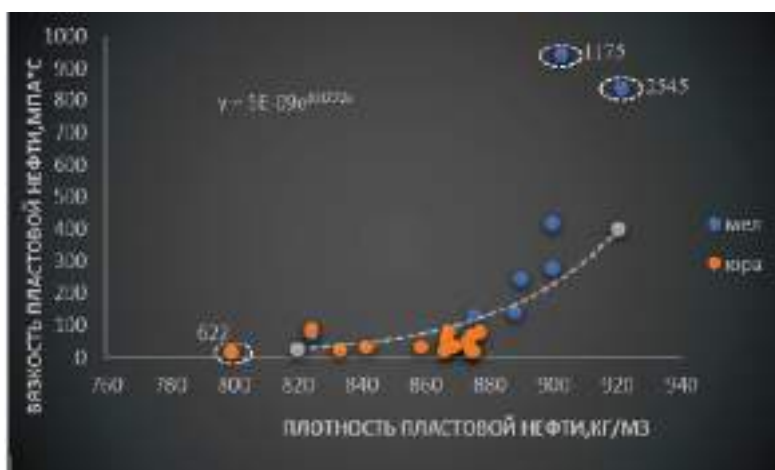


Рисунок 3 - Зависимость вязкости пластовой нефти от плотности пластовой нефти

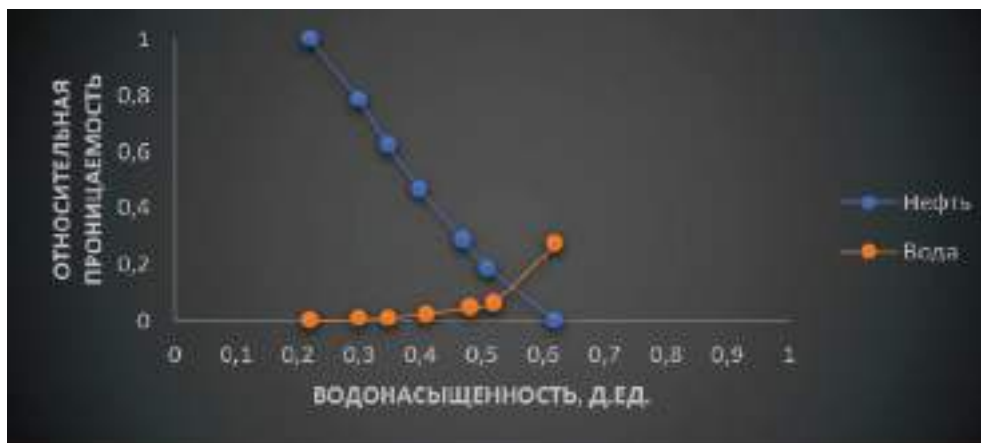


Рисунок 4 - Относительные фазовые проницаемости «нефть-вода» (мел)

Из рис. 4 можно сделать вывод, что коллекторы как меловых, так и юрских отложений являются гидрофильными.

В течение последних двух десятилетий месторождение развивалось. Всего насчитывается более 500 скважин, причем примерно 70% всего фонда составляют добывающие скважины, а 22% - нагнетательные.

В связи с высокой вязкостью и наличием песчаного пласта в районе, эксплуатация добывающего фонда скважин осуществляется автоматизированным способом с применением УШГН и УЭВН. Стандартное давление нагнетания составляет 8 МПа.

Разрешенный проектный КИН составляет 0,359 д.ед., однако существующий КИН по 1 объекту составляет 0,01 д.ед.. Наименьшая скорость выноса наблюдается в меловых отложениях.

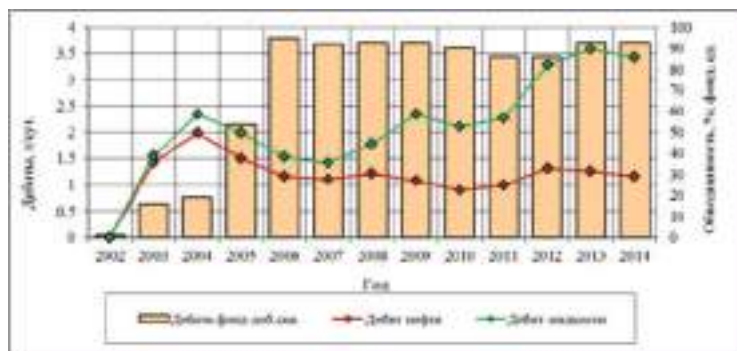


Рисунок 5- Динамика основных технологических показателей разработки объекта I

Для пунктов I, II и III не наблюдается падения пластового давления. Стабильное энергетическое состояние — это термин, используемый для описания состояния энергии.

Текущее пластовое давление на 0,3-0,8 МПа ниже первоначального, что несущественно для объектов.

Обводненность добытой нефти в 2014 году составляет 66 процентов. Среднесуточный дебит нефти составляет около 3,4 тонны, с максимумом 3,6 тонны в сутки на участке I.

Математическая модель статьи

На сегодняшний день различные технологии воздействия волн на пласт прошли обширные исследования и опытно-промышленные испытания на отечественных и зарубежных нефтяных и газовых месторождениях.

Волновое воздействие может осуществляться с поверхности земли и из устья скважины (через волновод) с использованием отдельных мощных источников вибрационных импульсов, а также из погружных источников, расположенных вне умеренной близости от целевого пласта или пластовой системы. К последней принято относить технологию объемного вибростимуляционного воздействия на месторождение. Согласно публикациям, низкочастотные колебания увеличивают релаксацию механических напряжений в упругом материале на несколько порядков. Это способствует восстановлению естественного равновесного состояния наиболее критической зоны пласта за счет снижения нежелательных напряжений в породе вокруг скважины и перфораций, образовавшихся при первом вскрытии продуктивных пластов. В остальной части водохранилища это вызывает перераспределение упругого резерва, позволяя включить в общий процесс эксплуатации ранее не дренированные участки. За счет образования новых и раскрытия старых микротрещин, деградации и разрушения материала перекрытия высокоамплитудные пульсации давления флюидов, насыщающих пористую среду, создают необратимый рост абсолютной проницаемости [4,6]. На реологические параметры пластовой нефти влияет распространение пульсаций, что увеличивает фазовую проницаемость нефти. Так, авторы [3] обнаружили изменения в реологическом поведении различных неньютоновских жидкостей, в том числе снижение сдвиговой вязкости на 20–30 % при воздействии упругих колебаний интенсивностью 8–100

кВт/м² и частотой 20 Гц. –4,5 МГц. При соблюдении предкавитационного протокола сдвиговая вязкость восстанавливается примерно через 5-6 часов после выключения воздействия, а время релаксации увеличивается с увеличением времени воздействия. В то же время при использовании кавитационного режима сдвиговая вязкость не восстанавливается. Влияние частоты воздействия на изменение сдвиговой вязкости практически отсутствует. Как указывалось ранее, одним из элементов, способствующих снижению конечной нефтеотдачи, является проявление капиллярных и адгезионных сил. Поверхностное (межфазное) натяжение, на которое влияет поле упругих волн, тесно связано с капиллярными и адгезионными силами.

Одним из важнейших результатов волнового воздействия является снижение обводненности выпускаемой продукции. Применительно к гармоническим колебаниям в статье приводится выражение для оценки доли смачивающей фазы в течении несмешивающихся жидкостей для ситуации одномерного перемещения. Эта формула была получена путем добавления градиента давления, обусловленного силами инерции, к дифференциальной форме закона Дарси и решения системы уравнений с учетом капиллярных и гравитационных сил:

$$f_c(s) = \frac{1}{1 + \frac{k_H^*(s)\mu_c}{k_c^*(s)\mu_H}} \left[1 + \frac{kk_H^*(s)}{u\mu} \left(\frac{dP_k}{dx} \pm \frac{dP_{ин}}{dx} - \Delta\rho g \sin\alpha \right) \right], \quad (1)$$

Где: $k_H^*(s)$ и $k_c^*(s)$ – относительные фазовые проницаемости несмачивающей и смачивающей фаз соответственно, д. ед;

μ_H и μ_c – динамические коэффициенты вязкости несмачивающей и смачивающей фаз соответственно, Па·с;

k – абсолютная проницаемость, м²;

u – суммарная скорость фильтрации фаз, м/с;

$\frac{dP_k}{dx}$ – градиент капиллярного давления, Па;

$\frac{dP_{ин}}{dx} = \omega^2 A \rho_c \frac{1-\Delta}{1+2\Delta}$ – градиент давления от действия инерционных сил, Па;

ω – циклическая частота колебаний, с⁻¹ ;

A – амплитуда колебаний, м;

$\Delta = \frac{\rho_H}{\rho_c}$, $\Delta\rho = \rho_c - \rho_H$ ρ_c и ρ_H – плотности несмачивающей смачивающей фаз соответственно, кг/м³ ;

g – ускорение свободного падения, м/с² ;

α – угол наклона пласта, градус.

Применение формулы (1) к гидрофильным и гидрофобным резервуарам показывает, что в гидрофильной породе (вода — смачивающая фаза, нефть — несмачивающая фаза и т. д.) $\Delta < 1$) увеличение интенсивности и частоты излучения приводит к увеличению $\frac{dP_{ин}}{dx}$, а следовательно, и снижению доли смачивающей фазы, т.е. вода в общем потоке в течение первого полупериода воздействия, когда вектор инерционных сил противоположен вектору капиллярных сил (знак «-» перед знаком «+») $\frac{dP_{ин}}{dx}$. Аналогично в гидрофобной породе (вода – несмачивающая фаза, нефть – смачивающая фаза, $\Delta > 1$, $\frac{1-\Delta}{1+2\Delta} < 0$) увеличение интенсивности и частоты излучения приводит к увеличению $\frac{dP_{ин}}{dx}$ и доли смачивающей фазы, т.е. нефти, в общем потоке, но уже во втором полупериоде воздействия (знак «+» перед $\frac{dP_{ин}}{dx}$).

Высокая сжимаемость продуктивного пласта и окружающего массива горных пород, большая мощность пласта, наличие участков разгрузки, имеющих вид «поддержек» (проявление сводовых эффектов), наличие макронеоднородности как по толщине, так и по простиранию месторождения являются все благоприятными факторами для реализации волнового воздействия.

Гипотеза, основанная на математической модели В.Н. Николаевского [80] является одной из наиболее распространенных гипотез, определяющих механику низкочастотного волнового (сейсмического) воздействия и наблюдаемых при этом воздействии. Предполагается, что геофизическая среда фильтрует любой сейсмический сигнал, выделяя лишь малую часть спектра, соответствующую основной (собственной) частоте колебаний среды. С появлением автоколебаний система "геофизическая среда - излучатель" входит в фазу резонанса.

Считается, что низкочастотное сейсмическое излучение генерирует вторичное высокочастотное излучение, вплоть до ультразвукового излучения, когда оно проходит через массив горных пород, что описывается как эволюционное изменение.

К методам волнового воздействия пластовой группы относятся методы волнового воздействия, позволяющие генерировать низкочастотные упругие волны, преимущественно в сейсмоакустическом диапазоне (100 Гц). Благодаря наименьшему затуханию низкочастотных упругих волн, распространяющихся с высокими фазовыми скоростями по твердому скелету пласта, воздействие охватывает большую площадь пласта, до нескольких километров.

Ниже приведены результаты анализа применения методов виброволнового воздействия на пласт с земной поверхности и устьев скважин:

- данные технологии имеют большой технологический потенциал, так как позволяют повысить конечный коэффициент извлечения нефти при одновременном снижении объемов пластовой воды при разработке месторождений поздних стадий;

- Максимальная эффективность использования этих подходов может быть достигнута на маломощных многопластовых месторождениях (глубина залегания до 2000 м); эффект ЕСВ является преходящим, продолжительностью от шести до двенадцати месяцев. При использовании рассмотренных методов ЭЗС генерируемые сейсмические волны рассеиваются в горном массиве или волноводе на пути от источника к резервуару, что приводит к высоким потерям волновой энергии и, как следствие, к низкой энергетической эффективности воздействия.

- Из-за цикличности воздействия данные методы не в полной мере используют весь потенциал технологии вибросейсмического воздействия, так как в периоды простоя происходит релаксация реологических характеристик пластовых флюидов, поверхностного и межфазного натяжения, восстанавливается первоначальный характер течения в порах, происходит дегазация. процессы останавливаются без дегазации.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы повышения нефтеотдачи пластов - л. М. Рузин, о. А. Морозюк. Ухта, утту, 2014. [1]
2. Пути и методы снижения вязкости нефти мячугин а.н. научный руководитель – профессор каверзин с.в.[2]
3. Малофеев, г. Е. Нагнетание в пласт теплоносителей для интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи : учеб. Пособие / г. Е. Малофеев, о. М. Мирсатов, и. Д. Чоловская. – м.- ижевск : институт компьютерных исследований, 2008.[3]
4. Сургучев М.Л. «Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи». М.: Недра, 1985. 308 с. [4]
5. Журнал «Нефтегаз» Калешева Г. Е. Закономерности распространения нефтебитуминозных пород и высоковязких нефтей в Западно-Казахстанской области // Журнал «Молодой ученый», 2014 г. №4. стр. 413-414 [5]

Мұнайды жоғарылату әдісі ретінде тербеліс әсері В.С. Ключниченко, Т.А.Бельбаева

Андатпа. Мұнай қоры шектеулі, ал жаңа көздерді барлау көп уақытты және қыруар қаржыны қажет етеді. Ашық түсті мұнай өнімдерінің қоры таусылғаны белгілі. Саны жағынан кен орындарында ауыр мұнай басым бола бастайды. Соның салдарынан мұнай өндіру процесі әлдеқайда күрделене түседі, ағыны азайып, мұнай бағасы өсуде. Осыны ескере отырып, мұнайдың тұтқырлығын төмендету,

осылайша мұнай берудің жоғары коэффициентіне қол жеткізу біздің еліміз үшін аса маңызды деп қорытынды жасауға болады. Дүние жүзіндегі дамыған салаларда физикалық ынталандыру технологияларын қолдану физикалық ынталандыру технологияларын қолдануда үлкен тәжірибені көрсетеді, сонымен қатар тамаша технологиялық тиімділікті көрсетеді. Бұл мақалада майды алуды жақсарту әдісі ретінде тербеліс әсері қарастырылады. Қабат мұнайының тұтқырлығының қабат мұнайының тығыздығына тәуелділігінің графигі және оның талдауы. Жер бетінен және ұңғыма сағасынан қабатқа діріл-толқын әсер ету әдістерін қолдануды талдау, мысалы: діріл-толқындық әсер, акустикалық және вибросейсмикалық әсер ету. Бұл әдістер математикалық және техникалық және технологиялық жағынан қарастырылады.

Негізгі сөздер: мұнайды алу; резервтер; тұтқырлық; тығыздығы; температура.

Vibrowave impact as a method of enhanced oil recovery **V.S. Klyushnichenko, T.A. Belbaeva**

Annotation. Oil reserves are limited, and it takes a long time and costs a lot of money to explore new sources. It is known that reserves of light petroleum products are depleting. In terms of quantity, the fields begin to be dominated by heavy oil. As a result, the process of oil production becomes much more complicated, the flow rate decreases, and the price of oil increases. In light of this we can conclude that reducing the viscosity of oil, thus achieving a high oil recovery factor is critical for our country. The use of physical stimulation technologies in the fields developed all over the world, shows great experience in the application of physical stimulation technologies and also demonstrates outstanding technological efficiency. This article deals with vibro-wave impact as a method of enhanced oil recovery. The graph and its analysis of the dependence of reservoir oil viscosity on the density of reservoir oil. Analysis of the application of methods of vibro-wave impact on the reservoir from the ground surface and wellheads, such as: vibro-wave action, acoustic and vibroseismic effects. These methods are considered from the mathematical and technical-technological sides.

Keywords: oil recovery; reserves; viscosity; density; temperature.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ МЕТОДИКИ ПОДБОРА КИСЛОТНОГО СОСТАВА

В.Р. Коченевский 

Satbayev University, Алматы, Казахстан

Viktor_k1998@mail.ru

Аннотация. Одной из важных проблем в нефтяной промышленности последних лет является повышение нефтеотдачи пластов с низкой проницаемости, имеющих сложный минералогический состав. Во время разработки таких пластов проницаемость со временем уменьшается по разным причинам. Например, проницаемость призабойной зоны пласта может ухудшиться из-за: набухания набухания глин в составе коллектора; осаждения солей или парафинов на границах разделов фаз; проникновения буровых растворов, жидкостей глушения и т.д. Снижение проницаемости, приводит к снижению дебита до минимума или к его отсутствию. С целью повышения дебита на месторождениях применяются различные технологии кислотной обработки призабойной зоны. Эффективным и распространенным методом воздействия на призабойную зону пласта с целью повышения или восстановления производительности является кислотная обработка скважины. При кислотной обработке важным вопросом является правильный выбор технологической жидкости. В данной статье рассматривается способ определения оптимального содержания кислоты в лабораторных условиях для обработки терригенных образцов из различных месторождений.

Ключевые слова: Кислотная обработка, кислотная композиция, кислота, терригенный коллектор, буровой раствор.

В наше время большинство месторождений в Казахстане, как и во всем мире находятся на последних стадиях разработки, когда пластовой энергии недостаточно для фонтанирования и появляется необходимость в использовании методов повышения нефтеотдачи. Одним из способов восстановления продуктивности добывающих скважин является кислотная обработка. Но изучая данные по кислотным обработкам, используемым на различных месторождениях можно сделать вывод, что зачастую кислотный состав подбирается так, что недостаточно проникает в пласт и воздействие получается не таким эффективным, как могло бы быть при надлежащем выборе композиции. В данный момент эффективность КО не превышает 45-50%, так как не учитывается минералогия коллектора. В случае с терригенным коллектором, при выборе кислотного состава, в первую очередь необходимо правильно оценить состав минералов, чтобы понимать потенциальные химические реакции, которые будут протекать при контакте кислоты с породой коллектора. При использовании методологии подбора кислотной композиции можно увеличить эффективность кислотных обработок, что в свою очередь может привести к уменьшению финансовых затрат и в целом большей успешности кислотной обработки.

Целью данной статьи является разбор методики подбора кислотной композиции для образцов керна в лабораторных условиях. Поочередное выполнение всех этапов метода позволит воспроизвести условия близкие к реальным на установках, доступных студентам в лаборатории. Согласно методике обработка образцов должна производиться в три этапа. Первым этапом в уже подготовленную модель закачивается буровая жидкость, для создания условий, близких к реальным, затем производится кислотная обработка образцов и последним этапом образец керна снова подвергается промывке с целью извлечения некоторых продуктов реакции минералов с кислотой.

Для закачки буровой жидкости в образец керна необходимо предварительно подобрать состав раствора, который будет максимально соответствовать минералогическому составу горной породы. Так как в ходе экспериментов были использованы терригенные образцы, было решено использовать безглинистые буровые растворы, которые в меньшей степени влияют на коллекторские свойства керна. В ходе экспериментов можно использовать растворы со следующими химическими характеристиками: данные указаны в таблице 1, где СА – сульфат алюминия, ПАА – полиакриламид.

Первым этапом в керн закачивается дистиллированная вода, в объеме равном 5 поровым объемам керна до того момента, пока давление на входе в керн не уравнивается с

давлением в середине образца, что будет значить, что режим прокачки жидкости установился. Зная все исходные данные и перепад давления необходимо рассчитать начальную проницаемость керна и приступать к закачке бурового раствора, для создания условий, близких к реальным.

Перед закачкой в керн буровой должен быть приготовлен путем добавления в воду элементов, перечисленных в таблице, в правильном процентном соотношении. При добавлении раствор постоянно перемешивался при температуре 23С на протяжении 48 часов.

После того как через керн будет прогнано 3-5 поровых объемов бурового раствора, его необходимо просушить и приступить к следующему этапу обработки кислотой.

Таблица 1 – Состав бурового раствора

Процент масс, %				
№	ПАА	СА	Ксантан	Мел
1	0,3	0,03	0,3	5
2	0,2	0,02	0,3	4,5
3	0,35	0,04	0,3	5

Для надлежащей кислотной обработки необходимо тщательно выбирать кислотный состав и технологию обработки призабойной зоны пласта. Основные критерии выбора это: матрица породы должна сохраняться в виде, максимально приближенном к начальным условиям; мелкие частицы цемента должны удерживаться в суспензии; композиция должна способствовать предотвращению осаждения продуктов реакции в поровом пространстве коллектора.

Из практики известно, что цементирующий материал между зернами распределяется в виде тонких пленок, а в поровом пространстве между обломками минералов и в связующей их массе. Также важно учитывать то, что нежелательно в ходе кислотных обработок сильно растворять карбонаты, так как порода будет становиться более рыхлой и будет происходить коагуляция пор освобожденными зернами минералов, движущихся в потоке флюидов.

Из-за различий в минералогическом составе образцов при кислотной обработке песчаника всегда присутствует неотъемлемый риск. Чтобы смягчить ход химической реакции, новая кислотная композиция содержит более высокое соотношение HCl к HF, чем обычные грязевые кислоты, что снижает кислотность смеси до уровней, при которых некоторые нежелательные продукты реакции обладают более высокой растворимостью (Рисунок 1).

Рисунки ниже показаны для наглядного анализа зависимости кислотности состава, закачиваемого в керн, от времени в течении которого этот состав взаимодействует с самим керном.

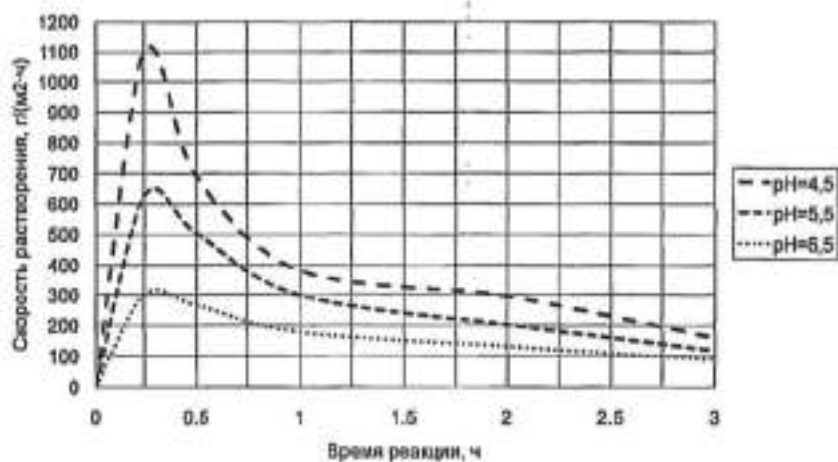


Рисунок 1 – Скорость растворения карбонатов при различном pH
(<https://veselkov.me/in/tehnologii/kislotnaya-obrabotka-terrigennogo-kollektora.html>)

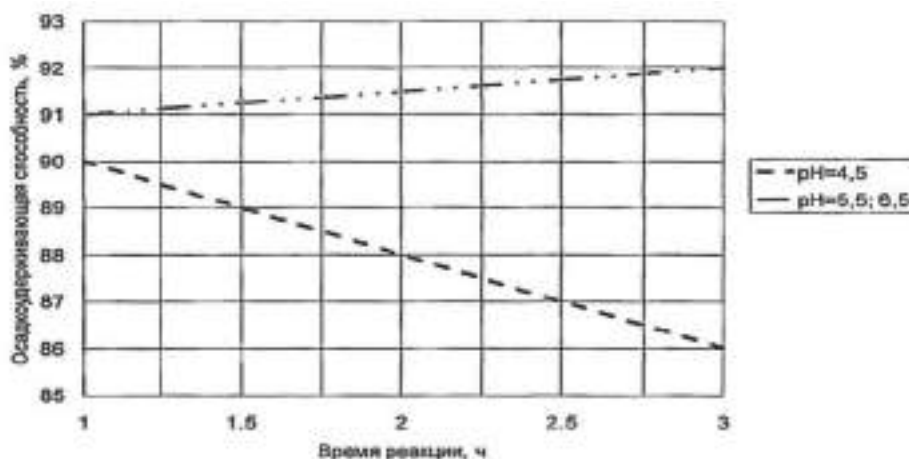


Рисунок 2 – Зависимость осадкоудерживающей способности при разных pH (<https://veselkov.me/in/tehnologii/kislotnaya-obrabotka-terrigennogo-kollektora.html>)

Рисунок 1 графически показывает зависимость скорости растворения кварца и карбоната, которые в свою очередь являются минимально и максимально растворимыми элементами коллектора, от кислотности флюида при данной температуре.. Рисунок 2 демонстрирует способность осадкоудержания кислотного состава по отношению к осадкам фторида кальция также в зависимости от кислотности среды при температуре эксперимента. Чтобы смягчить ход химической реакции, кислотность снижается до уровней, при которых некоторые нежелательные продукты реакции обладают более высокой растворимостью. На этих рисунках представлены три кислотные композиции, единственным отличием их друг от друга является содержание соляной кислоты в них. Содержание соляной кислоты характеризует кислотность в этих растворах. Чем больше соляной кислоты в кислотной композиции, тем ниже pH среды кислотного состава, соответственно, чем меньше соляной кислоты, тем pH выше.

Три жидких состава были выбраны для тестирования в качестве одноступенчатых кислотных систем из песчаника. Выбор был основан на соотношении концентраций HCl/HF следующим образом:

- Композиция А - 15 мас.% HCl и 1,9 мас.% HF.
- Композиция В - 10 мас.% HCl и 2,3 мас.% HF.
- Композиция С - 5 мас.% HCl и 2,6 мас.% HF

Использование данных кислотных композиций должно проводиться на керне одного месторождения с одного интервала залегания, для дальнейшего сравнительного анализа. Сам эксперимент заключается в фильтрации кислотной композиции через образец керна при температуре 23°C, давлении на входе 2,5МПа. При закачке кислотной композиции происходил рост давления, за счет вытеснения из модели буровой жидкости и замещением ее на кислотную композицию. В случае с каждой кислотой была проведена прокачка 10-12 начальных объемов кислотной композиции, в итоге была достигнута константа давления, означающая, что произошло полное вытеснение бурового раствора кислотной композицией в образце керна. Так как кислота реагирует с керном достаточно медленно, она была оставлен в образце для реагирования на 24 часа. По прошествии 24 часов керн извлекается из установки и помещается в сушильный шкаф еще на 24 часа. Затем измеряется масса керна для сравнения с первоначальной массой, после кислотной обработки масса должна уменьшиться, так как кислота растворяет некоторые минералы в составе горной породы и во время прокачки нескольких поровых объемов растворенные вещества выносятся за пределы керна.

Финальным этапом эксперимента является повторная прокачка дистиллированной воды через образец керна в объеме равном 5 поровым. Во время, когда режим прокачки устанавливается и давление становится постоянным, оно замеряется и повторно производится расчет проницаемости образца, но уже обработанного кислотной композицией. Имея данные

по проницаемостям до обработки и после можно рассчитать насколько эффективной является та или иная кислотная композиция.

В результате мы получаем сравнительную таблицу, в которой можно видеть результаты по проницаемости до кислотной обработки и после. Исходя из этих данных мы можем провести анализ и выбрать наилучший вариант кислотной композиции для образца терригенного коллектора, который в свою очередь принесёт максимальную выгоду как в экономическом аспекте, так и в конечном результате. В заключение можно добавить, что этого использование данной методики является целесообразным при выборе кислотной обработки и как следствие несет за собой лишь положительные результаты, что говорит о том, что методика подобрана верно и имеет место быть использованной как в лабораторных условиях, так и на месторождениях с целью улучшения качества обработки призабойной зоны пласта.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малышев Л.Г, Логинов Б.Г. Руководство по кислотным обработкам скважин. – М.:Недра. 1966
2. Shaugnessy C.M Acidizing sandstone formations // SPEJ. – 1983. – Vol. 23. – №1.
3. Исаев Г.П., Гейхман М.Г., Середа Н.Е. Кислотная обработка терригенных и карбонатных коллекторов. – М.: «ИРЦ Газпром», 2014
4. Глущенко В.Н, Силин М.А. Нефтепромысловая химия: Изд. В 5-ти томах. – Т.4. Кислотная обработка скважин. – М.: Интерконтат Наука, 2010
5. Nadeau P.H. The physical dimensions of fundamental clay particles. Clay Minerals, 20, 499-514, 1985

Қышқыл құрамын таңдаудың зертханалық әдістемесін жасау

В.Р. Коченевский

Андатпа. Соңғы жылдары мұнай өндіру өнеркәсібінің шешілетін міндеттерінің бірі күрделі минералогиялық құрамы бар өткізгіштігі төмен қабаттардың мұнай беруін арттыру болып табылады. Мұндай қабаттардың дамуы барысында уақыт өте келе өткізгіштігі әртүрлі себептерге байланысты төмендейді. Мысалы, өткізгіштік нашарлауы мүмкін: коллектор жынысының сазды цементінің ісінуі; фазалардың шекараларында тұздардың немесе асфальтеносмол-парафинді заттардың түсуі; бұрғылау ерітінділерінің және кептелу сұйықтықтарының енуі және т. б. Өткізгіштіктің төмендеуі, өз кезегінде, ұңғымалардың ағуына теріс әсер етеді, кейде тіпті оның болмауына әкеледі. бұл үшін кен орындарында резервуардың төменгі шұңқыр аймағын қышқылмен өңдеудің әртүрлі технологиялары қолданылады. Өнімділікті арттыру немесе қалпына келтіру үшін резервуарға әсер етудің ең тиімді және кеңінен қолданылатын әдістерінің бірі-ұңғыманы қышқылмен өңдеу. Қышқылмен емдеу кезінде процестің технологиялық сұйықтығын дұрыс таңдау маңызды мәселе болып табылады. Өңдеудің дұрыстығы осы аралықтың минералды құрамын ескере отырып, әр өңдеу аралығы үшін таңдалған қышқыл құрамына тікелей байланысты. Бұл мақалада әртүрлі кен орындарынан терригендік үлгілерді өңдеу үшін зертханалық жағдайда оңтайлы қышқыл құрамын анықтау әдісі қарастырылған.

Негізгі сөздер: қышқылмен өңдеу, қышқыл құрамы, қышқыл, терригенді коллектор, бұрғылау ерітіндісі.

Development of laboratory methods for the selection of acid composition

V.R. Kochenevskiy

Abstract. One of the most common tasks of the oil industry in recent years is to increase the oil recovery of low-permeable formations with a complex mineralogical composition. In the process of developing such formations, the permeability of the bottom-hole formation zone decreases over time due to various reasons. For example, the permeability of the bottom-hole formation zone may deteriorate as a result of: swelling of clay cement of the reservoir rock; precipitation of salts or asphaltenes at the boundaries of the phase sections; penetration of drilling fluids and etc. The decrease in permeability, in turn, negatively affects the flow rate of wells, and sometimes even leads to its absence. For this, various technologies of acid treatments of the bottom-hole formation zone are used in the fields. One of the most effective and widely used methods of influencing the bottom-hole formation zone to increase or restore productivity is Acid treatment of the well. During acid treatment, an important point is the proper selection of the process fluid. The correctness of the treatment directly depends on the selected acid composition for each treatment interval, taking into account the mineral composition of this interval. This article discusses the method of determining the optimal acid composition in laboratory conditions for processing terrigenous samples from various deposits

Key words: Acid treatment, acid composition, acid, terrigenous collector, drilling mud.

ТЕҢІЗ КЕН ОРНЫНДА МҰНАЙ ӨНДІРУДІ ҰЛҒАЙТУДЫҢ ГАЗДЫ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Ш.А.Косымбаев *, Д.Ж.Абдели 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

*kossymbaev9300@mail.ru

Андатпа. Қазіргі уақытта әлемдік мұнай өндірудегі мұнай қорларын арттырудың басым бағыты - жаңа және игеріліп жатқан мұнай кен орындарын игеруде синергетикалық әсерді қамтамасыз ете алатын мұнай өндіруді арттырудың заманауи интеграцияланған әдістерін дамыту және өнеркәсіптік қолдану болып табылады. Газ әдісінің артықшылығы-ауа мен табиғи температураның жоғарылауы қолданылатын әдістің тиімділігі. Бұл мақалада Теңіз кен орнын игеру нұсқалары талданды. Теңіз кен орны үшін игерудің газ айдау нұсқасының қолданылуын зерделеу және негіздеу болып табылады. Тағы бір газ әдісі-көмірсутекті газдарға қарағанда суда жақсы еритін сутегі диоксиді арқылы қабатқа әсер ету. Бұл процесс жоғары қысыммен жоғарылайды және температура жоғарылаған сайын ол төмендейді. Энергия қорындағы көмірқышқыл газының бөлінуімен мұнай көлемі артады. Бұл технология, әсіресе, тұтқырлығы төмен шикізаттан тұратын қабаттарға қатысты тиімді. Бар әдіс қабатқа әсер ету көмегімен азот, түтін газдарының және т. б. оның негізінде жатыр жануы қатты оқ-дәріні сұйықтықтың қолданбай герметикалық камера немесе қабықша. Бұл әдіс жылы әсерді механикалық немесе химиялық заттармен біріктіреді.

Негізгі сөздер: мұнай бергіштігін арттыру, мұнай қорлары, газ әдістері, шикізат, интерграция, қабатқа әсер ету.

Мұнай өндіруді ұлғайтудың газ әдістеріне әдетте көмірсутекті газдарды, көмірқышқыл газын, азотты және жану газдарын қолдану жатады. Егер кен орындарында немесе жақын жерде әртүрлі газдардың едәуір ресурстары болса, газ әдістері қолданылады. Көбінесе мұнай кен орындарында еріген газдың көп мөлшері болады. Газ айдаудың тағы бір маңызды артықшылығы - өндірілген шикі газдың маңызды бөлігін пайдалану мүмкіндігі, бұл газды күкіртті сутектен, күкірттен және сұйытылған көмірсутек газдарынан тазартылатын газ өңдеу зауытының қажетті қуатын едәуір төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл газ өңдеу зауытының қуатын кеңейтуге жұмсалатын шығындарды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді. Газ айдау кезінде айдау ұңғымаларының инъективтілігі суға қарағанда жоғары болады, сондықтан айдау ұңғымалары азырақ қажет.

Газ айдаудың өте маңызды артықшылығы - өндіріс ұңғымаларынан ілеспе су шығарумен су басу кезінде пайда болатын коррозия проблемаларының болмауы.[1]

Тұтастай алғанда, көмірсутекті газдардың көмегімен мұнай шығаруды ұлғайту әдісін қолданудың әсері мынадай тетіктермен қамтамасыз етіледі: онда газ еріген кезде мұнайдың ісінуі; мұнайдың тұтқырлығын төмендету; мұнаймен араластыруға қол жеткізу және қалдық мұнайдың қозғалысқа тартылуы; мұнай мен газды араластыру кезінде ығысу шебіндегі тұтқырлықты теңестіру

1) Көмірсутекті газды айдау

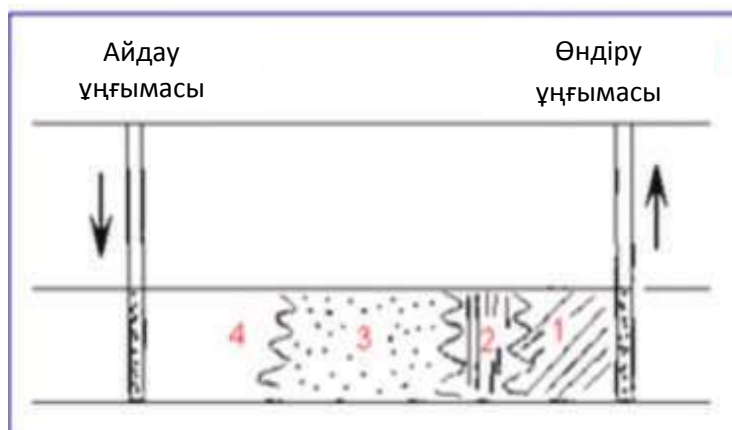
Бұл әдіс мұнаймен шекарада жеңіл көмірсутектердің шекарасын құру болып табылады. Бұл мұнайды араластыру процесін қамтамасыз етеді. Ауыстыру араластырғышқа жақын Мұнайды көмірқышқыл газымен және карбонизацияланған сумен ығыстыру

Қабатқа CO₂ айдау-мұнай беруді арттырудың ең тиімді тәсілдерінің бірі. Көмірқышқыл газы, көмірсутекті еріткіштер сияқты, экстракцияның өте жоғары пайызын қамтамасыз етеді және олардың негізгі жетіспеушілігінен – қымбаттығынан айырылады. Көмірқышқыл газының (CO₂) молекулалық салмағы 44, яғни ауадан 1,5 есе ауыр, стандартты жағдайда оның тығыздығы 1,95 кг/м³ құрайды;

Бастапқы CO₂ мұнаймен араласпайды. Алайда, коллектордағы шикі мұнаймен байланыс жасай отырып, ол одан көмірсутекті компоненттерді алады және осылайша мұнайда ериді. Мұнай мен CO₂ араласқан кезде біз газ көтергіндегідей құбылысқа тап боламыз: мұнай сұйық болып, оңай қозғалады. Көмірқышқыл газын айдау әдісінің бір кемшілігі бар. Тұрақсыз қышқыл болып табылатын судағы газ ерітіндісі резервуардағы мұнайдың қозғалғыштығына

қарағанда әлдеқайда көп қозғалғыштыққа ие, бұл, ең алдымен, ығысу майданындағы тұтқыр тұрақсыздықтың нәтижесінде ығыстырушы агенттің мерзімінен бұрын бұзылуына әкеледі.[\[2\]](#)

CO₂ қолдана отырып, әсіресе тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындары үшін жарамды мұнай өндіруді ұлғайтудың ең жаңа, сондай-ақ ең перспективті және сонымен бірге аз зерттелген әдістерінің бірі-бұл көмірқышқыл газын өте критикалық күйде резервуарға айдау. Бұл жағдайда көмірқышқыл газы тиімді, экологиялық таза және үнемді еріткіш болып табылады. Бүгінгі таңда CO₂ қолдану мұнай өндіруді ұлғайту саласында, әсіресе болашақта өзекті және қазіргі уақытта дамып келе жатқан жоғары тұтқырлы мұнай кен орындарын игеру саласында келешегі бар. Алайда, көмірқышқыл газының қасиеттерімен байланысты технологиялардың қазіргі кемшіліктері, сондай-ақ тасымалдаудағы қиындықтар операцияның құнын арттырудан бастап, кен орындарында мұндай пайдалану мүмкін еместігіне дейін елеулі шектеулер қояды. Экстракцияны жоғарылату әдістерінің бірі табиғи газды жеткілікті жоғары қысыммен немесе бу фазасында жеткілікті мөлшерде мұнай газдары бар газ бен мұнайды араластыру үшін айдауға негізделген. Бұл әдіс мұнайды қозғаушы газдың артында аз немесе мүлдем қалдырмайды, бірақ газдың салыстырмалы түрде төмен тұтқырлығы мұнайдың үлкен аудандарын, әсіресе гетерогенді коллекторларды айналып өтуге әкелуі мүмкін. Тағы бір жетілдірілген әдіс су тасқынынан кейін қалған майды сабын тәрізді беттік-белсенді заттың жолағын судың алдына қою арқылы алуға арналған. Беттік белсенді зат сорылатын материал мен қабат майы арасында өте төмен беттік керілуді тудырады, бұл тау жынысын "тазартуға" мүмкіндік береді. Көбінесе беттік-белсенді заттың артындағы су судың ағып кетуіне және беттік-белсенді заттың айналып өтуіне жол бермеу үшін полимерді қосу арқылы тұтқыр болады. Беттік-белсенді заттармен су басу әдетте карбонатты емес жыныстарда жақсы жұмыс істейді, бірақ беттік-белсенді заттардың материалы қымбат және көп мөлшерде қажет. Карбонатты жыныстарда жұмыс істейтін болып көрінетін әдістердің бірі-көміртегі диоксиді (CO₂ EOR) арқылы мұнай өндіруді арттыру, онда көміртегі диоксиді жынысқа жеке-жеке немесе табиғи газбен бірге жіберіледі. EOR CO₂ қалпына келтіруді едәуір жақсарта алады, бірақ қолайлы бағамен өте көп мөлшерде көмірқышқыл газы қажет. Осы типтегі сәтті жобалардың көпшілігі жер асты резервуарларынан көмірқышқыл газын (құбыр арқылы) таңдауға және тасымалдауға байланысты. [3]



1-қалдық мұнай аймағы; 2 – Мұнай білігі/ығысу майданы; 3 – CO₂ және су аймағы; 4-су ағынын ығыстыру

1.1. Сурет - Қабатқа CO₂ айдау схемасы

Қарастырылған мақалалар бойынша дәстүрлі емес мұнай кен орындарында мұнай өндіруді арттыру технологияларын қолдану үшін жүргізілген зерттеулердің көпшілігі эксперименттік зерттеулермен және сандық модельдеумен шектелді. Зерттеу көрсеткендей, аралас газды айдау (өндірілген газдар, CO₂ және т.б.) мұнай өндіруді арттыру әдістерінің ішіндегі ең перспективті әдіс болып табылады (аралас газ, су тасқыны, беттік белсенді заттар, Химиялық және полимерлі). Эксперименттік зерттеулер көрсеткендей, CO₂ айдау дәстүрлі емес кен орындарының мұнай беруін жоғарылатудың ең жоғары әлеуетіне ие болды, содан

кейін алынған газды айдайды және бұл диффузия ең басым механизм болды.. Сәйкестікті бақылау үлкен проблема болып қала береді, әсіресе жарықтар арқылы газдың өтуіне байланысты. Берілген мақалада Форд инелерінің формациясында өндірілген газды айдау бойынша ұшқыштар мұнай өндіруді арттыруда үлкен жетістіктерге жетті. Алайда, зертханалық зерттеулер мен далалық сынақтар арасында көптеген сәйкессіздіктер бар.

2) Резервуарға жоғары қысымды газдармен әсер ету

Жоғары қысымды ауаны жеңіл мұнай қабаттарына айдау-бұл мұнай өндіруді жоғарылатудың тиімді әдісі (IOR) және бұл әдіс негізінен бастапқы температурада болатын өздігінен төмен температуралы тотығуға (LTO) байланысты. LTO ауа айдау процесі кезінде айдалатын ауадағы оттегі жұмсалады, ал резервуарда көмірқышқыл газы пайда болады, бұл түтін газдарын су басуына және айтарлықтай жылу шығаруға әкеледі. Бұл мақалада LTO реакциясының механизмдері талданады және реакция механизмін және резервуарды модельдеуді зерттеуді жеңілдету үшін LTO реакциясының жетілдірілген моделі жасалады. LTO реакция жылдамдығын өлшеу және LTO реакцияларының экзотермиялық әрекетін анықтау үшін әдеттегі жеңіл майларды қолдана отырып, жоғары қысымды LTO эксперименттерінің сериясы 70-тен 170 °C-қа дейінгі температура диапазонында жүргізілді. Эксперименттік процесте жылу беруді талдау әртүрлі реакторларды қолдана отырып және әртүрлі эксперименттік жағдайларда реакцияның экзотермиялық сипаттамаларын зерттеу үшін жүргізілді. Резервуардың тұжырымдамалық модельдеу моделі реакция аймағындағы температураның жоғарылауы және оның IOR-ға әсері тұрғысынан ауаны айдау процесінде LTO реакциясының жылу әсерін зерттеу үшін қолданылды. Жоғары қысымы мен температурасы бар терең жатқан мұнай кен орындарын игеру кезінде аралас ығысуды жүзеге асыру үшін азотты пайдалануға болады. Соңғы уақытта көмірсутекті газдың тапшылығының артуына байланысты оны айдау үшін пайдалануда қиындықтар туындап отыр. Бұл жағдайда негізгі құрамдас бөлігі азот болып табылатын азот немесе отын (түтін) газдары әлеуетті агент бола алады[4]Мұнайды азотпен ығыстыру процесінің тиімділігі терең кен орындарында жоғары қысымды қысымның пайда болуына, сондай-ақ аралас ығыстыру процесін жүзеге асыруға қолайлы жеңіл көмірсутек компоненттерінің-метан мен оның гомологтарының резервуарлық майлардағы құрамына ықпал етуі мүмкін. Азот жоғары қысыммен қабатқа енгізілгенде, ол аралас аймақ құра алады қабаттан мұнайдың босатылуына ықпал ететін.Ол жылу әсерін механикалық және химиялық заттармен біріктіреді, атап айтқанда:

а) қысыммен пайда болған жану газдары (100 МПа дейін) табиғи және жаңа жарықтар тудыратын сұйықтықты магистральдан қабатқа шығарады Gorenje; б) қыздырылған (180-250°C) ұнтақты газдар қабатқа еніп, парафинді,шайырлар мен асфальттарды ерітеді; в) газ тәрізді жану өнімдері негізінен тұрады хлорлы сутегі және көмірқышқыл газ; хлорлы сутегі болған жағдайда, су түзеді. Мұнайда еритін көмірқышқыл газы оның тұтқырлығын, беттік керілуін азайтады және ұңғыманың өнімділігін арттырады.

3) Түтін газдарын айдау

Белгілі бір параметрлер бойынша мұнай өндіруді арттыру үшін түтін газдарын қолдану аясы өте кең, ал кейбіреулеріне (өткізгіштігі, кеуектілігі, резервуар сұйықтықтарымен қанықтылығы, қабат температурасы) шектелмейдіМұнай өндіруді арттыру үшін түтін газдары, әдетте, табиғи газды жағу нәтижесінде 1 м3-ден алынады, ол 9,4 м3 газ тәрізді өнімдерден алынады. Түтін газдарында шамамен 85% азот және 15% көміртегі диоксиді бар. Азот пен түтін газдарын мұнаймен араластыру қысымы 36-50 МПа, яғни көмірсутекті агентке қарағанда 24-42 МПа жоғары. Сондықтан іс жүзінде араласпайтын репрессия режимі жиі жүзеге асырылады.

Көмірсутекті агенттер мен көміртегі диоксидінен айырмашылығы, түтін газының көзін айдау объектісіне жақын жерде қалыптастыруға болады, сондықтан ықтимал технологиялық схема ретінде негізгі тасымалдау элементінсіз өнеркәсіптік айдау схемасын қарастыруға болады.

Түтін газдарын айдау мұнай өндіруді арттыру және парниктік газдарды сақтауды қамтамасыз етудің маңызды технологияларының бірі болып табылады. Түтін газдарының көп компонентті қоймасының сыйымдылығын зерттеу және мұнай қабатындағы үздіксіз су басудан кейін су мен газдың (түтін газы–WAG) ауысуымен түтін газдарын айдау кезінде мұнай алудың тиімділігін (EOR) арттыру үшін белсенді аймақты ұзақ су басу жүйесі салынды. Эксперимент нәтижелері түтін газдарымен су басқан кезде мұнай беру коэффициенті үздіксіз су басудан кейін 21,25% - ға артқанын, ал түтін газдарымен су басу мұнай беруді одан әрі арттырып, су басуды едәуір төмендететінін көрсетті. [5]

Сақтау механизміне негізделген материалдар балансының жаңа моделі көп компонентті түтін газының сақтау сыйымдылығын және су басылғаннан кейін резервуардағы мұнайдағы, судағы және бос газдағы түтін газының әр компонентінің сақтау сыйымдылығын бағалау үшін жасалды. Түтін газдарын сақтаудың шекті коэффициенті түтін газдарын су басу процесінде 16% құрайды. Түтін газының сақтау сыйымдылығын есептеу нәтижелері айналатын газдың сақтау сыйымдылығы негізінен N₂ және CO₂-ден тұратындығын, тек N₂ өзектерде бос газ фазасы ретінде болатындығын, ал айналатын газдың басқа компоненттері мұнай мен суда ерігенін көрсетті. Соңында, түтін газын, EOR-ны және сәйкесінше түтін газын және EOR-ны сақтау комбинациясын сақтау үшін үш тұрғыдан бүрку стратегиясы ұсынылды. [6] Теңіз кен орны игерудің соңғы сатысында тұр, мұны салыстырмалы түрде шағын мәнде тұрақтандыратын жылдық мұнай өндіру куәландырады. Сонымен қатар, өндіру деңгейін тұрақтандыру КВД жүргізу және газ айдау, айдау және өндіру сияқты жаңа ұңғымаларды пайдалануға беру, мұнай беруді арттырудың әртүрлі әдістері арқылы жүзеге асырылады. Мұнай өндіруді арттыру және мұнай кен орындарын игеру қарқынын жеделдету көбінесе өндіруші ұңғымалардың сапалы және үздіксіз жұмысымен анықталады, бұл өз кезегінде төменгі кен орнының қатынасы арқылы анықталады. Бұл қабат аймағы әртүрлі физика-химиялық және термодинамикалық өзгерістерге өте сезімтал. Сонымен қатар, төменгі шұңқыр аймағы-бұл әзірлеушілер туралы ең көп ақпарат алатын және оның жағдайын жақсарту үшін тиімді әсер ете алатын қабаттың бөлігі.

Теңіз кен орны жағдайында қабатқа әсер етудің екі әдісінің әрқайсысының өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар

Теңіз кен орнының геологиялық-физикалық жағдайында газды айдау әдісінің артықшылығы аралас ығыстыруды жүзеге асыру мүмкіндігі болып табылады, оның нәтижесінде бірлікке жақын ығыстыру коэффициентінің мәніне қол жеткізіледі. Осының арқасында қалпына келтіру факторының жоғары мәніне қол жеткізіледі. Сонымен қатар, айдалған газ қабаттағы мұнайды ығыстыра отырып, салыстырмалы түрде тығыз айырмашылықтарға енеді.

Газ айдаудың тағы бір маңызды артықшылығы - өндірілген шикі газдың маңызды бөлігін пайдалану мүмкіндігі, бұл газды күкіртті сутектен, күкірттен және сұйытылған көмірсутек газдарынан тазартылатын газ өңдеу зауытының қажетті қуатын едәуір төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл газ өңдеу зауытының қуатын кеңейтуге жұмсалатын шығындарды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

6. Tengiz Sour Gas Injection Project
https://www.researchgate.net/publication/254533410_Tengiz_Sour_Gas_Injection_Project
7. Айткулов А.У., Ахмеджанов Т.К., Ахметкалиев Р.Б., Айткулов Ж.А. Пути повышения эффективности нефтеотдачи пластов месторождений Казахстана. Алматы, 2002. 308 с.
8. Проект опытно-промышленной эксплуатации месторождения Тенгиз. СП "ТШО", 2005
9. [4] A Review of Enhanced Oil Recovery (EOR) Methods Applied in Kazakhstan
10.] Bianca Anne Bealesio, Natalia A. Blázquez Alonso, Nicholas John Mendes, Anna Vladimirovna Sande, and Berna Hascakir https://www.researchgate.net/publication/340242857_A_review_of_enhanced_oil_recovery_EOR_methods_applied_in_Kazakhstan

11. Мырзахметов Б.К., Сигитов В.Б. Методическое пособие по дипломному проектированию. Состав и оформление дипломного проекта (работы). Алматы, КБТУ, 2006. 3
Зайцев В.М., Андреев А.Ф., Панов Г.Е. Анализ и прогнозирование показателей разработки нефтяной залежи.

Эффективность применения газовых методов увеличения добычи нефти на Тенгизском месторождении

Ш.А.Косымбаев, Д.Ж.Абдели

Аннотация. В настоящее время приоритетным направлением добывания запасов нефти в мировой нефтедобыче является развитие и промышленное применение современных интегрированных методов наращивания добычи нефти, способных обеспечить синергетический эффект при освоении новых и осваиваемых нефтяных месторождений. Преимуществом газового метода является эффективность применяемого метода при повышении температуры воздуха и естественной. В этой статье были проанализированы варианты разработки Тенгизского месторождения. Изучение и обоснование применения газоперекачивающего варианта разработки для Тенгизского месторождения. Другим газовым методом является воздействие на слой диоксида водорода, который лучше растворяется в воде, чем углеводородные газы. Этот процесс увеличивается при высоком давлении, а при повышении температуры он уменьшается. С выделением углекислого газа в энергоресурсах объем нефти увеличивается. Эта технология особенно эффективна в отношении слоев, состоящих из сырья с низкой вязкостью. Существует способ воздействия на слой с помощью азота, дымовых газов и т.д. В его основе лежит горение твердого пороха без применения жидкости в герметичной камере или оболочке. Этот метод сочетает теплый эффект с механическими или химическими веществами.

Ключевые слова: повышение нефтеотдачи, запасы нефти, газовые методы, сырье, интеракция, влияние на пласт

Efficiency of using gas methods to increase oil production at the Tengiz field

Sh.A.Kossymbaev, D.Zh. Abdeli

Abstract. Currently, the priority direction of extracting oil reserves in the world oil production is the development and industrial application of modern integrated methods of increasing oil production that can provide a synergistic effect in the development of new and developed oil fields. The advantage of the gas method is the efficiency of the method used when the air temperature and natural temperature rise. In this article, the options for the development of the Tengiz field were analyzed. Study and justification of the use of a gas-pumping development option for the Tengiz field. Another gas method is exposure to a layer of hydrogen dioxide, which is better soluble in water than hydrocarbon gases. This process increases at high pressure, and when the temperature increases, it decreases. With the release of carbon dioxide in energy resources, the volume of oil increases. This technology is especially effective for layers consisting of raw materials with low viscosity. There is a way to influence the layer with nitrogen, flue gases, etc. It is based on the gorenje solid powder without the use of liquid in a sealed chamber or shell. This method combines a warm effect with mechanical or chemical substances.

Keywords: increasing oil yield, oil reserves, gas methods, raw materials, intergrating, Layer Effect

Аннотация. В статье рассмотрены процессы строительства разведочной скважины с использованием бурового оборудования иностранного производства. В XXI веке человечество, пока ни изобрело способа определения наличия нефти и газа в осадочной оболочке земной коры, без процесса бурения скважины.

Сегодня, актуальность бурения скважин высока как никогда, только бурение скважины позволяет подтвердить или опровергнуть предположения о наличии залежи нефти и газа. Проведенный анализ полученных результатов показывает то, что разведочная скважина может преподносить незапланированные сюрпризы.

Ключевые слова. Скважина, бурение, долото, буровой станок, проект, керн.

Участок работ

Разведочная площадь, запланированная для бурения разведочной скважины Т-01 залегает в южной части Южно-Тургайского бассейна, непосредственно к югу от таких месторождений как Акшабулак, Аксай и Бектас и другие. С запада на восток разведочная площадь пересекает Арыскупский грабен, южное расширение Акшабулакского хребта и Южно-Акшабулакский грабен, который является продолжением соседнего разведочного блока Жамансу.

Ранее были проведены исследования сейсмических и скважинных данных по результатам, которых намечены и подготовлены к бурению ряд разведочных площадей. Региональные исследования, основанные на новых методиках обработки и интерпретации данных. А также результаты ранее пробурённых разведочных скважинах свидетельствуют о перспективности исследуемой территории, в плане наличия путей миграции и аккумуляции углеводородов.

Проектирование скважины

Для соблюдения безопасности ведения буровых операция на месторождении и необходимо использовать все предусмотренные средства индивидуальной защиты и специальную одежду.

Выбор и обоснование конструкции скважины производилось из расчета эксплуатационной колонны на 168 мм (6 5/8") с учетом градиента нормального пластового давления и градиента давления гидроразрыва пласта. Определены размеры и глубины спуска кондуктора, промежуточной и эксплуатационной колонны. Произведен расчет геологического разреза месторождения и предупреждения гидроразрыва пород при ликвидации возможных нефтегазопроявлений.

Конструкция скважины выбрана согласно исходным геологическим данным в соответствии с требованием Единых технических правил разработки нефтяных и газовых месторождений Республики Казахстан, а также с учетом положительного опыта ранее пробуренных скважин.

Конструкция скважины

Цель бурения – поиски нефти и газа, проектная глубина – 2750м, проектный горизонт – РЗ, группа сложности скважины – третья, способ бурения – роторный.

Бурение скважины Т-01 производилось путем разрушения горных пород на забое скважины долотами китайского производителя KingDream, которые зарекомендовали себя как с технической, так и экономической стороны.

В процессе бурения не наблюдалось сложных аварий и нестандартных ситуаций в результате чего, буровые работы выполнены в рамках запланированных проектов, технических решений и программ.

Срок бурения скважины составил 35 суток с учетом крепления и освоения продуктивных горизонтов скважины. Результат работ: качественное строительство скважины при минимальных затратах времени и средств. В рамках проведения разведочных работ на

площади Тузколь в Кызылординской области выполнение бурение разведочной скважины Т-01 с проектной глубиной 2750 м. Конструкция скважины приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Конструкция скважины.

Наименование	Диаметр долота	Диаметр колонны	Глубина спуска	ВПЦ от устья скважины	Тип цемента
	мм	мм	м	м	
Conductor	490	426	15	Up to the wellhead	API class “G”
Направление					
Surface casing	393,7	324	80		
Кондуктор					
Intermediate casing	295,3	245	700		
Техническая колонна					
Production casing	215,9	168	2750		
Эксплуатационная колонна					

Буровая установка

Бурение разведочный скважины Т-01 проведено с использованием бурового станка ZJ-40, грузоподъёмностью на крюке 2500 кН, глубина бурения 4500м (Рис.1).

Буровые станки марки ZJ хорошо показали себя при бурении скважин с технической и экономической стороны.

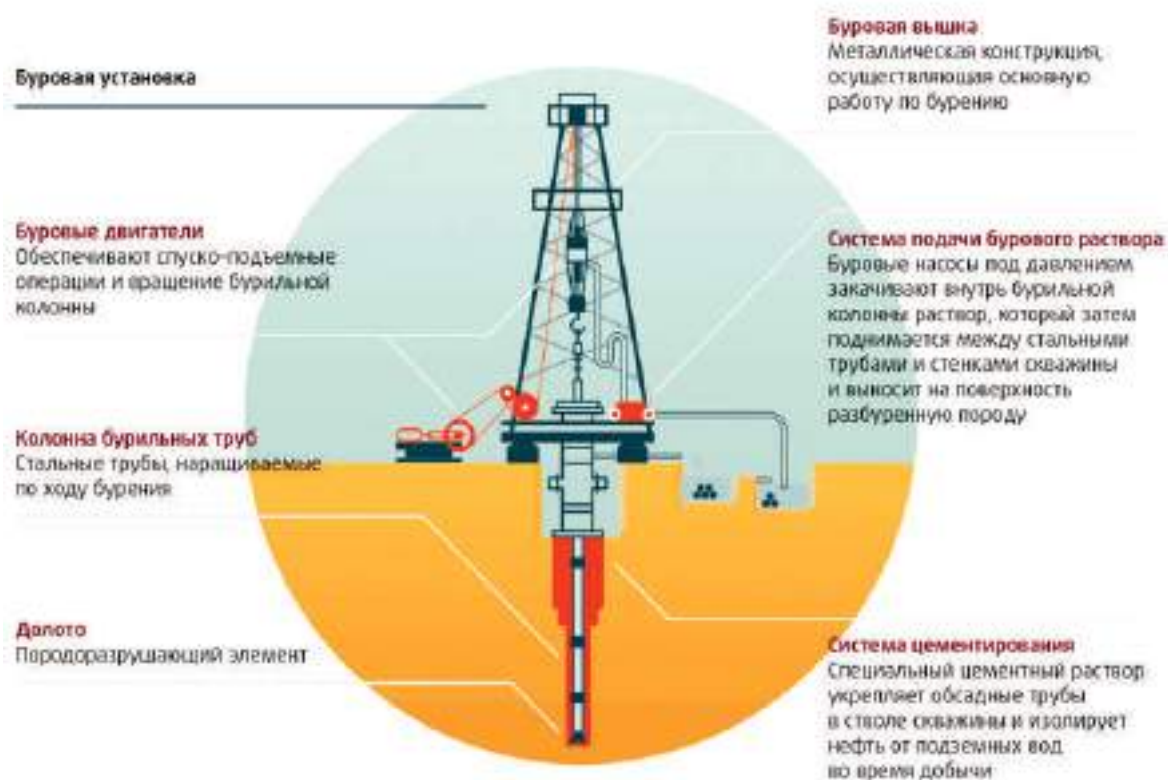


Рисунок 1 – Буровой станок ZJ40

Отбор керна

В рамках бурения разведочной скважины Т-01, по данным представленными геологической службой, произведен отбор керна в интервале 1470м-1488 м произведен отбор керна снарядом «Недра». После извлечения керна, с признаками наличия углеводородов, в процессе описания керна был обнаружен образец керна (Рис. 5.) с отпечатком рыбы юрского периода. В истории бурения, мы впервые столкнулись с такой ситуацией, когда при извлечении керна с глубины 1488 метров был получен четкий слепок рыбы возрастом Юрского периода.

Рисунок 2 – Образец керна с отпечатком рыбы.

Данный образец показывает о наличии богатой фауны юрского периода, в районе исследуемого разведочного блока, что явилось следствием образования углеводородных отложений в процессе длительного осадконакопления дна древнего океана. К слову, последующие скважины и отобранный керн, не был таким ярким и представительным, но результаты освоения скважины дали результаты в виде дебитов нефти и попутного газа.

Выводы

Исходя из проведенных работ, можно заключить, что разведочная скважина, выполнило свое геологическое предназначение на 100%, предоставив возможность открытия нового месторождения нефти и газа в Кызылординской области. Полученный образец керна с отпечатком представителя фауны свидетельствует об органическом происхождении нефти и газа на месторождении Тузколь. Несмотря на сотни миллионов лет, человечество все еще способно открыть любые двери, в целях поиска истины и ответов на технические вопросы.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукьянов Э.Е., Стрельченко В.В. Геолого-технические исследования в процессе бурения. -М.: Нефть и газ, 1997.123-125/Lukyanov E.E., Strelchenko V.V. Geological and technical research in the process of drilling. -M.: Oil and gas, 1997.123-125
2. Хизбуллин Р.Р., Абубакиров Р.Р. Автоматизация технологического процесса бурения, с целью интенсификации производства и обеспечения безопасности буровой бригады // Инновационная наука. 2016. №12-2./Khizbullin R.R., Abubakirov R.R. Automation of the technological process of drilling, in order to intensify production and ensure the safety of the drilling crew // Innovative science. 2016. No. 12-2.

3. "Инструкцией по расчету бурильных колонн", Москва, 1997 г./"Instructions for the calculation of drill strings", Moscow, 1997
4. Вадецкий, Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин / Ю.В. Вадецкий. - М.: Академия, 2013. - 352 с./Vadetsky, Yu.V. Drilling of oil and gas wells / Yu.V. Vadetsky. - M.: Academy, 2013. - 352 p.
5. Большой справочник инженера нефтегазодобычи. Бурение и заканчивание скважин. - М.: Профессия, 2009. - 632 с./A large reference book for an oil and gas production engineer. Drilling and completion of wells. - M.: Profession, 2009. - 632 p.

**Балық майы
Кулумбетов К.А.**

Андатпа. Мақалада шетелде өндірілген бұрғылау жабдығын пайдаланып барлау ұңғымасын салу процестері қарастырылған. ХХІ ғасырда адамзат жер қыртысының шөгінді қабатында мұнай мен газдың бар-жоғын ұңғыманы бұрғылау процесінсіз анықтаудың әдісін әлі ойлап тапқан жоқ.

Бүгінгі күні ұңғымаларды бұрғылаудың өзектілігі бұрынғыдан да жоғары, тек ұңғыманы бұрғылау ғана мұнай және газ кен орындарының болуы туралы болжамдарды растауға немесе жокқа шығаруға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелерді талдау барлау ұңғымасының жоспардан тыс тосын сыйлар әкелетінін көрсетеді.

Негізгі сөздер: Ұңғы, бұрғылау, қашау, бұрғылау қондырғысы, жоба, керн.

**Fish oil
Kulumbetov A.K.**

Abstract. The article considers the processes of building an exploratory well using foreign-made drilling equipment. In the 21st century, mankind has not yet invented a way to determine the presence of oil and gas in the sedimentary shell of the earth's crust, without the process of drilling a well.

Today, the relevance of drilling wells is higher than ever, only drilling a well allows you to confirm or refute assumptions about the presence of oil and gas deposits. The analysis of the obtained results shows that the exploration well can bring unplanned surprises.

Keywords. Well, drilling, bit, drilling rig, project, core.

АНАЛИЗ НОВЫХ ВИДОВ ПОТОКООТКЛОНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. Д. Куралов^{id}

Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы

alibek.kuralov.99@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлен обзор и анализ новых видов потокоотклоняющих технологий. В мире с каждым годом растет число месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, и это явление ведет к разработке более продвинутых технологий повышения нефтеотдачи (МУН). Технология выравнивание профиля приемистости с использованием сшитых полимеров является одним из новейших направлений и развивается с каждым годом. Это связано с простотой процесса обработки и управления, а также гарантией эффективности в случае правильного подбора скважин-кандидатов.

Ключевые слова. методы увеличения нефтеотдачи, потокоотклоняющие технологии, сшитые полимерные составы, предварительно сформированные гели, полиакриламид, повышение нефтеотдачи.

Модифицированная технология СПС (сшитых полимерных составов). Сшитые полимерные состав — это гидрогели на основе водорастворимых полимеров, в частности полиакриламида, они формируются в результате химической реакции сшивания макромолекул полимера в водном растворе при помощи специальных сшивающих реагентов. Гидрогели на основе полиакриламида могут быть получены путем химической сшивки водного раствора полимеров акриламидного ряда и поливалентных катионов металлов. Снижение водопотребления в промытых высокопроницаемых пластах с очень высокой дебитностью запасов, снижение дебитов жидкости и увеличение депрессий в пласте в добывающих скважинах происходит в результате временного прокола наиболее проницаемых пропластков продуктивного участка. В нем участвуют нефтенасыщенные и межпластовые пласты пониженной проницаемости и обводненности, ранее не перекрытые или плохо обводненные за счет увеличения градиента давления и между зоной нагнетания и зоной отбора проб и изменения направлений фильтрационных потоков в пласте в процессе вырабатываемых запасов. В результате выполненных работ увеличивается охват продуктивных пластов, что приводит к увеличению текущей и конечной нефтеотдачи.

Технология с использованием СПС основана на закачке в неоднородный по проницаемости и нефтенасыщенности полимерный раствор, содержащий сшивающий агент. Под влиянием химических превращений между отдельными молекулами полимера образуются поперечные мостики и формируется пространственная структура (сетка), заполненная растворителем, т.е. вода - полимерный гидрогель. Принципиальным отличием гелей от растворов полимеров является наличие статического напряжения сдвига (СНС). При напряжениях меньше СНС гель ведет себя как упругое тело, обратимо деформируемое. При превышении СНС структура разрушается и начинается ее течение. Гели проницаемы для воды, но создают повышенное сопротивление при ее фильтрации — т. н. Коэффициент остаточного сопротивления.

Для эффективного выравнивания профиля приемистости разработана комплексная двухстадийная технология «сшитый гель дисперсной системы + СПС». На первой стадии в скважину закачивается SGDS, который действует как наполнитель для структурной и трещиностойкости. На второй стадии сшитая полимерная композиция закачивается в пласт для создания гидродинамического сопротивления. В рецептуре сшитого полимера используется полиакриламид средней молекулярной массы, который обладает оптимальными реологическими свойствами и замедлением схватывания для перекачивания больших количеств ингредиентов. Для сшитой гелевой дисперсионной композиции выбирают марки полимера и сшивающего агента, получаемые путем изменения геля и времени растворения полимера для получения дисперсионной системы с контролируемыми технологическими свойствами.

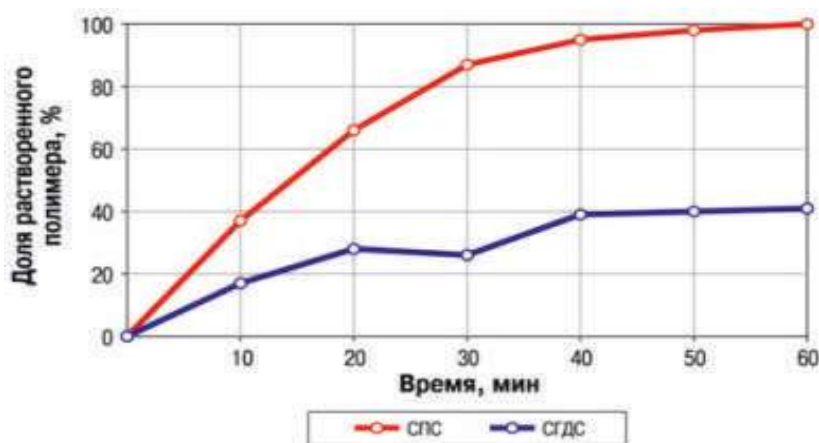


Рисунок 1 – Скорость и полнота растворения полимеров в композициях СПС и СГДС

Как показано на рис. 1, в композиции СПС, содержащей полиакриламид и медленнодействующие сшивающие агенты, полимер полностью растворяется. В композициях СГДС на основе специальных марок полимеров и быстродействующих сшивающих агентов около 40 % полимера растворяются с последующим гелеобразованием *in situ*, а оставшиеся 60 % набухают и укрепляют образовавшийся гель и выполняют функцию наполнителя. Легкая деформируемость частиц и повышенная плотность, как у растворителя, наличие осадков и более плотная упаковка в изломах, определяет их существенные преимущества перед твердыми минеральными наполнителями. Фильтрационные сопротивления в трещине, вызванной СПС, на порядок меньше чем гидродинамические сопротивления, создаваемое СГДС. Этот метод позволяет уменьшить объемы вводимых реагентов. СГДС плохо фильтруется в поровом пространстве и полностью заполняет трещину без внутренней фильтрации, тем самым уменьшая объем закачки. [1]

Гель с предварительно сформированными частицами (PPG) представляет собой сверхабсорбирующий сшивающий полимер в виде частиц, который может набухать до 200 раз по сравнению с исходным размером. Использование PPG в качестве отклоняющего жидкость агента является новым процессом, предназначенным для преодоления некоторых явных недостатков, присущих системам гелеобразования *in-situ*. Для устранения недостатков гелей СПС *in situ* в мире применяется технологии PPG(предварительно сшитых гелей).[4]

Гели PPG это частицы абсорбента основной которых является полиакриламид. При контакте с водой, PPG впитывает в себя воду, становясь мягкими и эластичными проникают в высокопроницаемые пласты. Структура гелей PPG трехмерная, она возникает во время синтеза, сшивки полимера ковалентными связями. Среди гелей PPG в первую очередь выделяют макрогели и микрогели, они отличаются размером составных частиц. Значительные различия в гранулометрическом составе достигаются разными методами синтеза: макрогели получают методами радикальной блочной полимеризации с последующей сушкой и измельчением, а микрогели получают, синтезируя методом обратной эмульсии, что позволяет достичь композиций с более мелкими частицами. PPG характеризуются прочным химическим составом геля и высокой нечувствительностью к среде нефтяного пласта и помехам. Они могут выдерживать температуры до 120 °C (250 °F) и совместимы с любым типом пластовой воды. [3]

Предварительно сформированный гель с частицами, также называемый PPG, состоит из высушенных, сшитых порошков полиакриламида. Когда он вступает в контакт с водой, он может увеличиться от нескольких до нескольких сотен раз по сравнению с первоначальным размером. Как показано на рисунке 2, высушенные частицы PPG будут набухать (а) до (б) после контакта с водой, поэтому PPG является типом суперпоглощающего полимера. Набухающие частицы эластичны и поддаются деформации. [5]

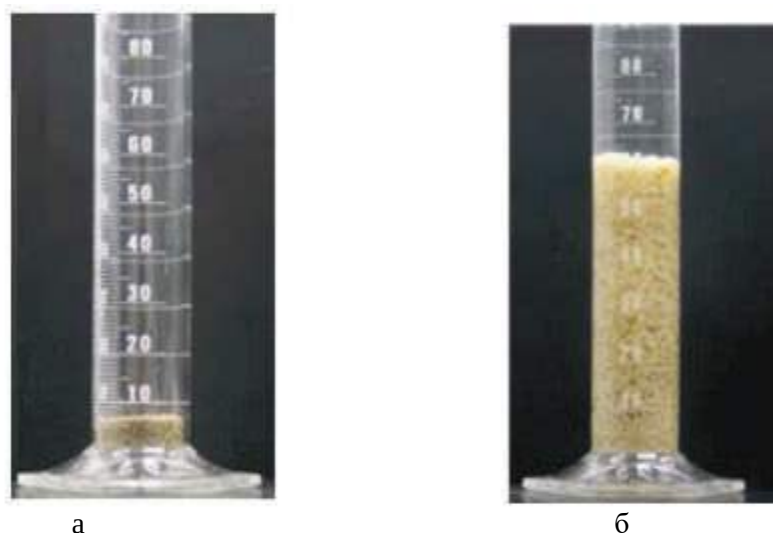


Рисунок 2 – (а) сухие частицы, (б) набухшие частиц

Коэффициент набухания зависит от его внутренних свойств, в основном от состава во время синтеза и условий окружающей среды, таких как соленость и температура. Высокая соленость приводит к более низким коэффициентам набухания и присутствию двухвалентных ионов в смеси. Повышение температуры увеличивает скорость набухания. В отличие от традиционных полимеров и полимеров с поперечными связями, набухший ППГ прочнее и термически стабилен в воде с высокой соленостью, чем в воде с низкой соленостью, потому что более низкий коэффициент набухания увеличивает плотность сшивки, делая ее прочнее. В пласт вводят расширенные частицы, чтобы полностью или частично контролировать поток флюида в трещинах или трещиноподобных каналах. [2]

Таблица 1 - Сравнительный анализ СПС in situ и гелей PPG

Параметр	Гели PPG	СПС+СГДС in situ
Термостабильность	До 120°C	80-90°C
Структура геля	Структура формируется во время синтеза, формирование структуры не зависит от внешних факторов	Структура формируется в пласте, формирование структуры зависит от внешних факторов
Минерализация воды	Гели стабильны при всех типах и любой концентрации	Сильно меняется при присутствие двухвалентных катионов металлов. Кроме того, высокая минерализация пластовой воды негативно влияет на эффективность закупоривания гелей.
Нанесение вреда нефтяным пропласткам	Не проникают в глубь пластов	С помощью закачивание СГДС значительное количество СПС не смогут проникать в низкопроницаемые пропластки
Изготовление состава	Используется попутно добываемая вода	Используется пресная вода
Количество компонентов	Сухой порошок	Полиакриламид + Сшивающий агент + добавки
Процесс закачки	Поочередная закачка воды и смеси	Не допускается поочередная закачка воды и геля

Возможность разрушения при закачке	Гель не разрушается	Полимер может быть подвержен к разрушению при механическом воздействии
Параметр	Гели PPG	СПС+СГДС in situ
Термостабильность	До 120 ⁰ С	80-90 ⁰ С
Структура геля	Структура формируется во время синтеза, формирование структуры не зависит от внешних факторов	Структура формируется в пласте, формирование структуры зависит от внешних факторов
Минерализация воды	Гели стабильны при всех типах и любой концентрации	Сильно меняется при присутствие двухвалентных катионов металлов. Кроме того, высокая минерализация пластовой воды негативно влияет на эффективность закупоривания гелей.
Нанесение вреда нефтяным пропласткам	Не проникают в глубь пластов	С помощью закачивание СГДС значительное количество СПС не смогут проникать в низкопроницаемые пропластки
Изготовление состава	Используется попутно добываемая вода	Используется пресная вода
Количество компонентов	Сухой порошок	Полиакриламид + Сшивающий агент + добавки
Процесс закачки	Поочередная закачка воды и смеси	Не допускается поочередная закачка воды и геля
Возможность разрушения при закачке	Гель не разрушается	Полимер может быть подвержен к разрушению при механическом воздействии

ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. Нечаев, С.А. Козлов, И.А. Маринин, А.В. Ворошилов (2015). Повышение эффективности потокоотклоняющих технологий увеличения нефтеотдачи коллекторов с техногенной трещиноватостью. ОАО «НК «РОСНЕФТЬ»».
2. Bai, B., Wei, M., & Liu, Y. (2013). Field and Lab Experience with a Successful Preformed Particle Gel Conformance Control Technology. SPE Production and Operations Symposium. doi:10.2118/164511-ms
3. Rozhkova, Y.A.; Burin, D.A.; Galkin, S.V.; Yang, H. Review of Microgels for Enhanced Oil Recovery: Properties and Cases of Application. Gels 2022, 8, 112. <https://doi.org/10.3390/gels8020112>.
4. Ketova Iu.A., Galkin S.V., Votinov A.S., Kang W., Yang H. Analysis of the international practice in application of conformance control technologies based on cross-linked polymer gels. Perm Journal of Petroleum and Mining Engineering, 2020, vol.20, no.2, pp.150-161. DOI: 10.15593/2224-9923/2020.2.5.
5. Bai, B., Li, L., Liu, Y., Liu, H., Wang, Z., & You, C. (2007). Preformed Particle Gel for Conformance Control: Factors Affecting Its Properties and Applications. SPE Reservoir Evaluation & Engineering, 10(04), 415–422. doi:10.2118/89389-pa.

Ағынды бұру технологияларының жаңа түрлерін талдау А. Д. Куралов

Андатпа. Бұл мақала ағынды бұру технологияларының жаңа түрлеріне шолу мен талдауды ұсынады. Әлемде игерудің кеш сатысындағы кен орындарының саны жыл сайын артып келеді және бұл құбылыс мұнайды жоғарылату (EOR) үшін неғұрлым модификацияланған технологиялардың дамуына алып келеді. Қабылдау профилін көлденең полимерлер арқылы тегістеу технологиясы жыл

сайын қарқын алып келе жатқан жаңа бағыттардың бірі болып табылады. Бұл өңдеу және басқару процесінің қарапайымдылығына, сондай-ақ ұңғымаларды дұрыс таңдаған жағдайда кепілдендірілген әсер етуіне байланысты.

Негізгі сөздер: мұнайды алудың жетілдірілген әдістері, ағынды бұру технологиялары, кросс-байланыстырылған полимерлі композициялар, алдын ала жасалған гельдер, полиакриламид, мұнай бергіштігін арттыру.

Analysis of new types of flow-diverting technologies

A. D. Kuralov

Abstract. This article presents an overview and analysis of new types of flow diverting technologies. The number of fields at a late stage of development is growing every year in the world, and this phenomenon is leading to the development of more advanced technologies for enhanced oil recovery (EOR). The technology of leveling the acceptance profile using cross-linked polymers is one of the newest trends and is developing every year. This is due to the simplicity of the processing and management process, as well as the guarantee of efficiency in the case of the correct selection of candidate wells.

Keywords: enhanced oil recovery methods, flow diverting technologies, cross-linked polymer compositions, pre-formed gels, polyacrylamide, enhanced oil recovery.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА

Ж.К.Курмангазы 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

zhanibek_kurmangazy@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты экспериментальной работы по закачке полимерного раствора в песчаные модели для применения данного метода на месторождениях Казахстана. С нефтью месторождения Молдабек было проведено три эксперимента, использовались разные по составу полимерные растворы. В работе показано, что заводнение моделей с проницаемостью от 2.5 до 3.13 Дарси позволило вытеснить одно и то же количество нефти. Закачка растворов полимеров различной рецептуры в модели с проницаемостью 2.8 и 3.13 Дарси привела к примерно одинаковому результату. В максимальной точке дебит нефти увеличился примерно в 5.7 раз по сравнению с результатами заводнения.

Ключевые слова. Полимерное заводнение, полимер, нефть, закачка, вязкость, коэффициент извлечения нефти, нефтеотдача.

Полимерное заводнение - один из практических методов повышения нефтеотдачи путём закачки в пласт полимерных растворов концентрации 0,02-0,8% с максимальной молекулярной массой. Полимерные растворы нагнетают в нефтяной пласт в виде полосы, при этом снижается подвижность воды в зоне их продвижения, что приводит к увеличению коэффициента охвата нефтяного пласта и, в конечном счёте — к увеличению коэффициента нефтеотдачи.

В последнее время наблюдается растущий интерес к этой технике для пластов с тяжелой нефтью. В конце экономического срока службы первичного производства заводнение осуществляется как добыча вторичными методами. Это наиболее широко используемый вторичный метод добычи нефти. Она предполагает закачку воды в пласт для повышения нефтеотдачи пластов. В настоящее время в нефтедобывающих компаниях извлекают лишь 30 % нефти, около 70 % нефти остаются в пласте. Как в наибольшей степени часто используемых технологий повышения эффективности нефтеотдачи месторождений высоковязкой и тяжелой нефти рассматривают физико-химический метод воздействия на пласт в виде полимерного заводнения. Общепринятый метод полимерного заводнения устанавливается в нагнетании полосы полимерного раствора для снижения соотношения подвижностей, вытесняющего и вытесняемого флюидов. Имеет большое значение при планировании полимерного заводнения найти рациональные концентрацию полимера в полимерном растворе, вязкость полимерного раствора, размеры его оторочки и т.д. При незначительном количестве закачиваемого полимера действие может быть экономически неэффективным, т.к. количество добываемой за счет полимерного заводнения нефти относительно маленький.

Проводились учеными несколько экспериментов по применению полимерного заводнения. К примеру, раствор полимера 25 сП представляется оптимальным для вытеснения нефти в основных потоках. Хотя полимерные растворы 25 сП были эффективны при вытеснении нефти во время их основных приливов, при выборе вязкости полимера для применения в полевых условиях необходимо учитывать неоднородность пласта и риск образования каналов в пласте.

Полимерное заводнение – вторичный метод и даже третичный метод добычи нефти после проведения обычного заводнения на зрелых месторождениях, производительность данного метода обосновывается во время обводненности даже более высокой примерно на 80-90 %.

В совокупности было проведено три экспериментальные работы по проверке эффективности полимерного заводнения. В первом эксперименте в модель закачивали воду с объёмом 28 см³, во втором также закачали воду и два полимерных раствора с закодированными названиями P2 (P+S) с объёмом 52 см³, а в третьем – одинаковое со вторым,

но раствор полимера Р1. Все модели имели длину 5 см, диаметр 3 см, размер фракции песка 0,25-0,5 мм.

Таблица 1 – Состав экспериментальных работ воды и полимерного раствора

1-й эксперимент	2-й эксперимент	3-й эксперимент
1-Закачка 28 см ³ воды	1-Закачка 28 см ³ воды	1-Закачка 28 см ³ воды
	2-Закачка 52 см ³ раствора Р+S	2-Закачка 52 см ³ раствора Р

Таблица 2 – Пористость и проницаемость моделей по воде

Фильтрационно-ёмкостные параметры	1-й эксперимент	2-й эксперимент	3-й эксперимент
Пористость, %	31	34	35
Проницаемость, Д	2,5	3,13	2,8

В самом начале модели вакуумировались в течение 10 минут. Затем модели были насыщены водой. После чего через модели прокачивалась вода на трёх разных расходах для замера проницаемости. Вода была вытеснена нефтью на расходе 0,1 см³/мин при температуре 25⁰С. Количество нефти внутри модели вычислялось по материальному балансу. В экспериментах использовалась нефть месторождения Восточный Молдабек, скважина 2027, М-3-Ю-1, глубина 361-367 м. Плотность и вязкость нефти при температуре 25⁰С 0,8916 гр/см³ и 138,82 сП, соответственно.

Таблица 3 – Количество нефти внутри модели перед началом заводнения

1-й эксперимент	2-й эксперимент	3-й эксперимент
7,5 г	7,1 г	7,6 г

После нефтенасыщения в модели закачивалась вода с минерализацией 100 г/л (90 г/л хлорид натрия и 10 г/л хлорид кальция). Нижеприведённый график показывает зависимость массы вытесненной нефти от закачанного объёма воды для трёх опытов. Как видно из рисунка 1, все результаты эксперимента повторяют друг друга.

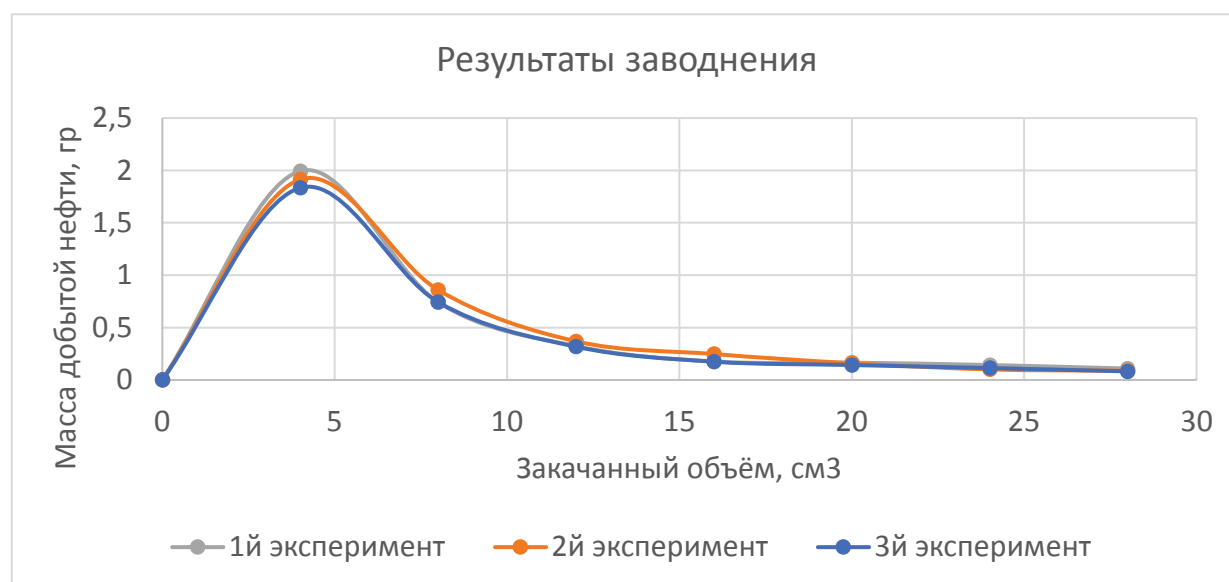


Рисунок 1 – Результаты экспериментальных работ по полимерному заводнению

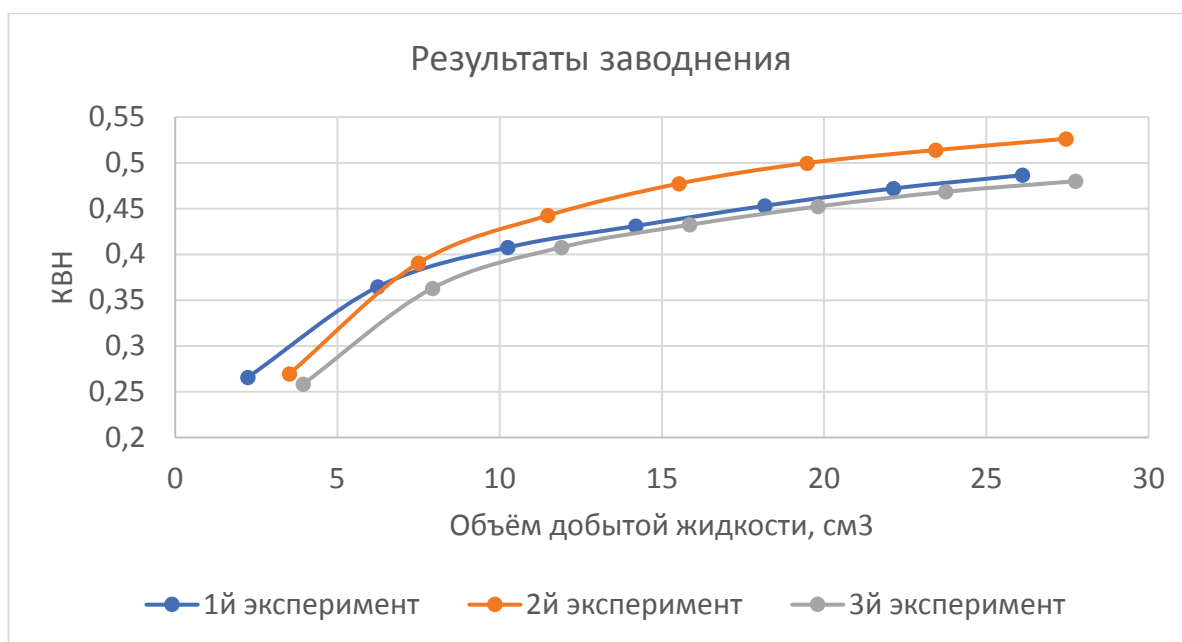


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента вытеснения нефти водой от объема добытой жидкости

Зависимость коэффициента вытеснения нефти водой от объема добытой жидкости показана на рисунке 2. Во всех экспериментах объем добытой жидкости показатели почти одинаковые при одинаковом соотношении закачки воды, но стоит отметить, что у 2-го эксперимента лучше вытесняется нефть ($KBH = 0,52$) в отличии от 1-го и 3-го экспериментов.

Во 2-ом и 3-ем эксперименте после закачки воды закачивались растворы SP и P, соответственно. Результаты показаны на нижеприведённых рисунках.

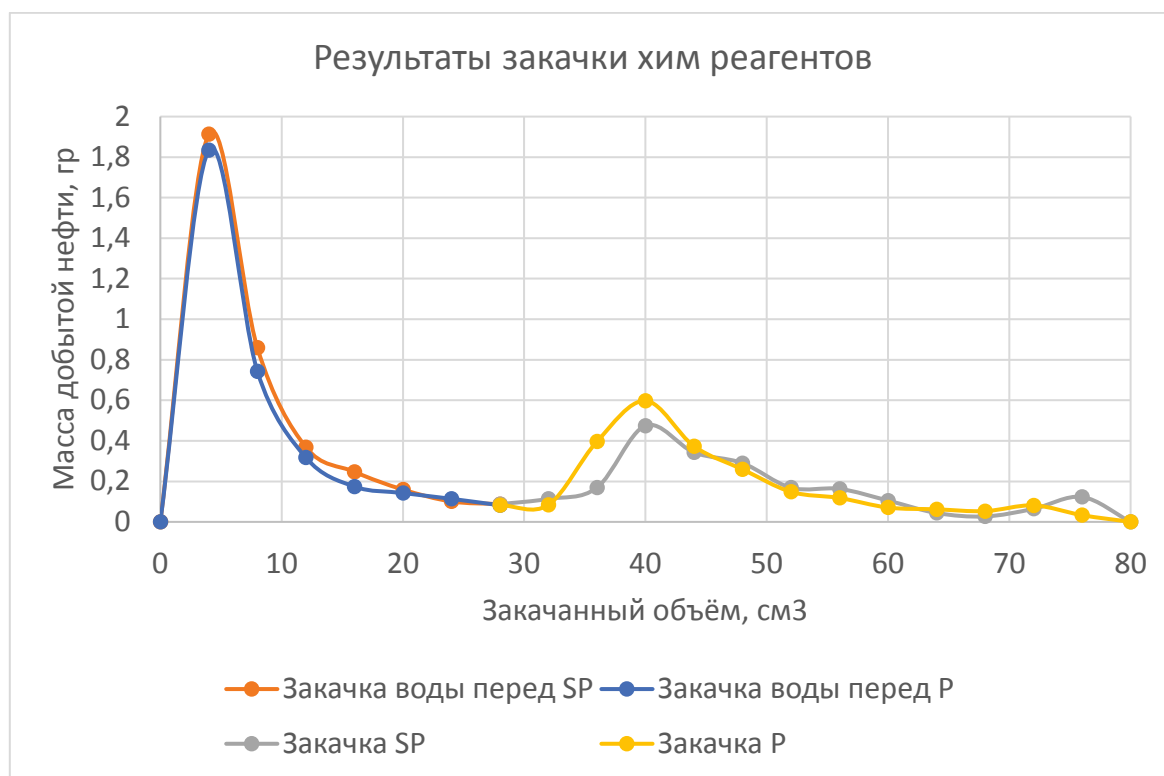


Рисунок 3 – Зависимость закачанного объема и массы добытой нефти

Как видно из вышеприведённого графика, большой разницы между закачкой растворов Р и SP нет, но масса добытой нефти заметно отличается 0,6 г во 3-м эксперименте и 0,4 г во 2-м.

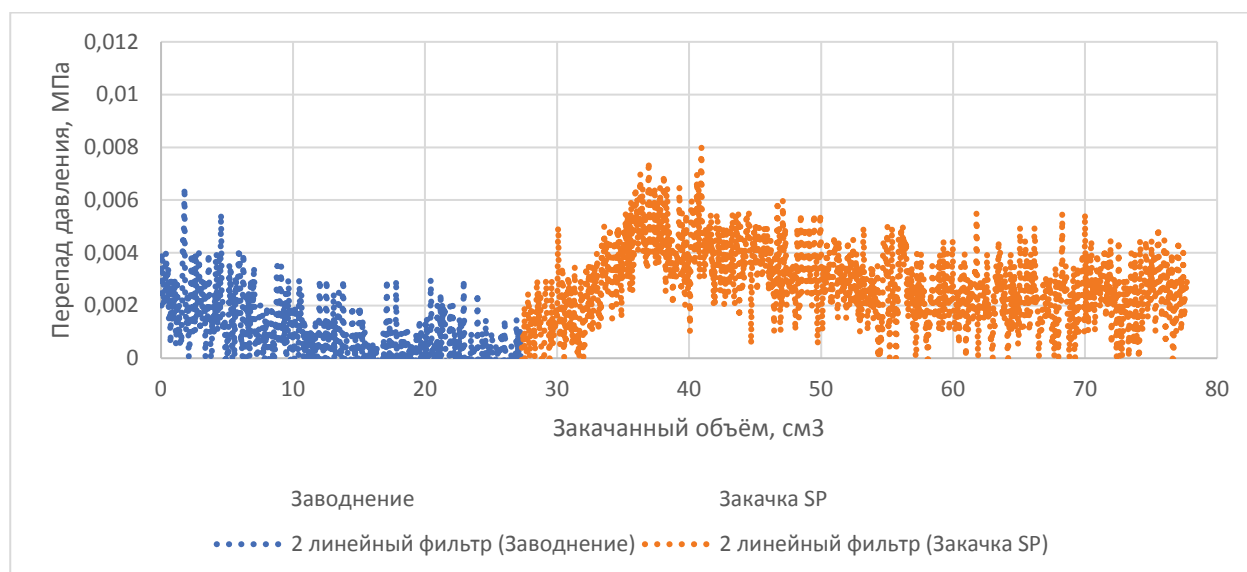


Рисунок 4 – Зависимость давления от закачанного объёма для 2-го эксперимента (закачка SP)

На рисунках 4 и 5 построены графики зависимости перепада давления от закаченного объёма для 2-го и 3-го экспериментов. Как видно из 2 рисунков значительных больших разниц между 2-ым и 3-им экспериментами не наблюдались.

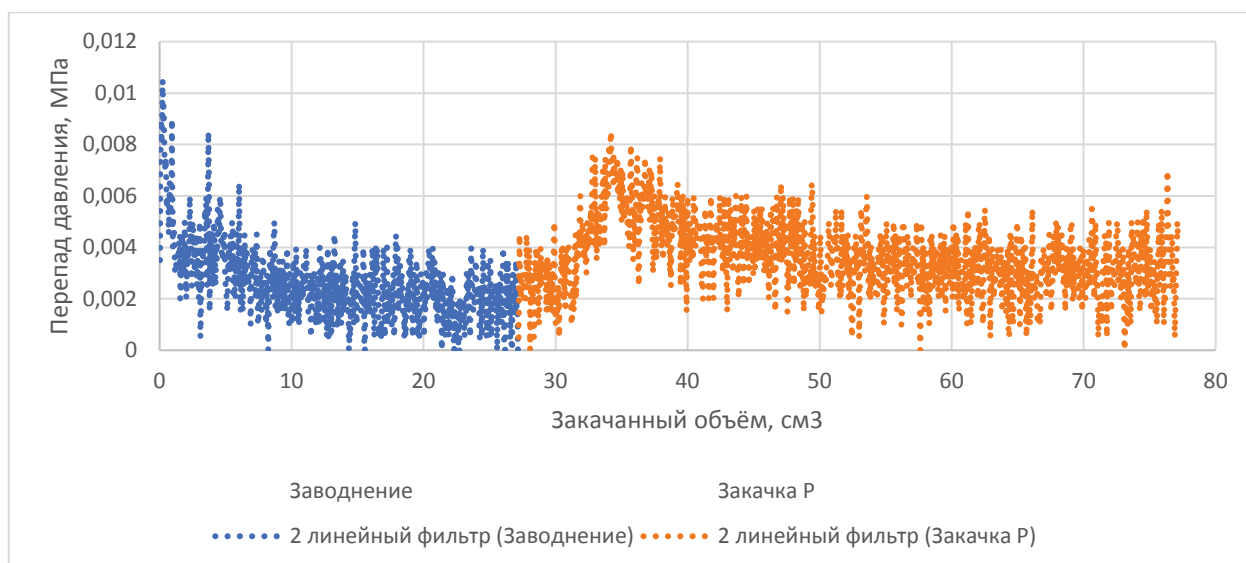


Рисунок 5 – Зависимость давления от закачанного объёма для 3-го эксперимента (закачка P)

Исходя из статьи, можно отметить, что второй и третий эксперименты имеют положительный эффект на коэффициент нефтеотдачи по результатам экспериментов. Зависимость массы добытой нефти, потери давления и закаченного объёма в песчаную модель ярко подчеркивает положительное направление на использование полимерного заводнения как третичный метод нефтеотдачи для высоковязких нефтей, заводнение моделей с разной проницаемостью Дарси позволило вытеснить нефть, закачка растворов полимеров различной рецептуры в модели с разной проницаемостью Дарси привела к примерно одинаковому результату.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.mining-enc.ru/p/polimernoe-zavodnenie/>
2. Seright, R.S., Wang, D., Lerner N., Nguyen A., Sabid J., Tochor R. 2018 Can 25-cp Polymer Solution Efficiency Displace 1600-cp Oil During Polymer Flooding? December 2018 SPE Journal. 2260-2278. <https://doi.org/10.2118/190321-PA>
3. Seright, R. 2010. Potential for Polymer Flooding Viscous Oils. SPE Res Eval & Eng 13 (3): 730–740. SPE-129899-PA. <https://doi.org/10.2118/129899-PA>.
4. Seright, R. S. 2017. How Much Polymer Should Be Injected During a Polymer Flood? Review of Previous and Current Practices. SPE J. 22 (1): 1–18. SPE-179543-PA. <https://doi.org/10.2118/179543-PA>.

Қазақстан кен орны үшін полимерлі суландыру әдісін қолдану Ж.К. Курмангазы

Андатпа. Бұл мақалада Қазақстанның кен орындарында осы әдісті қолдану үшін құм үлгілеріне полимер ерітіндісін айдау бойынша тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері берілген. Молдабек кен орнының мұнайымен үш тәжірибе жүргізілді, әртүрлі құрамды полимер ерітінділері қолданылды. Қағаз 2,5-тен 3,13-ге дейінгі өткізгіштігі бар су тасқыны модельдері Дарсидің бірдей мөлшерін майды ығыстыруға мүмкіндік бергенін көрсетеді. 2,8 және 3,13 Дарси өткізгіштігі бар модельге әртүрлі құрамдағы полимер ерітінділерін айдау шамамен бірдей нәтижеге әкелді. Максималды нүктеде мұнай өндіру су тасқынының нәтижелерімен салыстырғанда шамамен 5,7 есе өсті.

Негізгі сөздер: Полимерлерді суландыру, полимер, айдау, мұнай, тұтқырлық, мұнайды қалпына келтіру коэффициенті, мұнайды қалпына келтіру.

Polymer Flooding Application for Kazakhstan Field Z.K. Kurmangazy

Abstract. This article presents the results of experimental work on the injection of a polymer solution into sand models for the application of this method in the fields of Kazakhstan. Three experiments were carried out with oil from the Moldabek field, polymer solutions of different composition were used. The paper shows that flooding models with permeability from 2.5 to 3.13 Darcy allowed to displace the same amount of oil. The injection of polymer solutions of various formulations in the model with a permeability of 2.8 and 3.13 Darcy led to approximately the same result. At the maximum point, the oil production increased by about 5.7 times compared to the waterflooding results.

Key words: Polymer flooding, polymer, oil, injection, viscosity, oil recovery factor, oil recovery.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ БУРЕНИЯ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН С БОЛЬШИМ ОТХОДОМ ЗАБОЯ ОТ ВЕРТИКАЛИ НА ПРИМЕРЕ СКВАЖИНЫ ЮУ-2

Н.М. Магзумов

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

e-mail: magzumovn@gmail.com

Аннотация. Эта статья посвящена анализу степени влияния фактической траектории ствола J-образной наклонно-направленной скважины с ранним началом набора зенитного угла на величины сопротивления продольному движению и кручению буровой колонны по стволу.

Анализ был проведен с использованием реальных данных, полученных при бурении скважины ЮУ-2 месторождения Южный Урихтау, а также результатов обработки данных инклинометрии данной скважины, фактически примененные компоновки низа буровой колонны (длина, материал), параметры бурения, параметры бурового раствора и графикам ГТИ.

Проведены расчеты натяжений и моментов на специализированном программном обеспечении Landmark, выполнен сравнительный анализ с проектными значениями параметров и выданы соответствующие рекомендации.

Ключевые слова: интенсивность искривления, крутящий момент, режимы бурения, ствол скважины.

Извлекаемые из недр полезные ископаемые служат основой для развития экономики страны. В связи с этим одним из важнейших направлений по восполнению минерально-сырьевой базы страны является рациональное развитие геологоразведочных работ, в том числе качественное выполнение буровых работ с обеспечением достижения намеченных геологических целей и задач.

После приобретения Республикой Казахстан независимости работы по выявлению нефтегазоносных структур продолжились как на территории новых районов, так и на территории ранее открытых месторождений, и одной из таких структур является месторождение Урихтау, которое в период СССР выявлено геологоразведочными работами в восточной прибортовой зоне Прикаспийской впадины.

Первая разведочная скважина на данном месторождении была пробурена в 1983 г. При испытании верхней карбонатной толщи в каменноугольных отложениях произошло открытое фонтанирование скважины газоконденсатом.

В советский период на месторождении пробурены 34 вертикальных поисковых и разведочных скважин. Работы по доразведке возобновились только в 2010 г. в целях уточнения геологического строения подсолевого поднятия по карбонатным отложениям, определения промышленной продуктивности коллекторов, выделенных в разрезе ранее пробуренными поисково-разведочными скважинами.

В период с 2011 г. на месторождении пробурены 16 скважин, а к настоящему моменту общее количество пробуренных скважин составило 49 ед., из которых 36 скважин в Центральном Урихтау, 7 скважин – в Восточном Урихтау и 6 скважин – в Южном Урихтау.

На сегодняшний день в целях улучшения технологических процессов при строительстве скважин на данном месторождении необходима систематизация полученных опытов и знаний по отдельным этапам строительства планируемых скважин.

Необходимо отметить, что залежи нефти находятся под песчаным массивом Кокжиде, который относится к природно-заповедному фонду республиканского и международного значения, в связи с этим для достижения геологических целей при проектировании приходится закладывать более протяженные и сложные профили.

В этих условиях рассматриваются варианты бурения с использованием профилей с расположением устья скважин на расстоянии 500–2000 м в целях исключения вредного воздействия на водоохранные зоны, при этом глубина скважин по стволу может превышать 5000 м.

Согласно Правилам [1], строительство скважин глубиной более 5000 м относится к сложным проектам. Наряду с этим бурение наклонно-направленных скважин с ранним началом набора зенитного угла и большим отходом от вертикали является трудоемким технологическим процессом, т.к. при проводке аналогичных скважин бурильная колонна и буровое оборудование испытывают большие нагрузки и напряжения, а также имеются риски возникновения аварийных ситуаций. В этой связи при проводке скважин необходимо выполнение работ согласно проектным решениям и заложение трассы скважины согласно расчетной траектории в целях достижения геологических целей.

Следовательно, бурение наклонно-направленной скважины с большим отходом от вертикали, помимо тщательного планирования и проведения всесторонних инженерных расчетов, требует оперативной корректировки и принятия адекватных решений для обеспечения плановой траектории, оптимального режима бурения в процессе строительства скважин.

Наклонно-направленная оценочная скважина ЮУ-2 была пробурена на месторождении Южный Урихтау в восточной части прибортовой зоны Прикаспийской впадины для уточнения геологического строения структуры и прослеживания углеводородсодержащих карбонатных горизонтов.

Проектная конструкция данной скважины приведены в табл. 1[2].

При проектировании выбран трехинтервальный тангенциальный профиль с началом набора зенитного угла на глубине 430 м с пространственной интенсивностью (далее – ПИ) искривления ствола скважины $1,16^{\circ}/30$ м до глубины 1534 м и дальнейшей стабилизацией зенитного угла $42,61^{\circ}$ с постоянным азимутом $264,03^{\circ}$ до проектной глубины 5000 м.

Таблица 1 – Конструкция скважины

Название обсадной колонны	Диаметр колонны, мм	Интервал спуска по стволу, м	Диаметр открытого ствола, мм
Направление	508	0–401	660,4
Кондуктор	339,7	0–1658	444,5
Промежуточная колонна	244,5/250,8	0–3737	311,1
Эксплуатационная колонна	177,8	0–4195	215,9
Эксплуатационный хвостовик	127	4045–5000	152,4

Бурение секций $\varnothing 444,5$ мм (17 1/2") и $\varnothing 311,1$ мм (12 1/4") сопровождалось постоянными осложнениями в виде посадок и затяжек бурильной колонны, при этом наблюдались высокие крутящие моменты на верхнем силовом приводе (далее – ВСП), которые свидетельствовали о больших сопротивлениях при расхаживании и проработке ствола скважины.

Необходимо отметить, что фактические значения натяжения бурильной колонны и крутящих моментов при бурении данных интервалов не достигали допустимых проектных значений.

В целях обеспечения свободного хождения бурильной колонны в стволе скважины произведена обработка бурового раствора, технологические параметры бурового раствора приведены в соответствии с проектными.

Согласно ежесуточным актам замеров, параметры бурового раствора изменялись в допустимых пределах [2], но, несмотря на это, в ходе производства буровых работ наблюдались многочисленные осложнения в виде посадок и затяжек бурильного инструмента. В связи с этим в целях снижения риска прихвата бурильной колонны произведена дополнительная обработка бурового раствора химреагентами, что незначительно повлияло на снижение сил трения при расхаживании инструмента.

Кроме этого, произведена полная замена циркулирующей в скважине промывочной жидкости новой.

Следует отметить, что текущие параметры и режим циркуляции бурового раствора обеспечивали достаточную очистку ствола скважины от шлама, т.к. при прокачке

вязкой/тандемной пачки и ее приеме на поверхности обильного выноса остаточного шлама не наблюдалось.

В целях очистки ствола скважины от выбуренного шлама и выноса его из застойных зон произведена закачка тандемных пачек. Также осуществлены технологические мероприятия по выполаживанию участков набора зенитного угла выполнением дополнительных проработок и осуществлением контрольных спуско-подъемных операций (далее – СПО).

Однако данные мероприятия не дали существенного снижения сил трения и крутящего момента бурильной колонны, при этом сроки и сопутствующие затраты на бурение интервалов существенно увеличились. По мере углубления участились скачки крутящего момента, которые приводили к частым и порой полным остановкам ВСП. При этом из-за внеплановых остановок ремонтных работ бурильная колонна несколько раз была прихвачена в стволе скважины.

В целях обеспечения безаварийного углубления скважины по заданной траектории стояла задача определить причину увеличения сил трения при проработке и расхаживании бурильной колонны.

При анализе суточных рапортов при бурении секции с разными компоновками низа бурильной колонны (далее – КНБК) прямой зависимости между жесткостью КНБК и увеличением усилия на расхаживание бурильной колонны не было обнаружено. Таким образом, по результатам работы сделан вывод о том, что в условиях данной скважины жесткость КНБК не повлияла на хождение бурильной колонны по стволу скважины.

Далее была проведена количественная оценка влияния фактической траектории ствола скважины на величины сопротивления движению бурильной колонны при бурении секции Ø 444,5 мм, результаты которой отражены в данной работе.

Для сравнения были приняты как проектная, так и фактическая траектории ствола скважины. При этом фактическая траектория определена как данными телеметрии во время бурения, так и согласно показаниям геофизических исследований скважин (далее – ГИС).

На рис.1 показаны 3 разные траектории ствола скважины, вид сверху и сбоку (секция Ø 444,5 мм):

- проектная траектория, согласно техническому проекту на строительство скважины, с ПИ искривления ствола скважины 1,16°/30 м (выделена синим цветом);
- фактическая траектория, согласно данным телеметрии во время бурения, частота снятия замеров – каждая бурильная свеча приблизительно через каждые 30 м, максимальная ПИ искривления ствола скважины составляет 2,62°/30 м (выделена розовым цветом);
- фактическая траектория согласно данных ГИС в открытом стволе, частота снятия замеров – каждые 10 м, максимальная ПИ искривления ствола скважины составляет 5,75°/30 м (выделена зеленым цветом).

По итогам рассмотрения результатов обработки данных ГИС в интервале 40–1650 м были выявлены участки со значительным превышением ПИ изменения зенитного угла и азимута ствола скважины, которые показаны ниже. При этом данные участки не были выявлены или имели меньшую ПИ по данным телеметрии во время бурения.

Произведен расчет натяжений при движении бурильной колонны вдоль ствола скважины, а также изменение крутящих моментов при бурении и обратной проработке ствола скважины.

Как известно, при подъеме бурильной колонны из скважины, инструмент за счет собственного веса растягивается, а при спуске за счет сопротивления тела инструмента действуют силы выталкивания. Сила трения всегда направлена противоположно движению и, таким образом, натяжение увеличивает и уменьшает вес на крюке.

Расчет натяжения производится по формуле [3]:

$$F_{\text{натяжения}} = \mu F_N \left(\frac{v_t}{v_r} \right). \quad (1)$$

$$v_r = \sqrt{v_t^2 + v_a^2}. \quad (2)$$

где, $F_{\text{натяжения}}$ – сила натяжения;

μ – коэффициент трения;

v_t – угловая скорость;

v_a – конечная скорость, зависит от зенитного угла;

v_r – скорость спуско-подъемных операций;

F_N – боковая сила, зависит от зенитного угла.

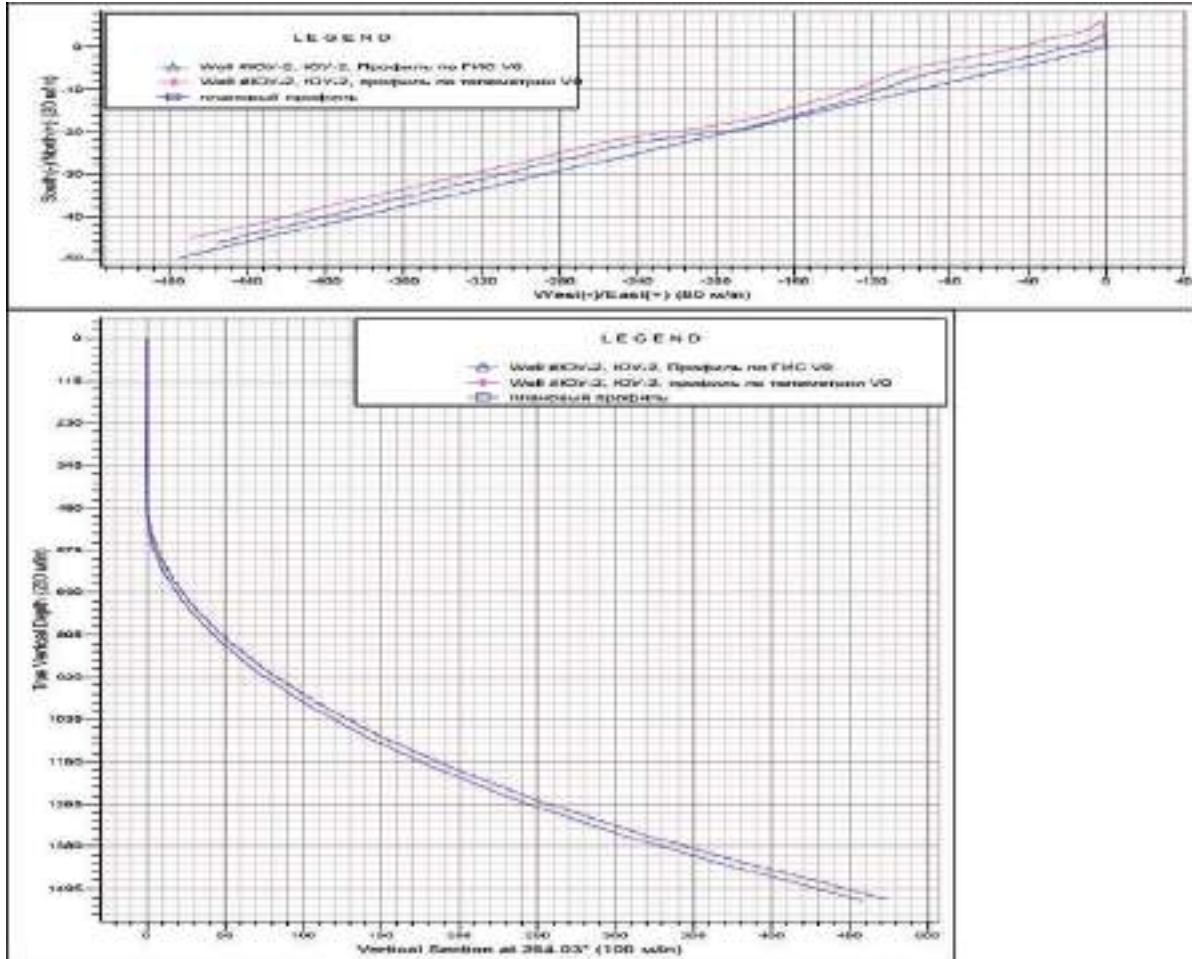


Рисунок 1 – Проектная и фактические траектории по ГИС и телеметрии до глубины 1650 м по стволу скважины. Вид сверху и сбоку

Крутящий момент на устье является суммарным моментом трения по всей длине бурильной колонны. Каждый отдельный элемент бурильной колонны создает крутящий момент, который рассчитывается согласно формуле [3]:

$$T = r\mu F_N \left(\frac{v_a}{v_r} \right) \quad (3)$$

$$v_r = \sqrt{v_t^2 + v_a^2} \quad (4)$$

где T – крутящий момент;

μ – коэффициент трения;

r – радиус компонента;

v_t – угловая скорость;

v_a – конечная скорость, зависит от зенитного угла;

v_r – скорость СПО;

F_N – боковая сила, зависит от зенитного угла.

Для определения степени влияния данных интервалов с высокой ПИ изменения траектории на расхождение буровой колонны по стволу скважины необходимо определить результирующие величины натяжения и крутящего момента всех элементов буровой колонны по стволу согласно формулам (1) – (4). Данные расчеты натяжений и моментов буровой колонны были проведены на специализированном инженерном программном обеспечении Landmark (далее – ПО), по результатам которых был выполнен сравнительный анализ показателей при разных траекториях ствола скважины.

Полученные результаты. Проведен анализ натяжения и крутящего момента буровой колонны на основе расчетов для 3 вариантов траектории скважины. На рис. 2-3 показано графическое изображение изменения сил страгивания при движении буровой колонны без вращения вверх и вниз вдоль ствола скважины.

Сила страгивания при движении вверх – это увеличение веса буровой колонны за счет трения, т.е. разница весов буровой колонны при движении вверх и при равновесном неподвижном состоянии, или фактическая сила сопротивления продольному движению буровой колонны вверх по стволу. При этом сила страгивания при движении вниз – это величина уменьшения веса буровой колонны, соответственно, является фактической силой сопротивления продольному движению буровой колонны вниз по стволу.

Как видно из рис. 2, сила страгивания при движении вверх имеет минимальные значения в условиях проектной траектории ствола скважины. При отклонении от проектной траектории сила страгивания неизбежно растет. Можно отметить неуклонный рост величины сопротивления по мере углубления скважины во всех 3 вариантах траектории ствола скважины.

Сила страгивания при движении вниз также имеет минимальные значения при проектной траектории ствола скважины. При отклонении от проектной траектории сила страгивания растет, как было определено выше при движении вверх. Также наблюдается неуклонный рост величины сопротивления по мере углубления скважины во всех 3 вариантах траектории ствола скважины.

Аналогично представлено графическое выражение изменения крутящего момента при бурении по мере углубления скважины и при обратной проработке ствола скважины при разных положениях долота в скважине.

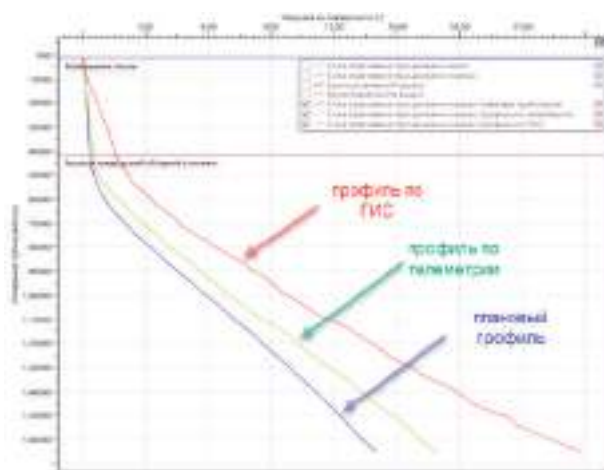


Рисунок 2 – Сила страгивания при движении буровой колонны вверх (Затяжка)

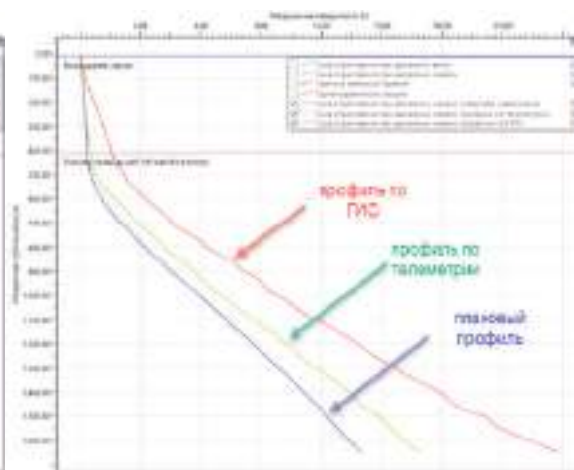


Рисунок 3 – Сила страгивания при движении буровой колонны вниз

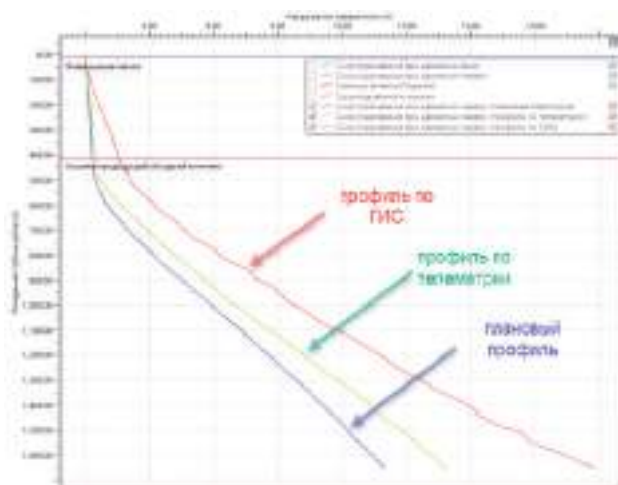


Рисунок 4 – Крутящий момента на устье по мере углубления скважины

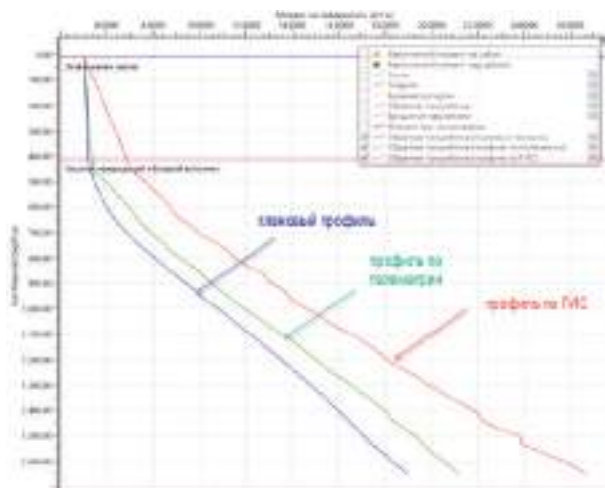


Рисунок 5 – Крутящий момент на устье при обратной проработке

Как видно из рис. 4–5, крутящий момент при бурении и при обратной проработке имеет минимальные значения при соблюдении проектной траектории ствола скважины, а при отклонении от проектной траектории приводит к росту крутящего момента. Также отмечается неуклонный рост величины крутящего момента по мере углубления скважины во всех 3 вариантах траектории ствола скважины.

В табл. 2 представлены сравнительные количественные показатели действующих на бурильную колонну натяжений и моментов на глубине 1650 м для 3 разных траекторий скважины. При этом все необходимые для расчета вводные параметры, кроме траектории ствола скважины, одинаковы для всех 3 случаев.

Таблица 2 – Сравнительные расчетные значения натяжений и моментов бурильной колонны для разных траекторий ствола скважины на глубине 1650 м

Расчетные параметры	Проектная траектория	Траектория согласно телеметрии	Прирост, %	Траектория согласно ГИС	Прирост, %
Сила страгивания вверх, т	14,01	19,85	41,7	23,90	70,6
Сила страгивания вниз, т	11,60	15,13	30,4	16,83	45,1
Крутящий момент при бурении, кН*м	18,14	20,58	13,45	21,46	18,3
Крутящий момент при обратной проработке, кН*м	19,07	23,74	24,5	26,87	40,9

Из проведенных расчетов видно, что существенное превышение ПИ искривления ствола скважин в определенных интервалах привело к значительному увеличению значений натяжения и моментов бурильной колонны: сила страгивания вверх увеличилась на 9,89 т (прирост составляет 70,6%), сила страгивания вниз увеличилась на 5,23 т (прирост составляет 45,1%), крутящий момент во время бурения возрос на 3,32 кН*м (прирост – 18,1%), а во время обратной проработки возрос на 7,80 кН*м (прирост – 40,9%).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что отклонение от проектной траектории скважины из-за увеличения зенитного угла способствовало ухудшению свободного хождения бурильной колонны по стволу скважины, которое является одним из основных причин незапланированных проработок ствола скважины.

Также необходимо отметить, что на количество и продолжительность проработок повлияла установка ограничителя крутящего момента на ВСП (не более 22 кН*м), при допустимом моменте свинчивания 26,87 кН*м для бурильных труб Ø 127 мм.

С учетом вышеизложенного был выполнен пересчет значений натяжений и моментов бурильной колонны для следующих секций с учетом изменения траектории, выданы рекомендации по оптимизации КНБК и о необходимости увеличения значения ограничителя крутящего момента на ВСП.

Таким образом, основываясь на результатах анализа работы бурильной колонны на примере бурения интервалов под секции Ø 215,9 мм (8 1/2") и Ø 152,4 мм (6") скважины ЮУ-2 НН со сложной траекторией, можно сделать следующие выводы:

1. На примере бурения скважины ЮУ-2НН оптимизирован режим бурения, произведен подбор состава КНБК с учетом действующих на бурильные трубы нагрузок, которые обеспечили достижение проектной глубины 5000 м без осложнений.

2. Правильный выбор режима расхаживания и допустимого момента на вращение позволяет предупредить желобообразование и снизить кавернозность ствола скважины, обеспечивая при этом целостность и устойчивость ствола скважины, которые в свою очередь снижают риск возникновения аварий, связанных с бурильной колонной (прихват и слом инструмента).

3. Сокращается доля непроизводительного времени в общей продолжительности строительства скважин, связанного с внеплановой проработкой ствола скважины в интервалах посадок, затяжек и проведением контрольных СПО и работ, связанных с аварией. Также снижается доля затрат, зависящих от времени и объема работ при бурении наклонно-направленных скважин.

4. Оптимизируются сроки строительства наклонно-направленных скважин с большим отходом забоя от вертикали, что при своевременном вводе скважины в эксплуатацию обеспечивает экономический эффект за счет дополнительной добычи нефти.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые правила по рациональному и комплексному использованию недр – утв. 15.06.2018 г.
2. Индивидуальный технический проект на строительство оценочной наклонно-направленной скважины ЮУ-2 на месторождении Южный Урихтау. – ТОО НИИ «Каспиймунайгаз», г. Атырау, 2018.
3. Александров М.М. Взаимодействие колонны труб со стенками скважины. – М., Недра, 1982, 144-147 с.

Зениттік бұрышы өсуі ерте басталатын ауытқуы үлкен көлбеу бағытталған ұңғымалардың бұрғылау параметрлерін оңтайландыру Н.М. Мағзұмов

Аңдатпа: Бұл мақалада оқпан бұрышының өсуі ерте басталатын J-тәрізді көлбеу бағытталған ұңғыма нақты траекториясының бұрғылау тізбегінің ұзына бойы қозғалуы мен айналуына әсер ету дәрежесін талдау нәтижелері келтірілген.

Талдау жүргізу кезінде жобалық тереңдігі 5000 м Оңтүстік Өріктау кен орнының ЮУ-2 көлбеу-бағытталған ұңғымасын бұрғылау барысында тікелей алынған нақты деректер пайдаланылды: ұңғыманың инклинометрия деректерін өңдеу нәтижелері, бұрғылау тізбегі төменгі бөлігінің нақты қолданылған жинақтаулары (элементтердің өлшемдері, материалдар мен сипаттамалары), өлшеу актілеріне сәйкес ерітіндінің нақты параметрлері, тәуліктік бұрғылау рапорттары мен геологиялық-технологиялық зерттеулер қисықтарына сәйкес бұрғылаудың нақты параметрлері, және т.б..

Landmark мамандандырылған бағдарламалық кешенінде керілулер мен моменттерді есептеу жүргізілді, параметрлердің жобалық мәндерімен салыстырмалы талдау жүргізілді және тиісті ұсыныстар берілді.

Негізгі сөздер: кеңістіктік қарқындылық, айналу моменті, бұрғылау режимінің параметрлері, ұңғыма оқпаны.

Optimization of drilling parameters of extended reach wells using su-2 well

N.M. Magzumov

Abstract: This article is devoted to the analysis of the degree of influence of the actual trajectory of the wellbore of a J-shaped directional well with an early kick-off point on the values of resistance to longitudinal movement and torsion of the drill string along the wellbore.

The analysis was carried out using real data obtained during the drilling of the SU-2 well of the South Urikhtau field, as well as the results of processing the inclinometry data, the actual applied bottom hole assembly (length, material), drilling parameters, drilling fluid parameters and mud logs.

Calculations of tensions and moments were carried out using the specialized Landmark software, a comparative analysis was made with the design values of the parameters, and appropriate recommendations were issued.

Key words: dogleg severity, drilling torque, drilling parameters, wellbore.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОБЫЧИ МЕТОДОМ ТРАДИЦИОННОГО АНАЛИЗА КРИВОЙ ПАДЕНИЯ (DCA) И С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Т.М. Малыбаев , Е.Е. Бекжігіт *, А.З. Измагамбетов , К.С. Заурбеков 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

* bekzhigit.yerikzhan.pe@gmail.com

Аннотация. В данной статье будет рассмотрено два подхода проведения анализа кривой падения: традиционным методом (путём использования ручной корреляции) и применением языка программирования Python. Два данных подхода позволяют нам провести прогнозирование будущей добычи нефтегазовых месторождений. Целью данной работы является сравнение двух данных подходов и выявление наиболее эффективного.

Данная работа актуальна в связи с тем, что современной нефтяной отрасли всё больше применяют навыки программирования, в частности, язык программирования Python. Данное обстоятельство обусловлено нетрудным синтаксисом, а также широкой базой библиотек, упрощающих некоторые операции расчётов, проводимыми инженерами-нефтяниками.

Ключевые слова: DCA, Python, Excel, прогнозирование, добыча

Для начала сделаем краткий экскурс по теории анализа кривой падения.

Данные о добыче могут быть проанализированы с помощью методов кривой снижения и p/z для прогнозирования будущей добычи и расчета запасов. В 1945 году Арпсом было создано математическое уравнение для прогнозирования будущей добычи. В будущем эмпирические уравнения падения Арпса были модифицированы Фетковичем в 1987 году, Палацио и Блазингеймом в 1993 году, и Агарвалом и др. учёными в 1999 году. Кривые падения, необходимые для анализа, различают на три типа: экспоненциальная, гармоническая и гиперболическая, хотя, по сути, мы имеем дело с одним общим типом кривой падения (гиперболическим), характеризуемый тремя параметрами (q_i , D_i и b). Следует отметить, что:

- когда $b = 0$, снижение происходит экспоненциально;
- когда $b = 1$, снижение является гармоническим;
- когда $0 \leq b \leq 1$, снижение является гиперболическим.

Уравнения кривой падения Арпса получены из определения номинальной скорости падения [1]:

$$D = -\frac{q'_t}{q} = K \cdot q^b, \quad (1)$$

где D - номинальная скорость падения (1/сутки);

q - дебит (STB/сутки);

t - время (сутки);

K -коэффициент пропорциональности;

b -показатель гиперболического спада.

При этом для каждого типа кривой падения уравнение добычи можно представить следующим образом:

Экспоненциальное падение ($b = 0$) [1]:

$$q_t = q_i e^{-D_i t}. \quad (2)$$

Гармоническое падение ($b = 1$) [1]:

$$q_t = \frac{q_i}{(1 + b D_i t)}. \quad (3)$$

Гиперболическое падение ($0 \leq b \leq 1$) [1]:

$$q_t = \frac{q_i}{(1 + b D_i t)^{\frac{1}{b}}}. \quad (4)$$

На данном рисунке 1 изображены графики кривых для каждого типа спада:

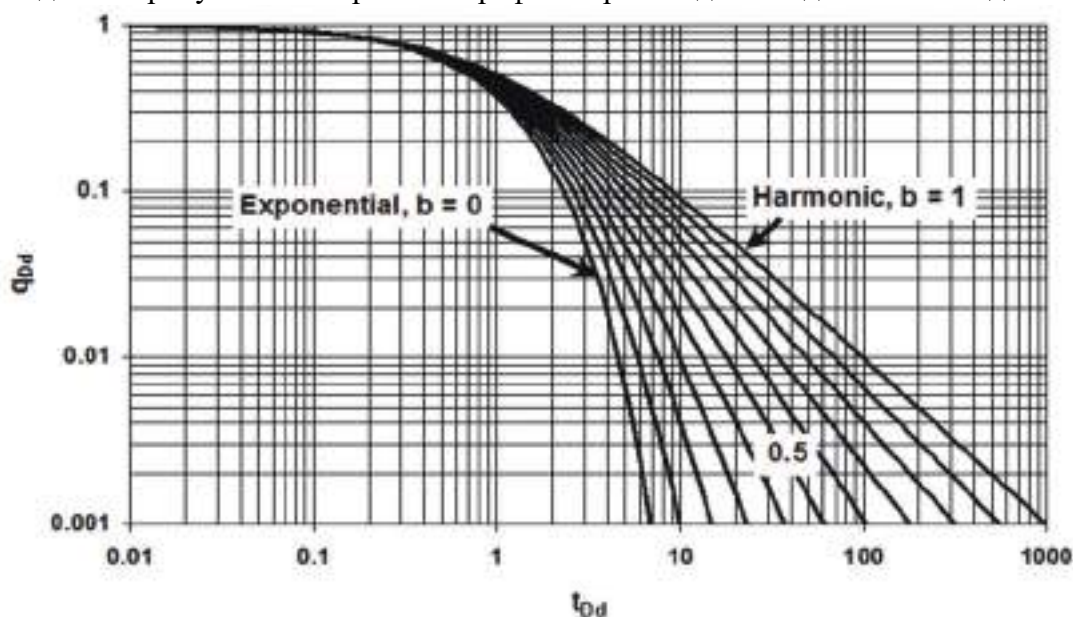


Рисунок 1 – Кривые для каждого типа спада

Для выполнения данного анализа в Microsoft Excel мы осуществили данные операции:

1. Создали электронную таблицу в данной программе со столбцами дебита добычи нефти q_t и времени добычи t .
2. Создали ячейки для настраиваемых констант:
 - а. Показатель гиперболического спада, b
 - б. Начальная номинальная скорость снижения, D_i
 - с. Начальный дебит нефти, q_i
 (При этом данные постоянные были найдены с использованием теории нелинейной регрессии)
3. В качестве начальных значений постоянных мы выбрали и рассчитали следующие параметры: $b = 0.5$;

$$D_i = -\frac{1}{q_1} \cdot \left(\frac{q_2 - q_1}{t_2 - t_1} \right); \quad (5)$$

3. Создали ячейку для расчета среднего дебита нефти, q_{avr} , от q_t .
4. Создали отдельный столбец, содержащий уравнение гиперболической кривой спада, благодаря которой как раз таки будем осуществлять прогнозирование:

$$q'_t = \frac{q_i}{(1 + b \cdot D_i \cdot t)^{\frac{1}{b}}}. \quad (6)$$

5. Настроили столбец для вычисления квадратов ошибок с помощью:

$$SE = (q_t - q'_t)^2. \quad (7)$$

6. Заполнили ячейку, которая вычисляет сумму квадратов ошибок, SSE
7. Создали столбец для вычисления квадратов суммарных ошибок с помощью:

$$ST = (q_t - \bar{q})^2. \quad (8)$$

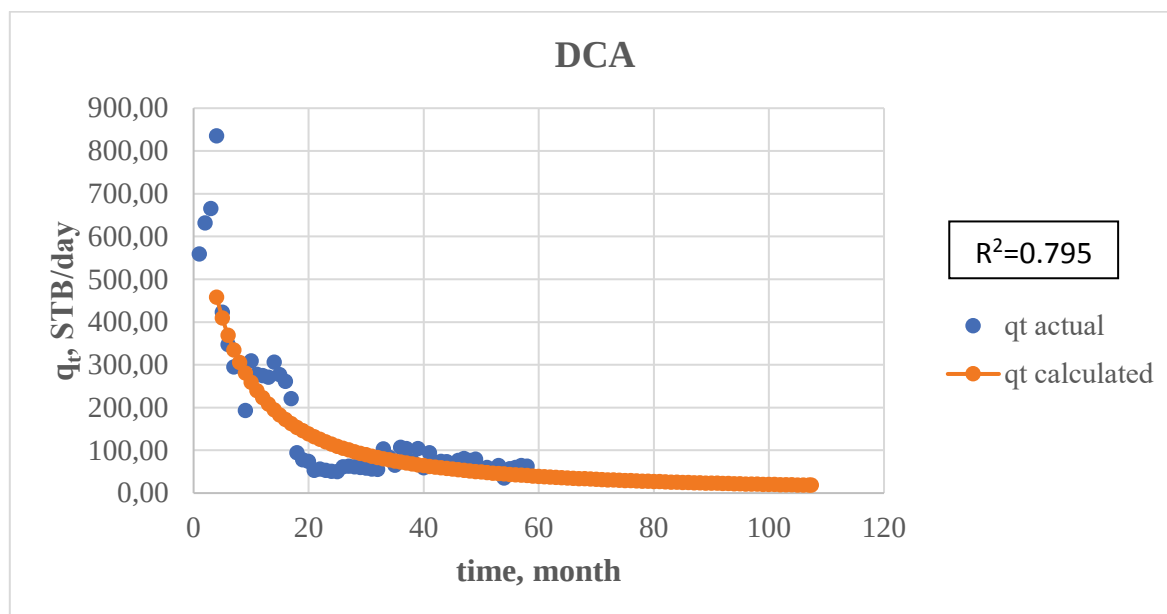
8. Заполнили ячейку, которая вычисляет сумму квадратов общих ошибок, SST

9. Вычислили коэффициент детерминации с помощью:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (9)$$

10. Для получения наибольшего значения детерминации, необходимой для оценки успешного построения кривой прогноза, изменяли начальные параметры: b, D_i, q_i

В итоге проделанной работы получили такие результаты в виде графика 1 зависимости между дебитом q_t и временем t:



Ниже мы предоставили шаги решения подобной задачи, но с использованием языка программирования Python:

1. Для начала напишем несколько функций для экспоненциальных и гиперболических уравнений. Ниже приведена первая часть кода на рисунке 2:

```
def hyperbolic_equation(t, qi, b, di):  
    """  
    Hyperbolic decline curve equation  
    Arguments:  
        t: Float. Time since the well first came online, can be in various units  
        (days, months, etc) so long as they are consistent.  
        qi: Float. Initial production rate when well first came online.  
        b: Float. Hyperbolic decline constant  
        di: Float. Nominal decline rate at time t=0  
    Output:  
        Returns q, or the expected production rate at time t. Float.  
    """  
    return qi/((1.0+b*di*t)**(1.0/b))  
  
def exponential_equation(t, qi, di):  
    """  
    Exponential decline curve equation  
    Arguments:  
        t: Float. Time since the well first came online, can be in various units  
        (days, months, etc) so long as they are consistent.  
        qi: Float. Initial production rate when well first came online.  
        di: Float. Nominal decline rate (constant)  
    Output:  
        Returns q, or the expected production rate at time t. Float.  
    """  
    return qi*np.exp(-di*t)
```

Рисунок 2 - Первая часть кода

2. Устанавливаем границы для каждой из оцениваемых переменных с помощью `optimize.curve_fit` SciPy. Для лучшего оценивания q_i , или начального дебита, следующая функция будет находить и возвращать максимальную производительность в течение первых x месяцев добычи скважины. Ниже приведена вторая часть кода на рисунке 3:

```
def get_max_initial_production(df, number_first_months, variable_column, date_column):
    """
    This function allows you to look at the first x months of production, and selects
    the highest production month as max initial production
    Arguments:
        df: Pandas dataframe.
        number_first_months: float. Number of months from the point the well comes online
            to compare to get the max initial production rate  $q_i$  (this looks at multiple months
            in case there is a production ramp-up)
        variable_column: String. Column name for the column where we're attempting to get
            the max volume from (can be either 'Gas' or 'Oil' in this script)
        date_column: String. Column name for the date that the data was taken at
    """
    #First, sort the data frame from earliest to most recent prod date
    df=df.sort_values(by=date_column)
    #Pull out the first x months of production, where number_first_months is x
    df_beginning_production=df.head(number_first_months)
    #Return the max value in the selected variable column from the newly created
    #df_beginning_production df
    return df_beginning_production[variable_column].max()
```

Рисунок 3 - Вторая часть кода

3. Функция, которую мы хотим вписать в кривую, будет в качестве первого аргумента. Значение t (или время в днях, в течение которых скважина была эксплуатирована, расположенное в столбце данных «Days_Online» Pandas) является вторым аргументом. Третьим аргументом будет столбец «Нефть» или «Газ», определяемый с помощью команды `desired_product_type`.

4. После установки границ с помощью функции `curve_fit` SciPy, используем функцию `plot_actual_vs_predicted_by_equations` для визуализации экспоненциальных и гиперболических корреляций с производственными данными. Ниже приведена третья часть кода на рисунке 4

```
def plot_actual_vs_predicted_by_equations(df, x_variable, y_variables, plot_title):
    """
    This function is used to map x- and y-variables against each other
    Arguments:
        df: Pandas dataframe.
        x_variable: String. Name of the column that we want to set as the
            x-variable in the plot
        y_variables: string (single), or list of strings (multiple). Name(s)
            of the column(s) that we want to set as the y-variable in the plot
    """
    #Plot results
    df.plot(x=x_variable, y=y_variables, title=plot_title)
    plt.show()
```

Рисунок 4 - Третья часть кода

5. Примечательно, что данный код строит график, где по оси X указаны количество дней, в течение которых скважина была эксплуатирована, а оси Y соответствует ежемесячно добываемая нефть и ее экспоненциальная и гиперболическая кривые. Выходные данные графика Python для временных рядов добычи нефти, основанные на приведенном выше коде, показаны ниже в графике 2. Данный график 2 показывает зависимость добычи нефти с течением времени, а также соответствует экспоненциальной и гиперболической кривой снижения:

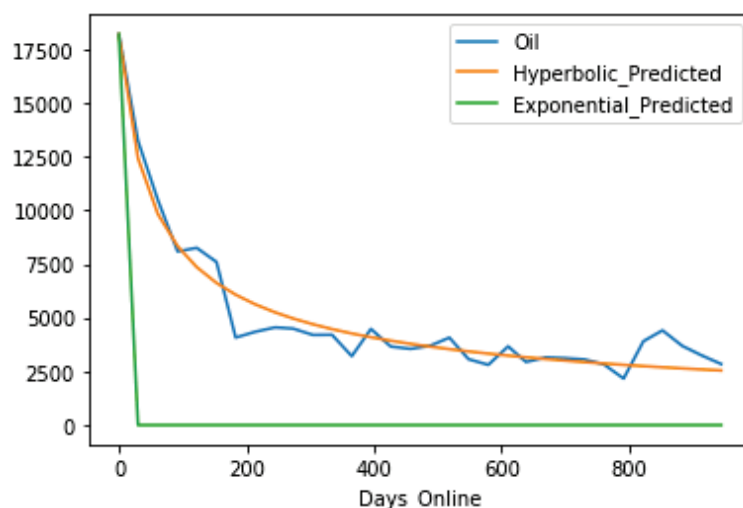


График 2 – Результаты проведенной работы

Вывод: таким образом, мы предоставили обзорную статью о относительно новой возможности расчёта/анализа кривой спада с помощью языка программирования Python. Преимуществом данного метода является то, что благодаря нему возможно автоматизировать работу по анализу кривой спада, изменяя всего лишь ссылку пути на файл с данными добычи со скважины.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dr. Luis E. Zerpa Colorado School of Mines, Decline curve analysis
2. How To Automate Decline Curve Analysis (DCA) in Python using SciPy's optimize.curve fit Function LaptrinhX
3. Tarek Ahmed, Reservoir Engineering Handbook

Дәстүрлі құлау қисығын талдау (DCA) арқылы тау-кен жұмыстарын болжау және Python бағдарламалық тілін қолдану

Т. М. Малыбаев, Е. Е. Бекжігіт, А. З. Измағамбетов, К. С. Заурбеков

Андатпа. Бұл мақалада құлау қисығын талдаудың екі тәсілі қарастырылады: дәстүрлі әдіс (қолмен корреляцияны қолдану арқылы) және Python бағдарламалау тілін қолдану. Осы екі тәсіл бізге мұнай-газ кен орындарын болашақта өндіруді болжауды жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыстың мақсаты – осы екі тәсілді салыстыру және ең тиімдісін анықтау.

Бұл жұмыс қазіргі заманғы мұнай өнеркәсібі бағдарламалау дағдыларын, атап айтқанда Python бағдарламалау тілін көбірек қолданатындығына байланысты өзекті. Бұл жағдай қиын синтаксиске, сондай-ақ мұнай инженерлері жүргізетін есептеулердің кейбір операцияларын жеңілдететін кітапханалардың кең базасына байланысты.

Негізгі сөздер: DCA, Python, Excel, болжау, өндіру

Prediction of production by the method of traditional fall curve analysis (DCA) and the use of the Python programming language

T.M. Malybaev, E.E. Bekzhigit, A.Z. Izmagambetov, K.S. Zaurbekov

Abstract. This article will consider two approaches to analyzing the drop curve: the traditional method (by using manual correlation) and using the Python programming language. These two approaches allow us to forecast the future production of oil and gas fields. The purpose of this work is to compare these two approaches and identify the most effective.

This work is relevant due to the fact that the modern oil industry is increasingly using programming skills, in particular, the Python programming language. This circumstance is due to the simple syntax, as well as a wide base of libraries that simplify some calculation operations, this language is the most optimal for oil engineers.

Keywords: DCA, Python, Excel, forecasting, production

УВЕЛИЧЕНИЕ ДЕБИТА СКВАЖИН С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОВОЗДЕЙСТВИЯ

М.Ю. Максимов 

Satbayev University, Алматы, Казахстан

madiyar.maximov@mail.ru

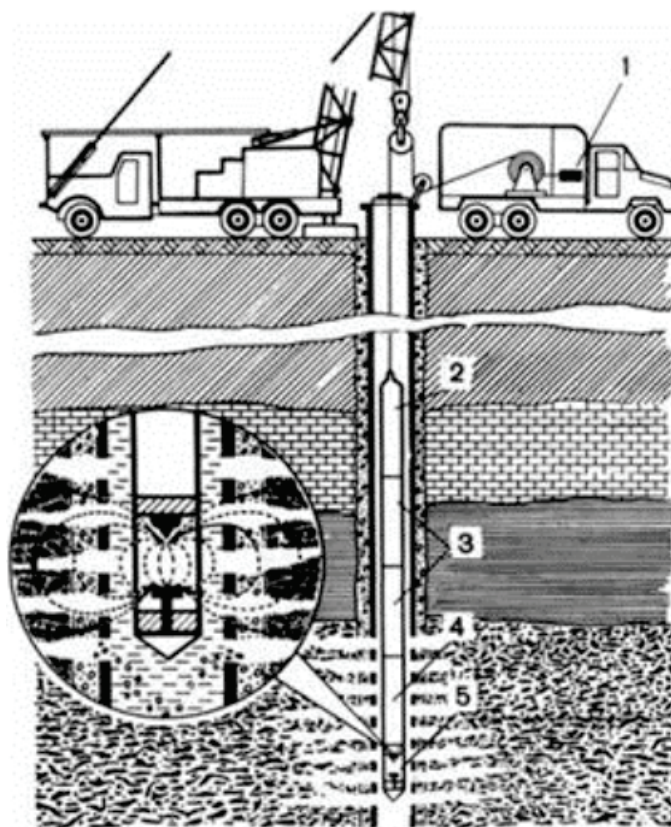
Аннотация. В представленной статье рассмотрен метод повышения эффективности воздействия на продуктивный пласт, основанный на принципе электровоздействия. Экономика Республики Казахстан бесспорно зависит от нефти, поэтому она занимает одну из основных позиций в технической промышленности. Проблема затрудненности извлечения нефти и газа с высоким содержанием парафина в ее составе способствует проведению анализа и разработки различных методов воздействия на продуктивные нефтегазовые пласты, направленные на повышение их дебита. В результате проведения анализа различных методов электровоздействия, предлагается эффективная технология повышенной нефтеотдачи, которым соответственно является воздействие электрическим током.

Ключевые слова: нефть, электровоздействие, дебит, парафин, трудноизвлекаемые запасы.

В середине 1970 годов был подтвержден результат изменения структуры пустотного места в период пропускания посредством ее электрического тока. Данный результат стал основой при исследовании технологии электровоздействия на нефтяные скважины. Методика обрабатывания скважин базируется на эффекте Юткина, то есть в применении энергии высоковольтного электрического разряда в жидкой сфере. Во время электрического разряда среди двух электродов во влажной среде совершается развитие канала сквозной проводимости с дальнейшим его расширением вплоть до схлопывающейся низкотемпературной плазменной каверны, производящей результирующую волну и волны сжатия. Время воздействия ударной волны не превышает 0,3-10-6 с. Распространяясь в прискважинной зоне, волна производит распад кольматирующих образований. Главными параметрами, характеризующим ее действенность, считаются влияние ударной волны и количество генерируемых импульсов по интервалу перфорации. В соответствии с проведенными исследованиями в период пропускания импульсов электрического тока совершается выброс энергии в тонких капиллярах. В вариантах, если число назначенной энергии превосходит определенный лимит значения, то в структуре происходит перемены пустотного места микронеоднородной среды также пространственных структур фильтрационных потоков.

В современном мире главной проблемой на большинстве месторождений нефти является значительное содержание парафина и сравнительно активное повышение обводненности пласта добываемой нефти (и как следствие, параметры с данным уменьшения коэффициента добычи нефти, а также увеличение числа добываемой пластовой воды и т. д.). В исследовании по электровоздействию были заложены основы теории влияния электрического тока на микронеоднородные частицы среды, которые дали толчок на прояснение множество новых физических эффектов, которые в свою очередь помогли возникновению новых технологий. Обычно дебит нефтяных скважин увеличивается в два – три раза после электрической обработки. По всей территории СНГ исследовали и обрабатывали свыше две тысячи скважин.

Техническая часть электрической обработки базируется на применении энергии высоковольтного электрического разряда во влажной среде. Размещение плотности тока в нетолстых капиллярах, которые сдерживают темп фильтрации в среде, предоставляет возможность (в следствии микровзрывов) увеличить поперечный разрез капилляров и проницаемость в призабойной части скважин. В итоге электрического воздействия и в результате перемен пространственной структуры фильтрационных потоков в среде, способен стремительно повысить вязкость нефти и обводненность скважин на три года или более. Чтобы осуществить этот эффект используют особое электрическое оборудование, которое дает возможность подвести импульсы электрического тока к результирующему пласту посредством обсадной колонны либо посредством погруженный в скважину электрод.



1 – преобразователь частоты; 2 – зарядный блок; 3 – ёмкостные накопители; 4 – разрядник;
5 – электродная система.

Рисунок 1 – Электроразрядное устройство для обработки скважин

Во время процесса могут быть коррекции воздействия на пласт особой программой с применением информации о переменах в параметрах пласта в процессе его электрической обработки. Главные преимущества данного способа:

- из-за того, что для электровоздействия на пласт используем только электрический ток, обеспечена экологическая чистота;
- данное оборудование за сутки может одновременно работать на двух скважинах, поэтому данный метод обеспечивает высокую технологичность и производительность;
- низкая первоначальная стоимость, так как не нужно проводить спуско – подъемные работы, единственно нужный используемый материал это – электрический ток (работа проходит посредством обсадных колонн скважин);
- высокая эффективность, так как простой в работе скважины во время электрической обработки не превышает 30 часов и эффект после данного процесса виден на следующий день;
- технологию осуществить очень легко, так как электрическая обработка продуктивного пласта реализуется напрямую посредством обсадных колонн.
- для обсадных колонн, фильтров и других оборудовании скважин нет никаких негативных последствий. Использование специальных форм импульсов тока гарантирует обеспечение безопасности с целью сохранить обсадные колонны скважины, так как в этом случае выведены химические результаты. Электровоздействие никак не ломает цементный камень и никак не порождает коррозию колонны;
- очевидный результат и можно наблюдать за процессом электрообработки;
- мобильность – возможность перемещать установку на автоприцепе;
- можно эффективно использовать с другими подобными технологиями, таких как закачка полимеров в инжекторные скважины;
- высокая вероятность положительного результата;

- высокая рентабельность (эффективность скважины повышается во много раз, обводненность нефтяной скважины можно уменьшить до нуля, в тот же момент увеличивается дебит по нефти).

В наше время запас легко добываемой нефти составляет всего лишь 35 % из ста, а остальные 65 % остаются на стороне трудно добываемых нефти (высоковязкая, парафинистая нефть, повышенная обводненность скважин, глубокопогружные горизонты и так далее), число забытых либо простаивающих скважин приравнивается примерно 0,25 всего скважинного фонда. Исследования в области электровоздействия ориентированы в увеличение производительности изучения данных ресурсов, что дает возможность привлечь в исследование несколько млрд тонн промышленных резервов нефти.

Невзирая на то, что этот метод находит решение многим проблемам при добыче парафинистых нефтей, пока еще данный метод остается малоизвестным. Ко всему прочему природная чистота метода и его высокоэффективность ориентируют нас на то, чтобы мы основательнее изучили и исследовали процессы, протекающие во время электрического воздействия на нефтяные скважины.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батырбаев М.Д. Эффективность обработки нефтедобывающих скважин методом электровоздействия на месторождениях Казахстана. – Москва: ВНИИОЭНГ, 2005
2. <https://findpatent.ru/patent/211/2119577.html> - Скважинный электродный нагреватель. Авторы патента: Ибрагимов А.Э. Мухамадиев Р.С
3. Михаил Болдырев, Татьяна Лючевская, Олег Гуркин, Андрей Золин. Повышение нефтеотдачи методом воздействия импульсами электрического тока на продуктивный пласт. ООО «НПО «Волгахимэкспорт»
4. Попов Е.А., Селяков В.И. Изменение проводимости неоднородной среды при пропускании через нее электрического тока. ДАН СССР, т.310, №3, с.83-86.
5. Ростовский Н.С., Селяков В.И. Изменение дебита скважины при пропускании через нее электрического тока. — М.: ФТПРПИ, 1989, с.37-43.

Электр әсерінің көмегімен ұңғымалардың қарқынын арттыру М.Ю.Максимов

Аңдатпа: Берілген мақалада электрлік әсер ету принципіне негізделген өнімді қабатқа әсер ету тиімділігін арттыру әдісі қарастырылған. Қазақстан Республикасының экономикасы сөзсіз мұнайға тәуелді, сондықтан ол техникалық салада негізгі орындардың бірін алады. Құрамында парафиннің жоғары мөлшері бар мұнай мен газды алудың қиындығы мәселесі өнімді мұнай-газ қабаттарына олардың өндіру қарқынын арттыруға бағытталған әсер етудің әртүрлі әдістерін талдауға және дамытуға ықпал етеді. Электрлік әсер етудің әртүрлі әдістерін талдау нәтижесінде мұнайды жоғарылатудың тиімді технологиясы ұсынылған, ол сәйкесінше электр тогының әсері болып табылады.

Негізгі сөздер: мұнай, электрлік әсер, дебет, парафин, қалпына келтіру қиын қорлар.

Increasing the rate of wells with the help of electric impact M.Yu.Maximov

Abstract: In the presented article, a method for increasing the efficiency of impact on a productive formation, based on the principle of electric impact, is considered. The economy of the Republic of Kazakhstan is undoubtedly dependent on oil, so it occupies one of the main positions in the technical industry. The problem of the difficulty of extracting oil and gas with a high content of paraffin in its composition contributes to the analysis and development of various methods of influencing productive oil and gas formations aimed at increasing their production rate. As a result of the analysis of various methods of electrical action, an effective technology for enhanced oil recovery is proposed, which, accordingly, is the effect of electric current.

Keywords: oil, electric impact, debit, paraffin, hard-to-recover reserves

КЕНКІЯҚ КЕНОРНЫ БОЙЫНША ҰҢҒЫЛАРДЫҢ ЖӘНЕ ҚАБАТТАРДЫҢ ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ

Г. Ж. Молдабаева, Р.Т. Сулейменова*,

¹ Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы

*raika_83@mail.ru

Андатпа. Бұл мақалада өзекті мәселелер қарастырылған, олар кенорнындағы сарқылған мұнайлы қабаттарын (ИНЗ) одан әрі тиімді пайдалану, Кеңқияқ кенорнының мысалында олардың соңғы мұнай бергіштігін арттыру болып табылады. Кенорнын игеруді реттеу қарастырылған.

Кенқияқ кенорны бойынша ұңғымалық қысымды өлшеу үшін тереңдік монометрлерді қолдана отырып, сақиналы кеңістік арқылы қабатпен пен ұңғымалардың түп қысымы өлшенді. Өлшеудің көп бөлігі тоқтап тұрған және периодты жұмыс жасап тұрған ұңғымаларда жүргізілді, жөндеу және жөндеу кезінде ұңғымаларда қысымды өлшеу бақылау жұмыстары жүргізілді [1].

Негізгі сөздер: гидродинамикалық зерттеулер, реттеу, бақылау, ұңғыма, фильтрациялық зерттеу, қабаттың мұнай бергіштігін арттыру, штангалы терең сорап.

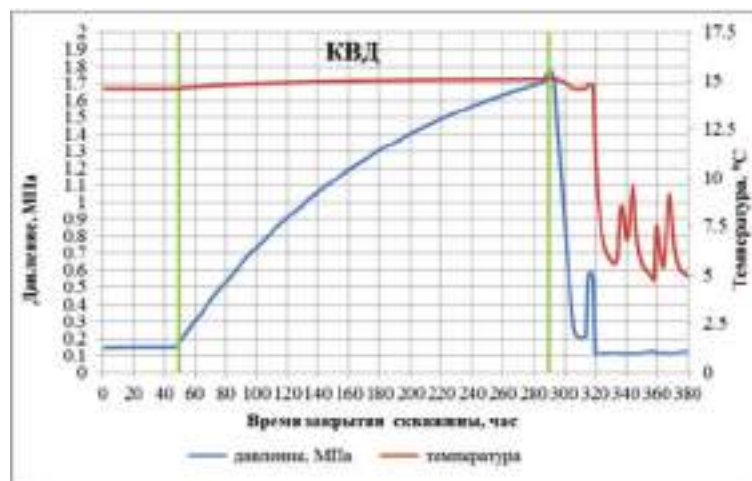
Игеруден бастап барремский және юра горизонттарында гидродинамикалық зерттеулер жүргізілді, 1999-2002 жылдар аралығында қысымды қалпына келтіру (ҚҚК) әдісімен ұңғымаларда 15 зерттеу жүргізілді. Келесі кестеде 2012-2018 жылдар бойынша бірінші жарты жылдықта өткізілген зерттеулер көрсетілген.

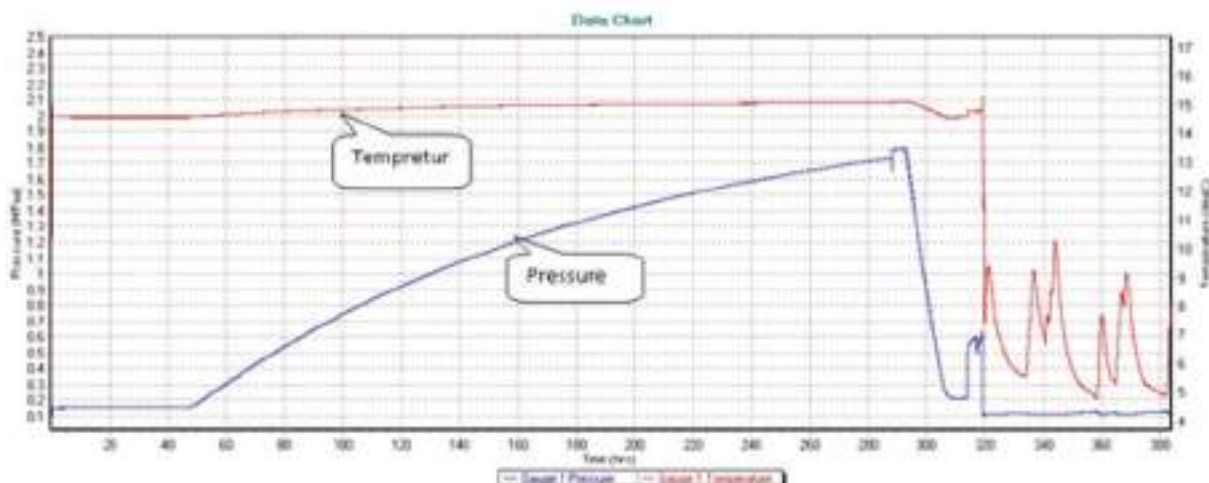
Кесте 1 – 2012 - 2018 жылдың 1 жартыжылдығында жүргізілген ұңғымаларды гидродинамикалық зерттеулер саны

Әдіс	барлығы	Объекттері			
		Объект I	Объект II	Объект III	Объект VI
Тұрақты күйдегі жинау әдісі (МУО)	5	-	-	5	-
ҚҚК сынығы (КВУ)	60	-	1	59	-
Барлығы	65	-	1	64	-

I-ші объект Қолда бар мәліметтерге сүйенсек, өнімділік индексінің орташа мәні $0,447 \text{ м}^3 / (\text{МПа} \cdot \text{тәулік})$, өткізгіштігі $0,119 \text{ мкм}^2$.

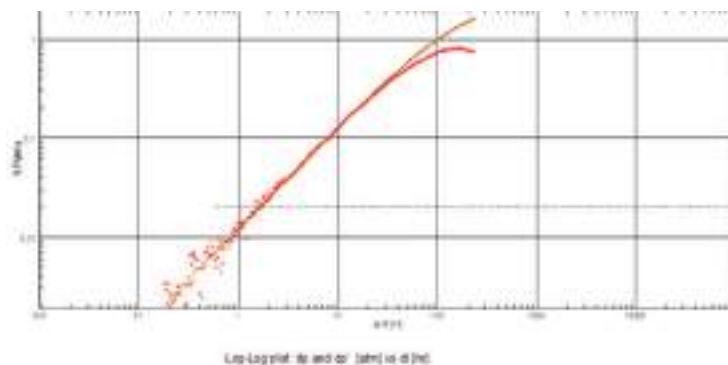
II-ші объект Ағымдағы жобалық құжат бекітілген сәттен бастап («Қайта өңделген жоба ... 2012»), N 1008 ұңғымаға қысымның жоғарылауы бойынша бір зерттеу жүргізілді. Ұңғыма 05.11.2018 мен 15.11.2018 аралығында он күн мерзімге (240 сағатқа) жабылды. Графикті салу үшін ұңғыманың түбінде әр 1,5 сағат сайын манометрмен өлшеу арқылы алынған мәліметтер пайдаланылды. 1 -суретте қысым мен температураның уақытқа қарсы сызбасы көрсетілген.





Сурет 1 - № 1008 ұңғымадағы қысым мен температураның уақытқа байланысты қисығы кескінделген, 2018 ж

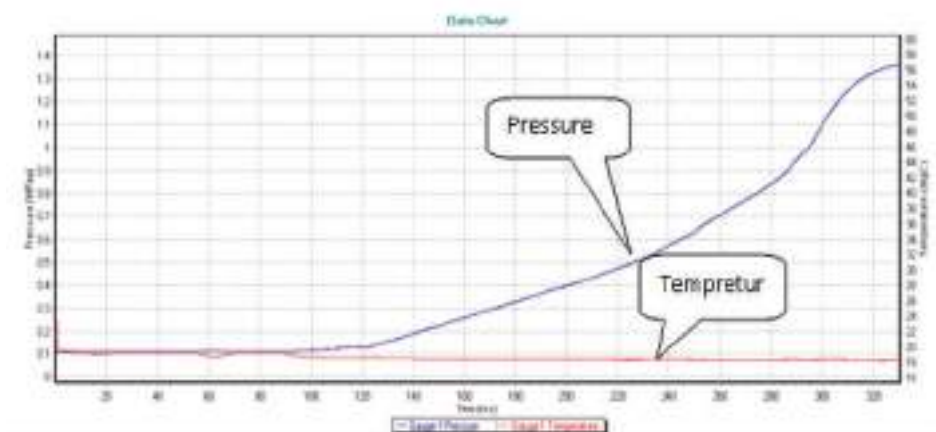
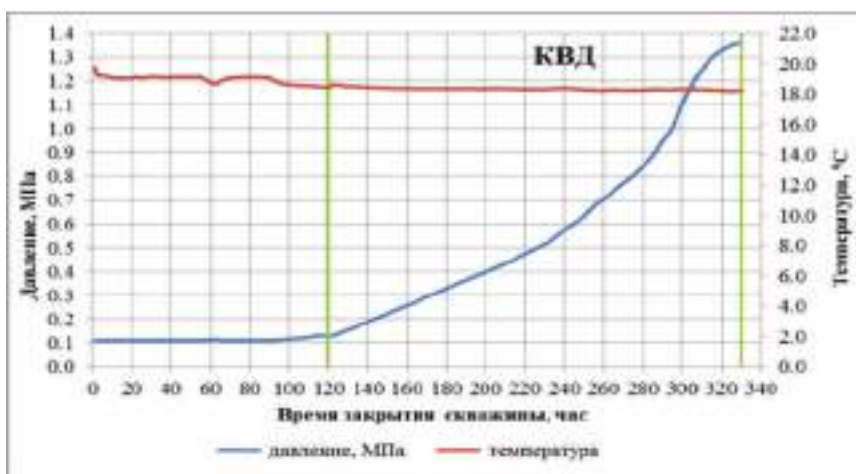
Қысым мен температураны өлшеу 246 м тереңдікте жүргізілді. Қысымды қалпына келтіру қисығын жазу ұзақтығы 240 сағатты құрады. Осы уақыт ішінде қысым 0,15 МПа -дан 1,73 МПа -ға дейін өсті. Айта кету керек, ұңғымадағы қысым статикалық қысымға дейін қалпына келтірілмеді, қисықтың түзу көлденең қимасы жоқ. Ұңғыманы жабудың соңғы сатысына дейін радиалды ағын байқалмады. 2-суретте қысымды қалпына келтіруді зерттеу нәтижелері бойынша диагностикалық график көрсетілген.



Сурет 2 – 2018 жылы №1008 ұңғымада ҚҚК (КВУ) зерттеуінің нәтижелері бойынша диагностикалық график

Графикте күрең қызыл қисығы өлшенген қысымды көрсетеді, ал қызыл қисық оның барлық туындысы болып табылады, онда барлық қабат туралы деректер ескерілген. Уақыттың бастапқы кезінде ұңғыма сағасының әсері байқалады. Скин-фактор есептелген коэффициенті 38,8 құрайды, бұл түп маңы аймағының ластанғанын көрсетеді. Қолда бар мәліметтер негізінде өнімділік коэффициентінің орташа мәні 0,159 м³ / (МПа * тәулік), өткізгіштік коэффициенті 0,04 мкм² құрайды.

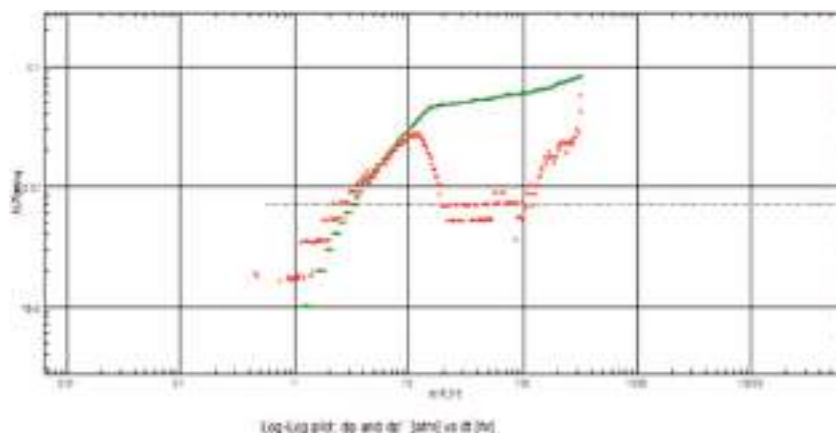
III –ші объект. 2012 жылдан бастап барлық кезең ішінде негізгі объектіде тұрақты күйдегі жинау әдісі (МУО) алты зерттеуі және ҚҚК әдісімен 59 зерттеулер жүргізілді. Зерттеуді талдай отырып, біз N 1147 ұңғымадағы қысымның тұрақтану динамикасын қарастырамыз. Бұл ұңғыма 2017 және 2018 жылдары зерттелген. Бірінші жағдайда ұңғыма 2012 жылдың 18 қыркүйегінен 2012 жылдың 27 қыркүйегіне дейін тоғыз күндік мерзімге (210 сағат) жабылды. Графикті сызу үшін ұңғыманың түбінде әр 1,3 сағат сайын манометрмен өлшеу арқылы алынған мәліметтер пайдаланылды. 3 -суретте қысыммен температураның уақытқа байланысты өзгерісі көрсетілген.



Сурет 3 – №1147 ұңғысы 2018ж қысыммен температураның уақытқа байланысты өзгерісі

Қысым мен температураны өлшеу 250 м тереңдікте жүргізілді, ҚҚК ұзақтығы 210 сағатты құрады. 210 сағат ішінде қысым 0,13 МПа -дан 1,36 МПа -ға өзгерді.

ҚҚК (КВД) жазу ұзақтығы 329 сағатты құрады. Барлық зерттеу кезеңінде қысым 1,1 МПа -дан 1,2 МПа -ға өзгерді, қысымның қалпына келу амплитудасы салыстырмалы түрде аз. Айта кету керек, 20 сағаттық ұңғыманың жабылуынан кейін радиалды ағын пайда болды, қысықтың көтерілуі жалғасуда, бұл периферия сүзу қасиеттердің өзгеруін көрсетеді. 4-суретте қысымның жоғарылауын зерттеу нәтижелері бойынша диагностикалық график көрсетілген.

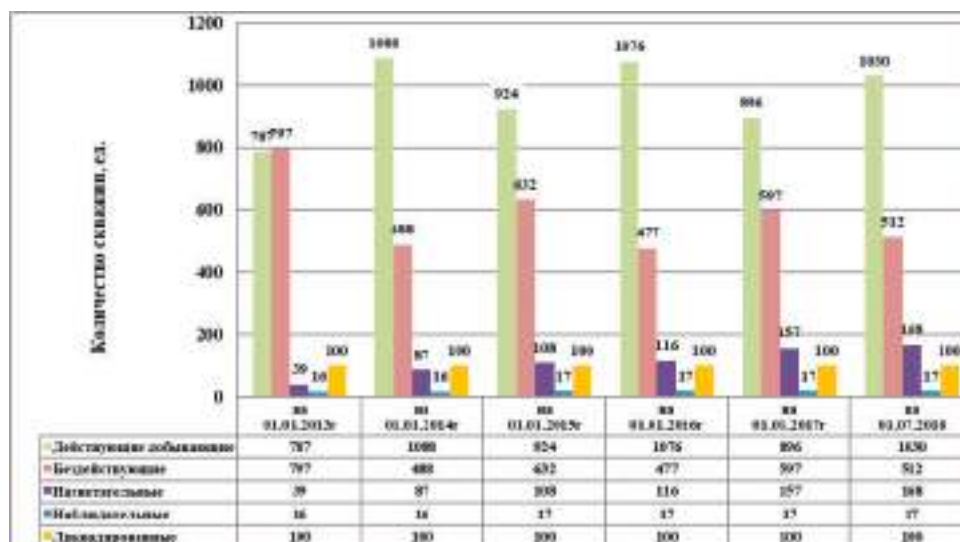


Сурет 4 – 2019 жыл № 1178 ұңғыма бойынша ҚҚК зерттеу нәтижелері бойынша диагностикалық график

Графикте жасыл қысық өлшенген қысымды көрсетеді, ал қызыл қысық - оның туындысы. Уақыттың басында ұңғыма сағасының әсері байқалады. Скин фактор коэффициенті -3,59 құрайды, бұл ұңғыға жақын мандағы қабаттың ластанбағанын көрсетеді. Сондай-ақ, горизонт бойынша (Ю₂-II) III объекті бойынша қолда бар деректерді ескере отырып, өнімділік индексінің орташа мәні 1,449 м³ / (МПа * тәулік), өткізгіштік коэффициенті 0,391 мкм, горизонт бойымен (Ю₂- III) өнімділік индексінің орташа мәні 0,370 м³ / (МПа * тәулік), өткізгіштік коэффициенті 0,457 мкм² құрайды.

Ю₂-I, Ю₂-II және Ю₂-III горизонттары үшін өткізгіштік коэффициенті 0,04, 0,391 және 0,457 мкм², өткізгіштігі Ю₂-I – 0,003; сәйкес келетін объектілер үшін қабат қасиеттерінің өзгеру ауқымы мен орташа көрсеткіші; Ю₂-I – 0,003; Ю₂-II – 0,025; Ю₂-III - 0,009; мкм² *м/ (мПа*с) сәйкесінше.

5-суретте жалпы кен орны бойынша 01.01.2013-01.07.2018 жылдар кезеңіндегі ұңғыма қорының қозғалысы көрсетілген.



Сурет 5 - 01.01.2013-01.07.2018 жылдар аралығындағы ұңғыма қорының қозғалысы

Жұмыс істеп тұрған ұңғымалар санының өсуі және сәйкесінше тоқтап тұрған ұңғымалар санының азаюы байқалады. Айдау ұңғымаларының саны тұрақты түрде артып келеді, бұл негізінен өндіру ұңғымаларын су мен бу айдау ұңғымаларына ауыстырумен байланысты.

Кенорында өндіру ұңғымалары негізінен штангалы терең сорап (ШТС) және сваб әдісін қолданады. Мәліметтерге сүйене отырып ұңғымаларды пайдаланудың негізгі әдістері ШТС, ол кенорын игерудің өндірістік қордың 44,0%, сваб әдісі - 32,25% құрайды. Ұңғымалардың 17,53% -ы бұрандалы сораптармен (ВН) жабдықталған және 6, 3% -ы периодты мерзімде пайдаланылуда. 2014 ж. - 01.07.2018 ж. аралығында ШТС қондырғыларымен жұмыс істейтін ұңғымалардың үлесі 47 бірлікке (500-ден 453 бірлікке) төмендеді, Винтті сораппен жабдықталған ұңғымалар қоры 8 бірлікке (188 -ден 180 бірлікке дейін) төмендеді, сваб әдісімен жұмыс істейтін ұңғымалар саны 332 бірлікке өсті. (0 -ден 332 бірлікке дейін), 65 ұңғыма периодты кезеңде пайдаланылуда, бұл 34 бірлікке 2017 жылмен салыстырғанда төмен. Барлық жаңа ұңғымалар ШТС жабдықталған. Тік беткейде өндіру ұңғымаларын пайдаланудың негізгі әдісі-сорғыш-сорапты сорғы, 1 ұңғыманы сваб әдісімен игеруде [1].

Тұжырымдар. Кеңияқ кенорны бойынша тұз қабатына дейін орналасқан игеру алаңдарындағы пайдалану факторының мәліметтеріне сүйене отырып [2-5] талдау жасай келе 2014 жылдан 2018 жылға дейін кенорынды игеру процесіне әсер ететін факторлар игеру әдісі, ұңғының сулануы, геологиялық -техникалық шаралар өткізу кезеңдері және маусымдық құбылыстар сияқты факторлар әсер етеді. Тұтастай алғанда, пайдалану коэффициенті төмен деңгейде екенін ескеру керек, бұл ұңғыманың нақты жағдайымен және игеру әдісімен тығыз байланысты.

Қорытындылар. Кеңкияқ кен орнының тұз қабатына дейін орналасқан өнімді қабаттарды игеру кейінгі кен орындарын жоспарланған жобаға сәйкес игеруді қамтамасыз ету үшін мұнай ұңғымаларынан сұйықтықтарды көтерудің ұтымды әдісін таңдау қажет. Кеңкияқ кен орнындағы өнімді коллекторлардың геологиялық және физикалық ерекшеліктеріне сәйкес өнімді ұлғайту мақсатында сәйкес жабдықтар таңдалу қажет. «CNPC-Ақтөбемұнайгаз» АҚ компаниясында мұнай ұңғымаларына арналған өндірістік әдістер мен жабдықтарды таңдау процесінде қазіргі уақытта пайдаланатын кеніштік жабдықтардың жағдайын ескеру қажет. Кеңкияқ кен орны кен орындарын игерудегі тұз қабатына дейінгі орналасқан өнімді қабаттар қасиеттерінің ерекшелігі болып оның жоғары тұтқырлықпен сипатталатын айтаеткен жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Проект разработки надсолевых залежей месторождения кенкияк. КазНИПИмұнайгаз, Ақтау, 2018 г.
2. Амелин И.Д., Сургучев М.Л., Давыдов А.В., Прогноз разработки нефтяных залежей на поздней стадии, М.Недра, 1994г., 308с.
3. Багринцева К.И., Трешиноватоеть осадочных пород., М.Недра, 1982г., 256с.
4. G.Zh. Moldabayeva, R.T. Suleimenova, "Scientific and Technical Substantiation of Reducing Oil Viscosity", "International Journal of Engineering Research and Technology" (ISSN 0974-3154) pp 967-972
5. MOLDABAYEVA, GULNAZ; SULEIMENOVA, RAIKHAN; Experimental support of field trial on the polymer flooding technology substantiation in the oil field of western Kazakhstan. «PERIÓDICO TCHÊ QUÍMICA». Volume 17 - Número 35 - 2020 ISSN 2179-0302. pp 963-975.
6. Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Агзамов А. Х., Абилова С. Ж., Балуанов Б. А., Каримова А. С. Эффективность применения физического воздействия на продуктивный пласт для снижения вязкости и увеличения нефтеотдачи пластов. Комплексное использование минерального сырья. №1 (316), стр.53-61., 2021, ISSN 2224-5243.

Анализ результатов гидродинамических исследований скважин и пластов по месторождению кенкияк

Г. Ж. Молдабаева, Р.Т. Сулейменова

Аннотация. В данной статье рассмотрены актуальные проблемы, заключающиеся в дальнейшем эффективном использовании истощенных нефтяных пластов (ИНЗ) на месторождении, повышении их конечной нефтеотдачи на примере месторождения Кенкияк. Предусмотрено регулирование разработки месторождения.

Для измерения скважинного давления по месторождению Кенкияк измеряли пластовое и донное давление скважин через кольцевое пространство с использованием глубинных мономеров. Большая часть измерений производилась в простаивающих и периодически действующих скважинах, при ремонте и ремонте проводились контрольные работы по измерению давления в скважинах [1].

Ключевые слова: гидродинамические исследования, регулирование, контроль, скважина, фильтрационное исследование, повышение нефтеотдачи пласта, штанговый глубинный насос.

Analysis of the results of hydrodynamic studies of wells and strata at the kenkiyak deposit G. Zh. Moldabayeva, R.T. Suleimenova

Annotation. this article, topical issues are considered, which are the further effective use of depleted oil deposits (INZ) at the field, increasing their final oil yield on the example of the Kenkiyak field. Regulation of the development of the field is provided.

To measure well pressure at the kenkiyak field, the bottom pressure of the reservoir and Wells was measured through the annular space using depth monomers. Most of the measurements were carried out in idle and periodically operating wells, and pressure measurement and control works were carried out in wells during repairs and repairs [1].

Keywords: hydrodynamic studies, regulation, control, borehole, filtration studies, increasing the oil yield of the reservoir, rod deep pump.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРАЧАГАНАК

А.Т. Мукашев 

Satbayev University, Алматы, Казахстан

amanmukashev10@gmail.com

Аннотация. Месторождение Карачаганак является одной из крупнейших газоконденсатных залежей в мире. Пласт-коллектор представлен изолированным карбонатным поднятием каменноугольного – раннепермского периода, расположенным на северной границе Прикаспийской впадины. На месторождении Карачаганак основными факторами, которые затрудняют поток продукции, являются образование гидратов и осаждение парафина. Чтобы иметь правильное представление о скорости и об условиях осаждения твердой фазы сопоставляются технологические показатели скважины, такие как дебит ЖУВ, устьевая температура и время образования пробки. Результаты имитационного моделирования, которое выполнялись с целью оценки процесса гидратообразования, показывают, что образование гидратов в НКТ не происходит, а при отсутствии закачки термодинамического ингибитора температура флюида снижается ниже температуры гидратообразования на расстоянии приблизительно 400 м от устья скважины в выкидной линии. Для образования гидратов разность между температурой гидратообразования и температурой флюида (DT_{HYD}) должна быть больше нуля. Результаты дозированной и непрерывной закачки метанола при разных значениях окружающей температуры позволили получить сведения о периодичности и объеме профилактических обработок. Кроме того, рассматривалось влияние сезонных колебаний температуры.

Ключевые слова: Карачаганак, гидратообразование, многофазный поток, температура, парафиновые отложения.

Данная статья преследует цель по результатам моделирования процесса гидратообразования предложить стратегию количественного контроля. В нескольких скважинах на месторождении Карачаганак образование гидратов происходит в течение относительно короткого периода времени, являясь причиной закупорки выкидных линий и отклонения прогнозных показателей от фактических. Процесс образования гидратов негативно сказывается на динамических характеристиках двухфазного флюида. Во время пусконаладочных операций температура выкидной линии часто снижается до температуры гидратообразования. Часто требуется необходимость стравливания выкидной линии до того, как будут полностью достигнуты условия гидратообразования. Способ, который используется на промысле для удаления гидратов в выкидных линиях, предполагает закачку термодинамических ингибиторов, например метанола. Однако, зачастую требуется отжиг на амбаре в сочетании с операциями по закачке метанола.

Таким образом, крайне важно понять, когда в сети добычи продукции наступают условия гидратообразования и определить в каком месте продуктивной сети может начаться процесс образования гидратов. Это позволит осуществлять профилактические закачки метанола в выкидные линии для предотвращения скопления гидратов и обеспечить отсутствие гидратных пробок в линиях.

В качестве исходной точки для построения модели по скважине С20 были введены данные по отклонению ствола скважины, конструкция скважины, технологические параметры добычи и параметры пласта-коллектора.

Для воссоздания состава флюида в пакете Multiflash PVT использовался соответствующий состав флюида, из базы данных PVT. Расчет кривой гидратообразования осуществлялся с помощью модели CPA-Infochem в пакете Multiflash. Справа от кривой гидратообразования осаждение гидратов не предполагается.

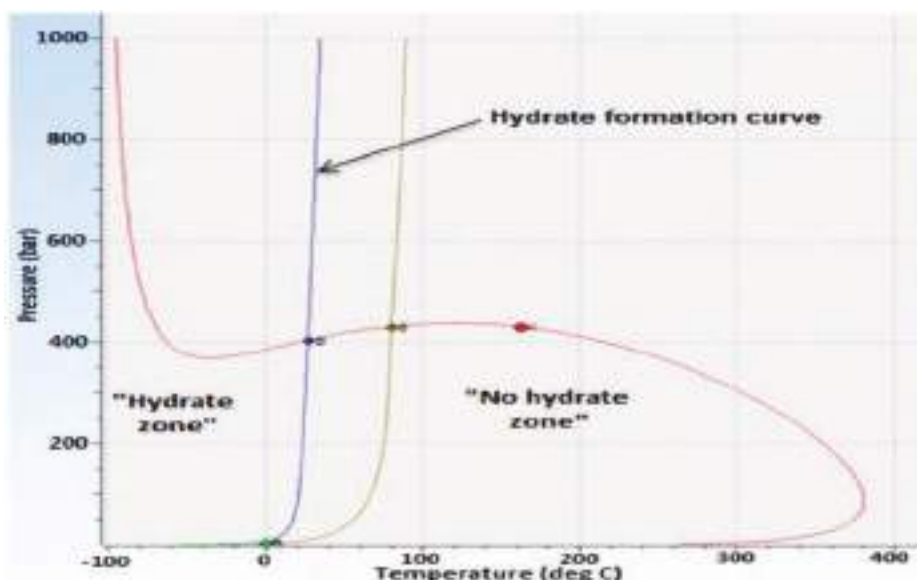


Рисунок 14 – Фазовая диаграмма кривой гидратообразования для скважины C20

Настройка модели проводилась с использованием суммарного объема распределения флюида с учетом варианта линейной модели и изотермической температуры флюида.

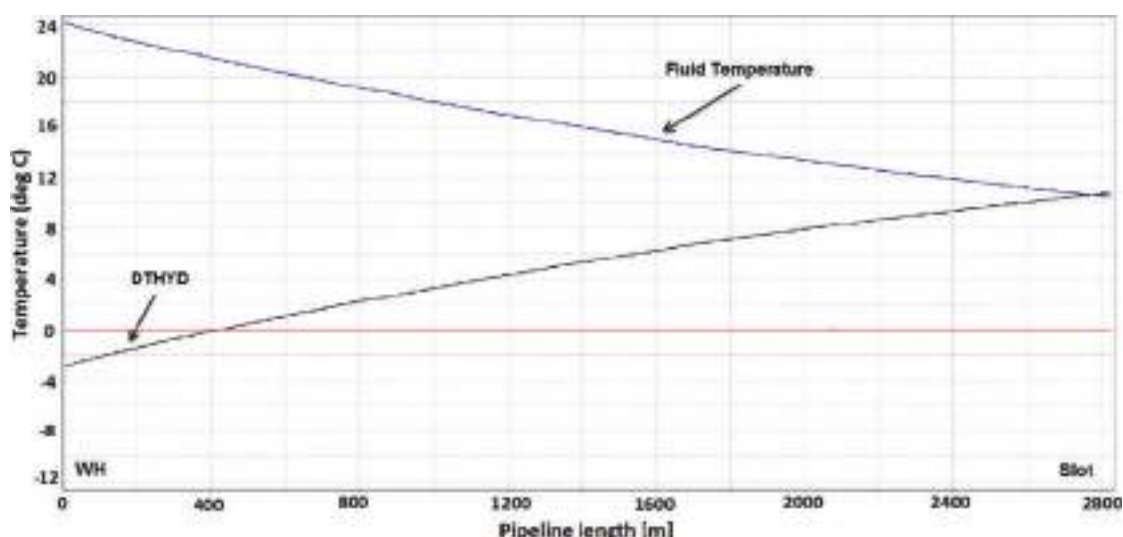


Рисунок 2 – Кривая модели гидратообразования для варианта без закачки метанола

Созданная модель была адаптирована к текущим промысловым данным: дебит 182 м³/сутки, ГФ 1307 ст.м³/ст.м³ и КП 4,4 ст.м³/сутки/бар. Как только модель была адаптирована ее можно использовать для оценки гидратообразования при разных значениях окружающей температуры. Например, при $T_{окр} = 0^{\circ}\text{C}$ на графике изменения температуры флюида значение DTHYD, начало образования гидратов, достигается на расстоянии 400 м от устья скважины без закачки метанола. (Примечание: $DTHYD = T_{гидр} - T_{флюид}$). Гидратообразование происходит в том случае, если $DTHYD > 0$.

Для уменьшения гидратообразования в модели проводились два метода закачки метанола: дозированная закачка и непрерывная закачка. Дозированная закачка метанола с расходом 30 кг/ч при $T_{окр}=0^{\circ}\text{C}$, (рис. 2) не эффективна, так как метанол (MeOH) вытекает из выкидной линии в течение короткого периода времени и гидраты образуются снова. Вывод: дозированная закачка метанола не может устранить уже сформировавшуюся гидратную пробку в выкидной линии, что означает необходимость стравливания давления в линии.

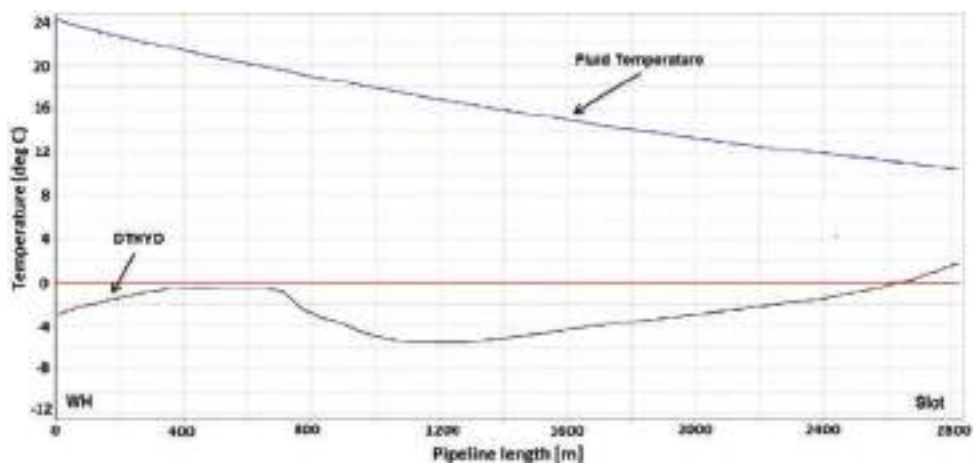


Рисунок 3 – Дозированная закачка метанола (30 кг/ч) при окружающей температуре 0°C

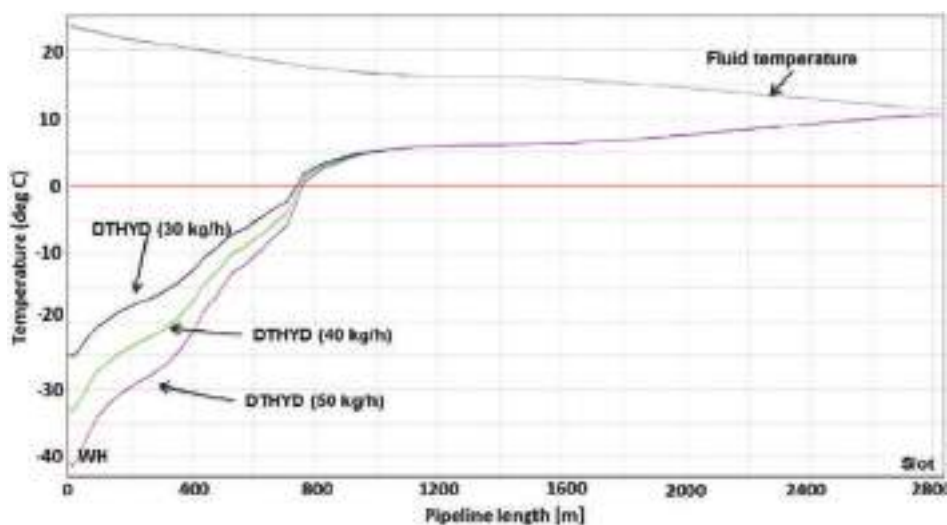


Рисунок 4 – Начало непрерывной закачки метанола при окружающей температуре 0°C

Однако, непрерывная закачка термодинамического ингибитора, например метанола позволяет поддерживать значение $DTHYD < 0$, благодаря чему температура флюида не снижается до значения ниже температуры образования гидратов. На рис. 4 показано, что в начале непрерывной закачки с разным расходом 30 кг/ч, 40 кг/ч и 50 кг/ч значение $DTHYD$ снижается до значения ниже 0°C при $T_{окр.} = 0^\circ\text{C}$.

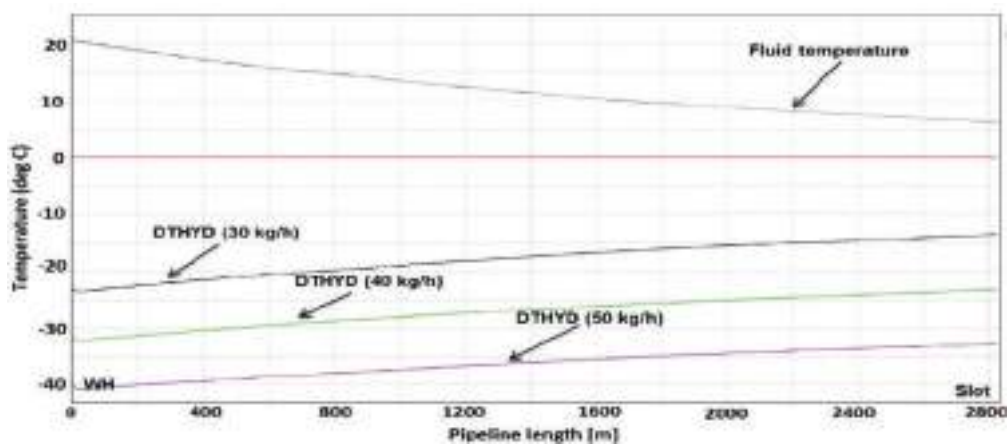


Рисунок 5 – Непрерывная закачка метанола при разных значениях расхода и окружающей температуре 0°C

На рис.5 показано, что по мере продолжения закачки, значение DTHYD становится отрицательным для всего выкидного трубопровода, что указывает на то, что непрерывная закачка обеспечивает условия, при которых в выкидной линии образование гидратов не происходит. Также можно отметить, как изменяется значение DTHYD при разных значениях расхода закачки метанола. Несмотря на то, что все три значения расхода закачки (30кг/ч, 40кг/ч и 50кг/ч) позволяют эксплуатировать трубопровод без образования гидратов, эффективной с точки зрения экономии средств является закачка метанола (MeOH) с меньшим расходом.

Однако, снижение окружающей температуры, особенно в зимнее время может повлечь за собой необходимость увеличения расхода закачки MeOH. Так, например, на рис. 6 показано, что непрерывная закачка метанола с расходом 50 кг/ч не будет предотвращать образование гидратов при $T_{окр.} < -10^{\circ}\text{C}$

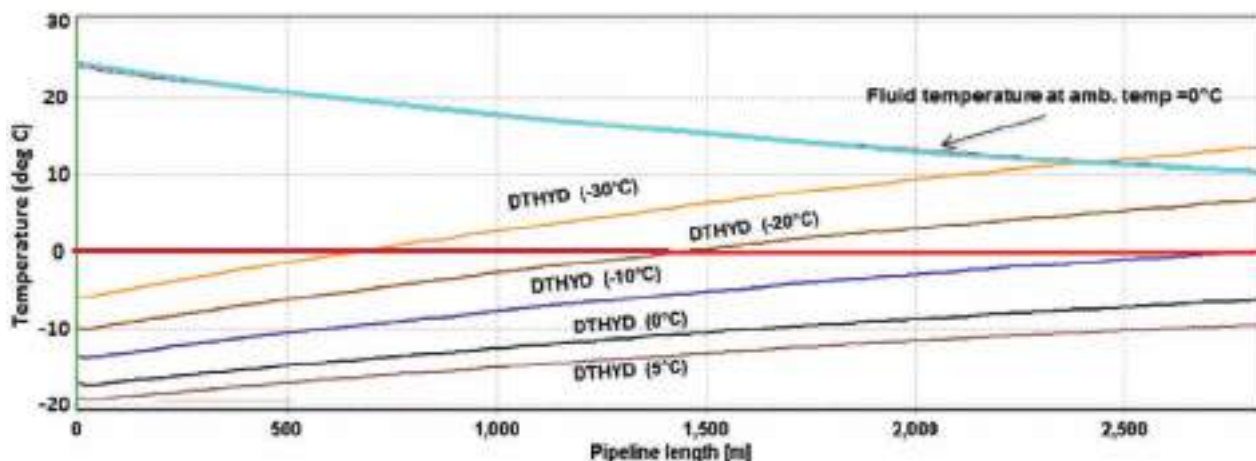


Рисунок 6 – Непрерывная закачка метанола с расходом 50 кг/ч и при разных значениях окружающей температуры

В конечном итоге, были рассчитаны оптимальные значения расхода закачки MeOH с учетом разных значений $T_{окр.}$. Полученные значения представлены ниже:

$T_{окр.}$ ($^{\circ}\text{C}$)	Расход закачки MeOH (кг/ч)
0	40
-10	60
-20	80
-30	100

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Контроль осаждения парафина и образования гидратов в скважинах Карачаганакского месторождения с целью обеспечения стабильного потока продукции: Применение симулятора переходных процессов, Авторское право 2018 г., Общество инженеров нефтегазовой промышленности, SPE-192593-RU
2. Карачаганак — влияние сложной внутренней геометрии на пути движения поток, Авторское право 2014 г., Общество инженеров нефтегазовой промышленности, SPE-172317-RU
3. Общее представление о влиянии осадконакопления и диагенеза на определение характеристик коллектора, Карачаганакское месторождение, Казахстан, Авторское право 2014 г., Общество инженеров нефтегазовой промышленности, SPE-182588-MS
4. Ф. Бигони, О. Борромео, Д. Камочино, А. Франческони и Ф. Луони 2010г. Стратиграфическая структура нижнекаменноугольных отложений на месторождении Карачаганак, Прикаспийская впадина (Казахстан). SPE- 139887.

Қарашығанақ кен орнындағы гидрат түзілістерінің алдын алу және жою шараларын әзірлеу **А.Т. Мукашев**

Андатпа. Қарашығанақ кен орны әлемдегі ең ірі газ конденсат кен орындарының бірі болып табылады. Су қоймасы Каспий ойпатының солтүстік шекарасында орналасқан карбон – ерте пермь кезеңінің окшауланған карбонатты көтерілуімен ұсынылған. Қарашығанақ кен орнында өндіріс ағынына кедергі келтіретін негізгі факторлар гидраттардың түзілуі және парафиннің шөгуі болып табылады. Қатты заттардың шөгу жылдамдығы мен шарттары туралы дұрыс түсінікке ие болу үшін сұйық көмірсутектердің дебиті, ұңғыма сағасының температурасы және тығынның түзілу уақыты сияқты ұңғыманың технологиялық параметрлері салыстырылады. Гидрат түзілу процесін бағалау үшін орындалған модельдеу нәтижелері түтікте гидрат түзілмейтінін және термодинамикалық ингибиторды енгізу болмаған кезде сұйықтық температурасы шамамен гидрат түзілу температурасынан төмен түсетінін көрсетеді. Ағын желісіндегі ұңғыма сағасынан 400 м. Гидрат түзілу үшін гидрат түзілу температурасы мен сұйықтық температурасы (DTHYD) арасындағы айырмашылық нөлден жоғары болуы керек. Қоршаған ортаның әртүрлі температураларында метанолды дозаланған және үздіксіз енгізу нәтижелері профилактикалық емдеудің жиілігі мен көлемі туралы ақпарат алуға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, маусымдық температура ауытқуларының әсері қарастырылды.

Негізгі сөздер : : Қарашығанақ, гидрат түзілісі, көпфазалы ағын, температура, парафин шөгінділері.

Development of measures to prevent and eliminate hydrate formations at the Karachaganak field **A.T. Mukashev**

Abstract. The Karachaganak field is one of the largest gas condensate deposits in the world. The reservoir is represented by an isolated carbonate uplift of the Carboniferous - Early Permian period, located on the northern border of the Caspian depression. At the Karachaganak field, the main factors that impede the flow of production are the formation of hydrates and the deposition of paraffin. In order to have a correct idea of the rate and conditions of solids settling, the technological parameters of the well are compared, such as the flow rate of liquid hydrocarbons, wellhead temperature and plug formation time. The simulation results, which were performed to evaluate the hydrate formation process, show that hydrate formation in the tubing does not occur, and in the absence of injection of a thermodynamic inhibitor, the fluid temperature decreases below the hydrate formation temperature at a distance of approximately 400 m from the wellhead in the flow line. For hydrate formation, the difference between hydrate formation temperature and fluid temperature (DTHYD) must be greater than zero. The results of dosed and continuous injection of methanol at different ambient temperatures made it possible to obtain information on the frequency and volume of preventive treatments. In addition, the influence of seasonal temperature fluctuations was considered.

Keywords: Karachaganak, hydrate formation, multiphase flow, temperature, paraffin deposits.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСАЖДЕНИЯ ПАРАФИНА В СИСТЕМЕ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Д.Б. Рыскелді 

Satbayev university, Казахстан, г. Алматы

rdbdamir@gmail.com

Аннотация. В настоящее время проблемы с отложением парафина практически неизбежны во время добычи сырой нефти. В виду того, что разведка и добыча нефти распространились на глубокие районы акватории и суш с экстремальными условиями и низкой температурой, которые в свою очередь приводят к осложнению в виде отложения парафина. Отложение парафина продемонстрировало серьезную обеспокоенность в перспективах стремлении увеличения добычи нефти из продуктивных горизонтов. Серьезные последствия осаждения парафина способны нарушить эффективную добычу сырой нефти, что в конечном итоге приводит к уменьшению внутреннего диаметра трубы, а также к другим многочисленным негативным последствиям. Традиционные подходы не оказались хорошей альтернативой высоким производственным потерям и неопределенности прибыли в нефтяной промышленности. Однако хорошая прогностическая модель жизненно важна в поиске решения производственных рисков или стратегии вмешательства при обработке воскообразной нефти. В настоящие дни разработана эмпирическая модель для прогнозирования отложения парафина в системах добычи углеводородов. Модель продемонстрировала хорошую способность к прогнозированию по сравнению с лабораторными измерениями.

Ключевые слова: осаждение парафина, температура, модель прогнозирования, эмпирическая модель, перепад.

Как на морских нефтяных месторождениях, так и на месторождениях находящиеся на суше в настоящее время наблюдается тенденция сокращения доказанных запасов углеводородов, в которых также наблюдается понижение температуры. А понижение температуры среды от изначальной может увеличить вероятность возникновения проблем в виде отложения во время добычи сырой нефти. Присутствие парафинов в сырой нефти создает множество проблем для производителей. Проблемы, связанные с их присутствием, варьируются от незначительных до серьезных и зависят от их количества и состава. На добычу нефти может существенно повлиять отложение парафина во время добычи сырой нефти, что приведет к разрушительным экономическим последствиям. Следовательно, прогнозирование проблем с парафином в производственных трубопроводах и поточных линиях, которые могут привести к снижению или остановке производства, имеет важное значение для оптимизации производства и операционной эффективности. Жидкие углеводороды первоначально находятся в равновесии в пласте в условиях пластовой температуры и давления. Парафин обычно состоит из прямых и разветвленных углеводородных цепей и выпадает в осадок из воскообразной сырой нефти при незначительном изменении условий равновесия, что приводит к потере растворимости парафина в сырой нефти. Снижение температуры является наиболее распространенной причиной осаждения парафина, хотя на этот процесс могут повлиять многие другие факторы. Однако растворимость парафиновых восков зависит не только от изменения температуры, но и от физико-химических свойств сырья и других факторов эксплуатации производственной системы.

Проблемы с парафином в нефтедобыче

Нефтяная промышленность занимается проблемами парафина почти с момента своего создания. Основные проблемы, которые может вызвать парафин, включают отложение в трубопроводах, резкое увеличение вязкости или полное ‘гелеобразование’ сырой нефти. Будут ли на предприятии возникать проблемы с парафином, зависит от особенностей химического состава сырой нефти и условий эксплуатации. На многих предприятиях вообще не возникает никаких проблем с парафином, тем не менее, другие столкнулись с проблемами, начиная от серьезных потерь добычи и заканчивая полной закупоркой и остановкой скважин и трубопроводов. В некоторых областях миллионы долларов были потеряны из-за проблем с парафином. Повышенная концентрация тяжелых фрагментов парафина в почти

разработанных и все более глубоких резервуарах - это только начало проблем с парафином. Переменные скорости жидкости в насосно-компрессорных трубах, возникающие в результате воздействия вязкости, отложения парафина в пласте и трубах, а также естественного образования заслонок из-за осаждения твердых органических веществ, - все это приводит к ограничению добычи нефти. Как только сырая нефть выходит из скважины, на передаточные линии, резервуары для обработки и резервуары для хранения негативно влияет присутствие парафиновых восков, смешанных с эмульсиями, твердыми частицами и побочными продуктами коррозии, поскольку полная блокировка производственных систем становится наиболее возможной.

Отложение парафина в продуктивном пласте представляет собой чрезвычайно сложную проблему, которую необходимо решить, как только она начинается, и во многих случаях она связана с прекращением добычи природного ресурса из этих пластов. Хотя верно, что осаждение парафина может быть уменьшено за счет скорости производства, также верно, что существует компромисс между образованием естественно сформированных восковых дросселей. Эти естественные дроссели действуют как регуляторы скорости добычи сырой нефти из завершенной скважины, и, если эти ограничения игнорируются, последствия оказывают глубокое влияние на продолжительность разработки участка добычи. Если в процессе доставки сырой нефти на поверхность скорость потока слишком низкая, вероятность отложения парафина увеличивается, поскольку при прохождении жидкости через зоны с низкой температурой может произойти охлаждение окружающей среды. Однако, если скорость текучей среды очень высока, вероятность осаждения асфальтеновых соединений увеличивается в результате увеличения потенциала потока.

Экспериментальный проект и материалы поточного контура

Исследовать влияние исследуемых условий на парафиновое осаждение, в лаборатории была разработана модельная система парафин–керосиновое масло. Эта модельная парафиновое–керосиновая система была приготовлена путем растворения в керосиновом растворителе (смесь очищенного парафина и керосинового масла в соотношении 3:1 по объему) в виде восстановленного парафина сырой нефти. Лабораторная система с проточным контуром была разработана и сконструирована для моделирования осаждения парафина в теплообменнике. Проточный контур состоит из двухтрубного теплообменника, резервуара из нержавеющей стали с регулируемой температурой (диаметр 360 мм, высота 550 мм, трубчатый погружной нагреватель мощностью 240 В / 3 кВт), вмещающий резервуар объемом 50 л с гидродинамическим погружным насосом для рециркуляции смеси парафина и растворителя, система охлаждения с регулируемой температурой. Центробежный насос для циркуляции охлаждающей жидкости (воды) при температуре окружающей среды месторождения, расходомер, перепускной клапан для регулирования расхода смеси парафина и растворителя и термопары, подключенные к цифровому сканеру–регистратору данных. Изолированная прямая трубка из нержавеющей стали (2,54 см (внутренний диаметр) 3,8 см (наружный диаметр) длиной 67 см) и клапан из нержавеющей стали использовались до того, как смесь парафина и растворителя поступила в теплообменник.

Порядок проведения экспериментов по осаждению воска

Проточный контур был собран, и резервуар объемом 50 л был заполнен смесью парафина и растворителя. После достижения желаемых температур нагрева и охлаждения ванны погружной насос включился. Перепускной клапан был отрегулирован для достижения желаемого расхода. Процесс осаждения был начат путем циркуляции охлаждающей жидкости (воды) с постоянной скоростью потока из охлаждаемой ванны через кольцевую сторону теплообменника. Охлаждающая жидкость постоянно поддерживалась при температуре окружающей среды месторождения из которого была взята проба нефти. Во время каждого эксперимента по осаждению показания температуры смеси парафин–растворитель на входе, температуры охлаждающей жидкости на входе и температуры охлаждающей жидкости на выходе, а также расхода смеси парафин–растворитель регистрировались с помощью цифрового сканера данных и расходомера. Эксперимент с осаждением был прекращен

остановкой погружного насоса. Циркуляция охлаждающей жидкости была прекращена, и теплообменник был демонтирован для тщательного удаления парафинового налета в камере осаждения. Осадок был взвешен на электронных весах, чтобы определить его массу. Образец осадка (смесь парафина и растворителя) сохраняли для анализа, а оставшуюся часть возвращали в резервуар для смеси парафина и растворителя для последующих экспериментов по осаждению. Эта переработка отложений позволила составу смеси парафина и растворителя оставаться почти постоянным между запусками.

Ограничения предыдущих моделей

В модели радиального массового потока, исследователь Свендсен предположил условия квазистационарного состояния и пренебрег эффектами фазового перехода, утверждая, что они незначительны по сравнению с теплотой конвекции. В случае производственного трубопровода, остановленного из-за аварийной ситуации или технического обслуживания, эффекты фазового перехода не могут быть незначительными во время его статического охлаждения, особенно если теплопередача была доминирующим механизмом осаждения, а формулировка переходного состояния может лучше отражать реальный процесс, происходящий в трубопроводе. Кроме того, авторы использовали неправильную формулировку, очень распространенную в большинстве моделей осаждения парафина, которая применяет правило цепочки к закону молекулярной диффузии Фика для учета температурных эффектов. Использование этой формулировки подразумевает использование коэффициентов молекулярной диффузии с движущей силой, представленной градиентом температуры. Эта формулировка неверна, поскольку закон диффузии Фика подвергается воздействию постоянной температуры и давления. Ученый Сингх и другие предположили, что доминирующим механизмом осаждения парафина была молекулярная диффузия, пренебрегаемая диффузией частиц, которая оказывала незначительное влияние на осаждение, наблюдаемое из их контура потока. Они также предполагали, что все процессы находятся в квазистационарном состоянии, поэтому переходные тепловые эффекты не рассматривались. Для переходного случая, изучаемого в этом исследовании, эти предположения могут быть чрезмерными упрощениями.

Разработка модели прогнозирования отложений парафина

Несмотря на то, что тема осаждения парафина при добыче сырой нефти хорошо изучена, инструментальные надежные и реалистичные экспериментальные измерения, и оценки, используемые для прогнозирования, все еще ограничены. До сих пор доступно лишь несколько надежных экспериментальных методов прогнозирования и подходов для получения доступа и количественной оценки процесса осаждения, особенно в условиях эксплуатации и реалистичных условий трубопроводов или резервуаров. Однако парафины труднее понять, чем чистые твердые вещества, потому что они представляют собой сложные смеси твердых углеводородов, которые вымерзают из сырой нефти, если температура достаточно низкая. Как правило, твердые вещества с высокой молекулярной массой выпадают в осадок всякий раз, когда пропускная способность воскообразного сырья уменьшается. Было подтверждено, что температура является основным параметром, контролирующим насыщение жидкости растворителем. Однако растворимость углеводородов с более высокой молекулярной массой зависит от температуры, скорости потока и времени пребывания в среде низкого давления. Осаждение парафина происходит в различных условиях из-за сложности процесса осаждения парафина, для его прогнозирования была разработана эмпирическая модель. Переменные, влияющие на осаждение парафина, рассмотренные в этом исследовании, включают: перепад температур, скорость потока и время пребывания, и их эмпирическая взаимосвязь была получена с использованием упрощенного подхода, представленного в новой модели, разработанной в этом исследовании, специально для прогнозирования осаждения парафина в системах добычи углеводородов в виде упрощенного математического уравнения, приведенного ниже:

$$W_1 = M_A \Delta T + C_1, \quad (1)$$

$$W_2 = M_B Q + C_2 , \quad (2)$$

$$W_3 = M_C t + C_3 . \quad (3)$$

где ΔT = температура ($^{\circ}\text{C}$), Q = скорость потока (мл/мин), T = время (мин) и W = % парафин(воск).

Линеаризующие уравнения (1-3) дают:

$$W_{\text{общий}} = M_A T + M_B Q + M_C t + C_{\text{общий}} . \quad (4)$$

Сравнение уравнения (4) с общим уравнением прямой линии:

$$Y = MX + C , \quad (5)$$

где W = % парафин(воск), $M = M_A \Delta T$;

$X = M_B Q$, $C = M_C t + C_{\text{общий}}$.

Пример результата представлены на (рис. 1)

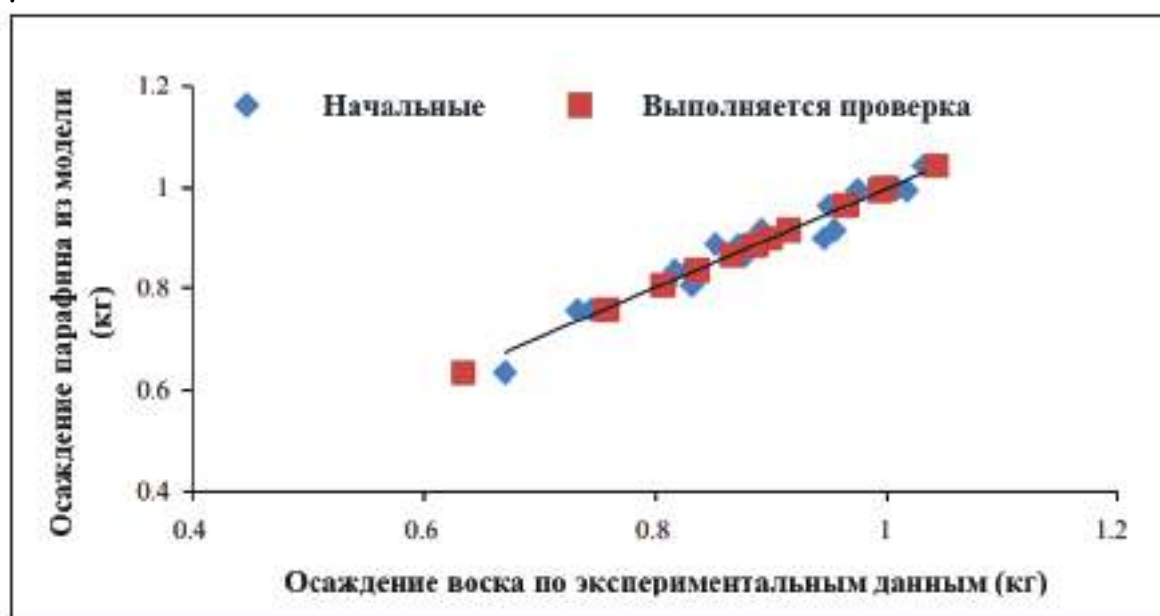


Рисунок 1 – Сравнение между экспериментальным и прогнозируемым массовым содержанием воска для всех 20 запусков

Результаты и обсуждения сценарии осаждения парафина

Всестороннее экспериментальное исследование осаждения парафина было проведено для улучшения понимания процесса осаждения и для оценки потенциальной серьезности любых заданных эксплуатационных проблем, связанных с парафином, при этом испытание поточного контура обеспечивает наилучшее прямое представление о системах добычи нефти на месторождении. Испытание на осаждение парафина было смоделировано в лаборатории с использованием воспроизведенных значений средней плотности сырой нефти, чтобы определить ситуации, которые могут потребовать осаждения парафина. Парафина растворимы в пластовых условиях, но начинают выпадать в осадок, когда состояние пластовой жидкости (сырой нефти) нарушается таким образом, что превышает предел растворимости (точка помутнения) для одного или нескольких компонентов. Парафины являются высокомолекулярными соединениями, и их растворимость имеет сложную зависимость от снижения температуры и других условий эксплуатации производственных систем.

Температура появления парафина воскообразной жидкости (3:1 парафиновый воск и керосиновое масло) составляла 43,54°C. Это было определено с использованием метода IP389/90. До тех пор, пока рабочая температура остается выше допустимой, осаждения парафина не произойдет. Температура воскообразного растворителя варьировалась во время эксперимента от 40°C до 55°C; чтобы эффективно исследовать влияние перепада температур, в то время как температура охлаждения постоянно поддерживалась на уровне 27°C, чтобы учесть все сезонные колебания месторождения на протяжении экспериментов. Разница температур между маслом и поверхностью трубы. Это было удобно представлено как разница в температуре между воскообразным растворителем и охлаждающей жидкостью, когда они входят в контур потока. Как упоминалось ранее, для осаждения парафина должна существовать разница температур (ΔT) между воскообразной жидкостью и более холодной поверхностью осаждения.



Рисунок 2 – Образцы мягких восковых отложений при повышении температуры до точки помутнения



Рисунок 3 – Изображение отложений твердого парафина в трубопроводе при увеличении расхода при низкой температуре 40°C

Из экспериментальных наблюдений следует, что при рабочей температуре выше 60°C осаждения парафина не наблюдалось, что было выше точек помутнения всех исследуемых образцов сырой нефти. Следовательно, процесс образования кристаллов и их дальнейшего осаждения зависит от перепада температур. Хотя сложность смеси, с которой проводилось это исследование, зависела от различных параметров, при которых происходило осаждение парафина. Однако аспект гидродинамики не был исследован в рамках данного исследования. Эксперимент повторяли 6 раз с интервалом в 3 минуты каждый и скоростью потока в диапазоне от 100 до 500 мл/мин. Однако, как только температура опускалась ниже точки помутнения, осажденные образцы парафина извлекали из двойной трубы-теплообменника с помощью воздушного компрессора высокого давления. Основываясь на контексте снижения температуры и других изменяющихся факторов, возникающих на разных месторождениях

нефти, сценарии осаждения парафина были практически смоделированы в лаборатории, чтобы количественно оценить возможность возникновения отложения парафина. На рисунке 2 показаны полутвердые отложения парафина, когда температура была снижена до 50°C. Морфология осажденных образцов показала, что они болотистые и мягкие, что может быть результатом непосредственной близости рабочей температуры к точке помутнения жидкости при минимальной скорости потока 200 мл/мин. В то время как результат из рис. 3 показало, что отложения парафина были более твердыми при снижении рабочей температуры до 40°C и более высокой скорости потока 400 мл/мин.

Выводы

В этой работе был проведен подробный обзор по проблемам осаждения парафина. Кульминацией этих усилий стал удобный инструмент для начинающих исследователей, позволяющий легко ознакомиться со всеми аспектами проблем осаждения парафина. Была сконструирована система поточного осаждения парафина, которая имитирует осаждение парафина в производственных трубопроводах и поточных линиях. Количество (вес) отложений парафина измеряли и наносили на график для каждого эксперимента, а результаты анализировали. Эксперименты проводились с использованием смеси парафина и керосинового масла в лабораторном проточном контуре. Осаждение проводилось при широком диапазоне параметров, включая:

- время проживания
- скорость потока
- перепад температур.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмед, С.И., Мохаммед, А.Х., Найеф, М.Г., 2007. Математическая модель и усовершенствованное управление полимеризацией олефинов в газовой фазе в каталитических реакторах с псевдоожигаемым слоем. *Chin. J. Chem. Eng.* 16 (1), 84-89.
2. Алекс Хант, 1996 год. Сохраняется неопределенность в прогнозировании отложения парафина, Журнал "Нефть и газ". ООО "Тексако", Лондон.
3. Шоу, А.М., Дойл, Ф.Дж., Швабер, Дж.С., 1997. Динамический нейросетевой подход к моделированию нелинейных процессов. *Вычислительная химия*. англ. 21, 371-385.
4. Крик, Дж.Л. и др., 1999. Осаждение воска в однофазном потоке. *J. Pet. Sci. Eng: Равновесие жидкой фазы* 158-160, 801-811.
5. Бургер, Э.Д., Перкинс, Т.К., Стриглер, Дж.Х., 1981. Исследования отложения воска в трансалаяскинском трубопроводе. *J. Petr. Техн.*, 1075-1086.
6. Б. Амин, М. Филипп; Ж.Ф. Агассан, М. Дарбуре, А. Гийом, Э. Пюррьер, 2008. Осаждение воска в трубопроводах: Эксперименты и исследования с использованием нового подхода (SPE 115293).
7. Экех, М.К., Хикмат, С.С., Абу, А.М., 2010. Влияющие факторы, определяющие осаждение парафина во время добычи сырой нефти. *Инт. J. Phys. Sci.* 5 (15), 2351-2362.
8. Елеманов Б.Д., Герштанский О.С. Осложнения при добычи нефти : Наука, 2007. 128 – 152.

Д.Б. Рыскелді

Көмірсутектерді өндіру жүйесінде парафиннің түзілуін болжау

Андатпа. Қазіргі уақытта шикі мұнай өндіру кезінде парафинді шөгу проблемалары сөзсіз. Мұнайды барлау және өндіру су айдыны мен құрлықтың терең аудандарына төтенше жағдайлар мен төмен температурамен таралғандығына байланысты, бұл өз кезегінде парафин шөгіндісі түрінде түзілуіне әкеледі. Парафиннің шөгуі өнімді қабаттан мұнай өндіруді ұлғайту перспективаларына үлкен алаңдаушылық білдірді. Парафинді шөгуінің ауыр салдары шикі мұнайды тиімді өндіруді бұзуы мүмкін, нәтижесінде құбырдың ішкі диаметрінің төмендеуіне, сондай-ақ басқа да көптеген жағымсыз салдарға әкеледі. Дәстүрлі тәсілдер жоғары өндірістік шығындар мен мұнай өнеркәсібіндегі пайда белгісіздігіне жақсы балама бола алмады. Алайда, жақсы болжамдық модель өндірістік қауіптердің шешімін немесе парафин майын өңдеуге араласу стратегиясын іздеуде өте маңызды. Қазіргі уақытта көмірсутектерді өндіру жүйелерінде парафиннің шөгуін болжау үшін эмпирикалық модель жасалды. Модель зертханалық өлшеулермен салыстырғанда жақсы болжау қабілетін көрсетті.

Негізгі сөздер: парафиннің шөгуі, температура, болжау моделі, эмпирикалық модель, айырмашылық.

D.B. Ryskeldi

Prediction of paraffin deposition in the hydrocarbon production system

Abstract. Currently, problems with paraffin deposition are almost inevitable during crude oil production. In view of the fact that oil exploration and production has spread to deep areas of the water area and land with extreme conditions and low temperatures, which in turn lead to complications in the form of paraffin deposition. The deposition of paraffin has demonstrated serious concern about the prospects for an increase in oil production from productive horizons. Serious consequences of paraffin deposition can disrupt the efficient production of crude oil, which ultimately leads to a decrease in the inner diameter of the pipe, as well as to numerous other negative consequences. Traditional approaches have not proved to be a good alternative to high production losses and profit uncertainty in the oil industry. However, a good predictive model is vital in finding a solution to production risks or an intervention strategy in the processing of waxy oil. Currently, an empirical model has been developed to predict the deposition of paraffin in hydrocarbon production systems. The model has demonstrated good predictive ability compared to laboratory measurements.

Keywords: paraffin deposition, temperature, prediction model, empirical model, gradient.

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ PVT СВОЙСТВ ФЛЮИДОВ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

А. Сакабеков^{ID*}, Ж. Сейткулова^{ID}, Н. Мекебай^{ID}

Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

* a.sakabekov@satbayev.university

Аннотация. В научной статье описывается методика проведения PVT анализа нефти одного из месторождений Западного Казахстана с использованием корреляции на программном обеспечении VISUALPVT. Данная методика основана на использовании уравнений состояний флюидов в пластовых условиях и численного моделирования корреляционных зависимостей PVT свойств. Для уточнения и оценки свойств флюидов, при недостатке исходных данных лабораторных экспериментов, имеются два подхода. Первый из них это проведение аналитических расчетов с использованием уравнений состояния. Для флюидов, которые аппроксимируются изотермической моделью, объемные коэффициенты и вязкости являются функциями от давления и определяются при постоянной пластовой температуре. Другой подход опирается на использовании корреляционных зависимостей свойств нефти от градиента давлений. Широкое применение на современном этапе получило использование PVT корреляций, в рамках процедуры препроцессинга при построении гидродинамических моделей. Необходимость использования корреляций возникает в задачах моделирования пластовых флюидов и технологических процессов в условиях недостатка информации о свойствах нефти. В качестве входных данных для расчета по корреляциям использовалось начальное пластовое давление, приведенное к уровню водо-нефтяного контакта, давление насыщения, плотность нефти, объемный коэффициент и газосодержание при давлении насыщения.

Ключевые слова. PVT свойств флюидов, уравнений состояний флюидов в пластовых условиях, корреляционные зависимости свойств нефти от градиента давления.

Нефть одного из месторождений Западного Казахстана характеризуется как маловязкая, парафинистая, содержащая в себе асфальто-смолистые вещества. Свойства нефти и газа данного месторождения оценены по пробам, отобранным во время опробования и эксплуатации скважин. Физико-химические свойства пластовой нефти месторождения в начальных условиях оценены по результатам шести глубинных проб из трех скважин. Результаты исследований по всем пробам имеют хорошую сходимость, что позволяет с достаточной точностью оценить начальные свойства пластовой нефти.

Нефть характеризуется плотностью и вязкостью в стандартных условиях равными 0,8475 г/см³ и 2,31 мПа*с соответственно. В пластовых условиях нефть характеризуется значительной недонасыщенностью газом. Давление насыщения колеблется в пределах 5,38-6,25 МПа и в среднем составляет 5,96 МПа. Содержание растворенного газа по пробам невысокое 43,62-51,63 м³/т, в среднем по продуктивному горизонту составляет 48,3 м³/т. Тяжелый состав газа и хорошая растворяющая способность нефти обуславливают сравнительно высокие значения коэффициента растворимости газа – в среднем 6,9 м³/м³*МПа. Объемный коэффициент находится в соответствии с давлением насыщения и равен 1,148. На рисунках 1 и 2 представлены кривые дифференциального разгазирования пластовой нефти, характеризующие изменение ее основных свойств (объемного коэффициента, плотности и вязкости) по мере снижения пластового давления. Опыты ступенчатого разгазирования были проведены по глубинным пробам для трех скважин.

Как видно, характер кривых по скважинам является сходным, что позволяет использовать их для оценки изменения параметров пластового флюида по продуктивному коллектору. По точкам можно составить табличные зависимости PVT свойств для нефти.

Однако для достижения точности моделирования и прогнозирования поведения флюида в пластовых условиях этих данных может оказаться недостаточно, например количество отборов из скважин ограничено или полученные данные необходимо подтвердить экспериментами.

Существует два метода уточнения и оценки свойств флюидов, при недостатке исходных данных лабораторных экспериментов.

Один из них это проведение аналитических расчетов с использованием уравнений состояния [4]. Для флюидов, которые аппроксимируются изотермической моделью [5,6], объемные коэффициенты и вязкости являются функциями от давления и определяются при пластовой температуре $T = const$.

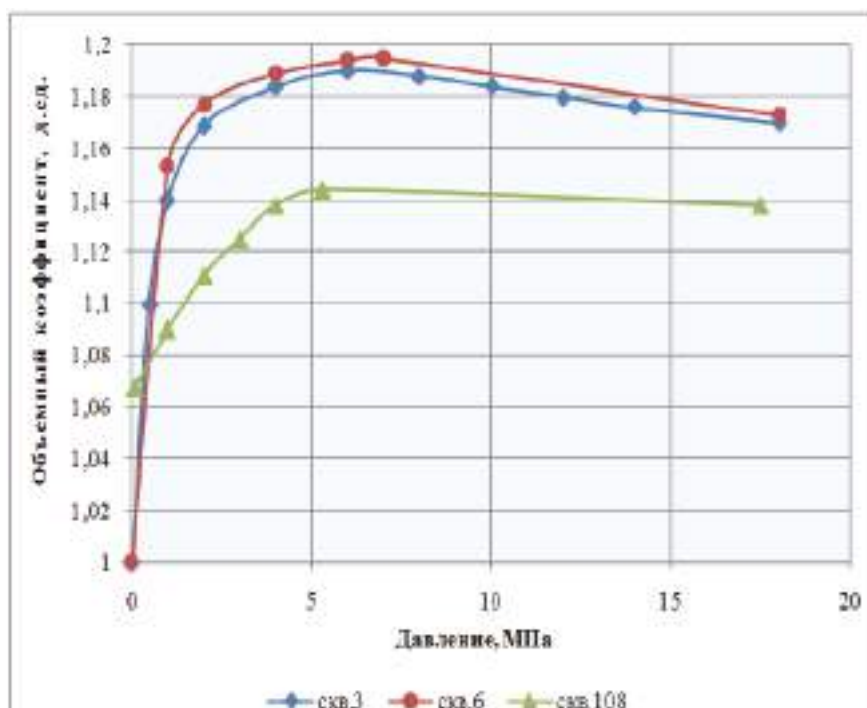


Рисунок 1 - Зависимость объемного коэффициента пластовой нефти от давления

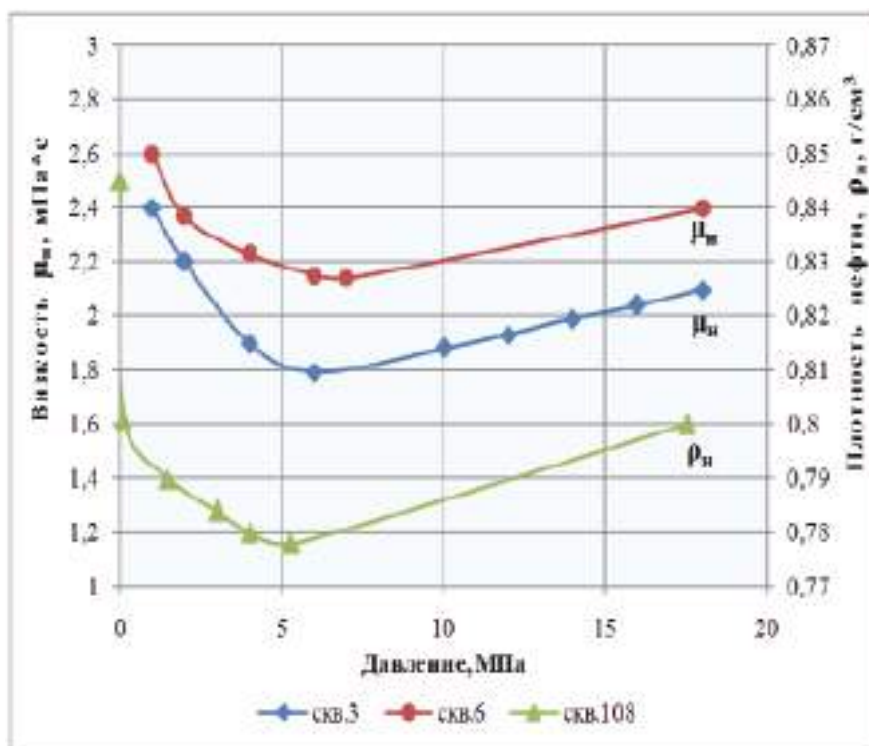


Рисунок 2 - Изменения плотности и вязкости пластовой нефти от давления

Плотность нефти в пластовых условиях легко определяется при помощи объемного коэффициента нефти из соотношения объема флюида, измеренного в пластовых условиях к объему нефти в стандартных условиях [4]:

$$\rho_o = \frac{\rho_{STC}}{B_o}. \quad (1)$$

Зависимость объемного коэффициента нефти от давления выводится из уравнения состояния [5]:

$$c_o = \frac{1}{\rho_o} \cdot \frac{\partial \rho}{\partial P} = - \frac{1}{B_o} \cdot \frac{\partial B_o}{\partial P}. \quad (2)$$

Интегрируя уравнение (2) получим

$$B_o = B' e^{-c_o(P-P')}. \quad (3)$$

Отсюда при малых изменениях P :

$$B_o = B'[1 - c_o(P - P')] \quad (4)$$

где B' – значение объемного коэффициента при давлении P' , переход (flash) из одного состояния флюида в другое при изменении давления [4].

Экспериментально доказано, что коэффициенты вязкости нефти при давлениях выше давления насыщения увеличиваются с повышением давления. При больших изменениях давления (до 100 МПа) зависимость вязкости пластовых нефтей от давления носит экспоненциальный характер изменения [1]:

$$\mu_o = \mu' \exp[-a_\mu(P' - P)]. \quad (5)$$

При малых изменениях давления P эта зависимость имеет линейный характер:

$$\mu = \mu'[1 - a_\mu(P' - P)] \quad (6)$$

где μ' – значение вязкости нефти при фиксированном значении давления P' ;

a_μ – коэффициент, определяемый экспериментально и зависящий от компонентного состава нефти.

Другой метод опирается на использовании корреляционных зависимостей свойств нефти от градиента давлений [2,3]. Широкое применение на современном этапе получило использование PVT корреляций, в рамках процедуры препроцессинга при построении гидродинамических моделей. Необходимость использования корреляций возникает в задачах моделирования пластовых флюидов и технологических процессов в условиях недостатка информации о свойствах нефти.

Интерпретация исходных данных нефти осуществлялась на программном обеспечении VISUALPVT. В качестве входных данных для расчета по корреляциям использовалось начальное пластовое давление, приведенное к уровню водо-нефтяного контакта, давление

насыщения, плотность нефти, объемный коэффициент и газосодержание при давлении насыщения.

На рисунке 3 продемонстрировано моделирование объемного коэффициента нефти с использованием корреляции McCain.



Рисунок 3 – Окно корреляции программы VISUALPVT

ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Халид Азиз, Антонин Сеттари. Моделирование Нефтяных пластов. Applied Science Publishers LTD Лондон
2. Мамуна В.Н., Требин Г.Ф., Ульяновский Б.В. Экспериментальное исследование пластовых нефтей. – М.: ГОСИНТИ, 1960. -144 С.
3. Рыбак Б.М. Анализ нефти. М.: Гостоптехиздат, 1962.
4. Ахмед Т. Поведение углеводородной фазы. Издательство Gulf Publ. Co., Хьюстон, Техас, 1989, стр.221.
5. Байков В.А., Шабалин М.А., Савичев В.И. и др. Коррекция физико-химических свойств нефти путем моделирования с использованием уравнений состояния.// Нефтяная промышленность, 2006, №9 (сентябрь), С.6-8.
6. Брусиловский А.И., Нугаева А.Н. Метод моделирования свойств пластовых нефтей при планировании и разработке месторождений и термодинамических эффектов при разделении добываемых углеводородных смесей // Нефтегазовая технология, 2005, № 5-6, С. 99-105.

Мұнай қабатының гидродинамикалық моделін құрғанда сұйықтың PVT қасиеттерін анықтаудың кейбір тәсілдері

Ә.Сақабеков, Ж.Сейтқұлова, Н.Мекебай

Аңдатпа. Мақалада VISUALPVT программада жасалған корреляция көмегімен Батыс Қазақстандағы бір кенорнының мұнайын PVT талдау тәсілі келтірілген. Бұл тәсіл мұнайдың PVT қасиеттерінің корреляциялық тәуелділігін сандық моделдеу және жер қабаты астындағы сұйық күйінің тендеуін пайдалануға негізделген. Зертханалық эксперименттер арқылы алынған деректер жетіспеген жағдайда сұйық қасиеттерін айқындау және бағалау үшін екі әдіс қолдануға болады. Оның біріншісі

сұйық күйінің теңдеулерін пайдаланып аналитикалық есептеулер жүргізу болып табылады. Изотермиялық моделмен жуықталған сұйықтар үшін, көлемдік коэффициент және тұтқырлық қысымнан тәуелді функциялар болады және тұрақты резервуар температурасында анықталады. Тағы бір тәсіл мұнай қасиеттерінің қысым градиентінен корреляциялық тәуелділігін пайдалануға сүйенеді. Қазіргі кезеңде гидродинамикалық моделді құрастырудың алғашқы процедурасында PVT корреляциясын кеңінен пайдалануға болады. Резервуар флюидтері мен технологиялық процестерді модельдеу кезеңінде мұнай қасиеттері туралы ақпараттың жеткіліксіздігін шешу үшін корреляция пайдаланылады. Корреляция көмегімен есептеу үшін бастапқы деректер ретінде мұнай-су контактысына сай резервуардың алғашқы қысымының, қанығу қысымының және қанығу қысымына сәйкес мұнай тығыздығының, мұнайдың көлемдік коэффициентінің және газ құрамының мәндері пайдаланылды.

Негізгі сөздер. Сұйықтың PVT қасиеттері, сұйық күйінің мұнай қабатындағы теңдеулері, мұнай қасиеттерінің қысым градиентінен корреляциялық тәуелділігі.

Some methods for determining pvt fluid properties in hydrodynamic modeling of oil reservoir **A.Sakabekov, Zh.Seitkulova, N.Mekebai**

Abstract. The methodology of PVT analysis of one of the oil fields in Western Kazakhstan with the use of correlation on software VISUALPVT is presented in the scientific article. This methodology is based on the use of fluid state equations under reservoir conditions and numerical modeling of correlations of PVT properties. There are two approaches for clarification and evaluation of the fluid properties under the shortage of raw data from laboratory experiments. The first of one is to conduct analytical calculations with the use of state equations. For fluids that are approximated by isothermal model, volume coefficients and viscosities are the functions of pressure; volume coefficients and viscosities are determined at constant reservoir temperature. Another approach is based on the use of correlation of oil properties and the pressure gradient. The use of PVT correlations has a widespread use at the present stage, as a part of the preprocessing in constructing hydrodynamic models. The need to use correlation arises from the modeling of reservoir fluids and technological processes in a lack of information about the properties of the oil. The initial reservoir pressure, which was reduced to the level of water-oil contact, the saturation pressure, the density of the oil, volume coefficient and gas content at saturation pressure were used as input data for the calculation of correlations.

Keywords. PVT properties of the fluids, fluid state equations under reservoir conditions, correlation of oil properties and the pressure gradient.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ КРИВЫХ ВОГЕЛЯ И ФЕТКОВИЧА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДЕБИТА НЕФТИ

К.Д. Самусев ^{*}, К.С Заурбеков ^{IP}
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
[*samusev2001@icloud.com](mailto:samusev2001@icloud.com)

Аннотация. В данной статье были частично изучены и сравнены основные методы создания индикаторных кривых, которые позволяют в разы проще анализировать эффективность добывающей скважины. В процессе описания работы были задеты такие важные вопросы, как: история создания каждого из методов, основные предпосылки, определения, позволившие произвести ключевые шаги в ходе развития каждого из методов. Также был описан метод Дюпюи и метод основанный на законе Дарси, которые пользовались популярностью при оценке скважин до появления двух основополагающих. Основной идеей данной работы является именно сравнение двух главенствующих способов построения графика, Вогеля и Фетковича. Были рассмотрены различного рода погрешности, ликвидированная часть которых также вкратце описана внутри основной части. В выводе были приведены все конечные недостатки и преимущества приведенных методов.

Ключевые слова: индикаторная кривая, дебит, забойное давление, насыщенность

Введение. С целью качественной и точной проектировки углеводородных месторождений необходимо учитывать все технические данные и параметры. Для этого составляются индикаторные кривые, зависящие от параметров дебита скважины и забойного давления. Широчайшее применение своим методам составления таких кривых обладают Вогель и Феткович. Метод Вогеля доступен только для давления меньше давления насыщения и является аппроксимацией результатов компьютерного моделирования притока к скважине нефти и выделившегося растворенного газа, в основе данного метода лежит закон Дарси. Феткович предложил альтернативную эмпирическую зависимость относительного расхода флюида от давления на забое, которую он вывел опираясь на данные десятков различных скважин.

Основная часть. При первых попытках рассчитать производительность нефтяных скважин, как правило, исходили из того, что приток в скважину прямо пропорционален разности давлений в пласте. За основу расчетов был принят закон Дарси для стационарного радиального потока однофазной несжимаемой жидкости. При помощи закона выводился коэффициент пропорциональности "PI". График зависимости дебита скважины от соответствующего забойного давления можно построить следующим образом (рис.1), PI скважины является обратной величиной наклона прямой линии. [1]

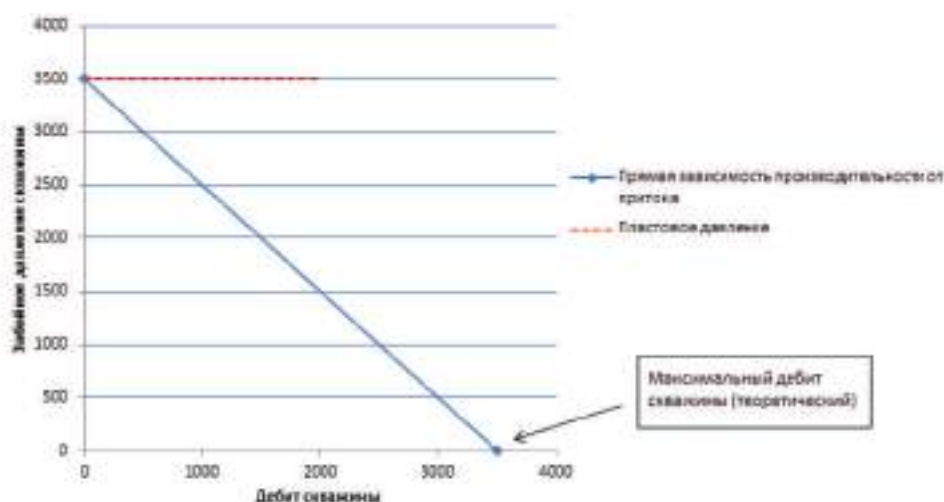


Рисунок 1 – Классическая индикаторная диаграмма, описываемая линейным законом фильтрации

Однако Маскат доказал, что при наличии в пласте двухфазного потока жидкости и газа не следует ожидать, что прямая зависимость сохранится. Он представил теоретические расчеты, показывающие, что графики зависимости дебита от забойного давления для двухфазного потока приводят к кривым, а не прямым линиям. Такие прогнозы для типичного пласта показаны в виде семейства кривых IPR (рис.2). [2]

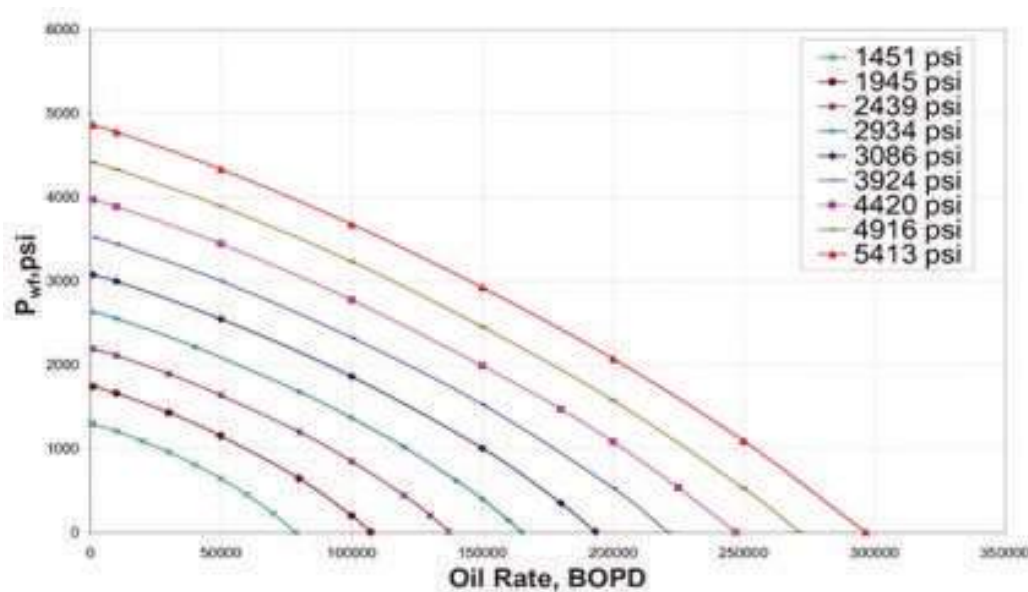


Рисунок 2 – Рассчитанные на компьютере зависимости производительности притока для резервуара с газовым приводом

В свою очередь Вогель, проведя собственный эксперимент, смог доказать то, что при давлении на забое, которое будет ниже чем давление насыщения, прямая относительности дебита нефти к забойному давлению изменится на кривую и описывается следующим выражением [1]:

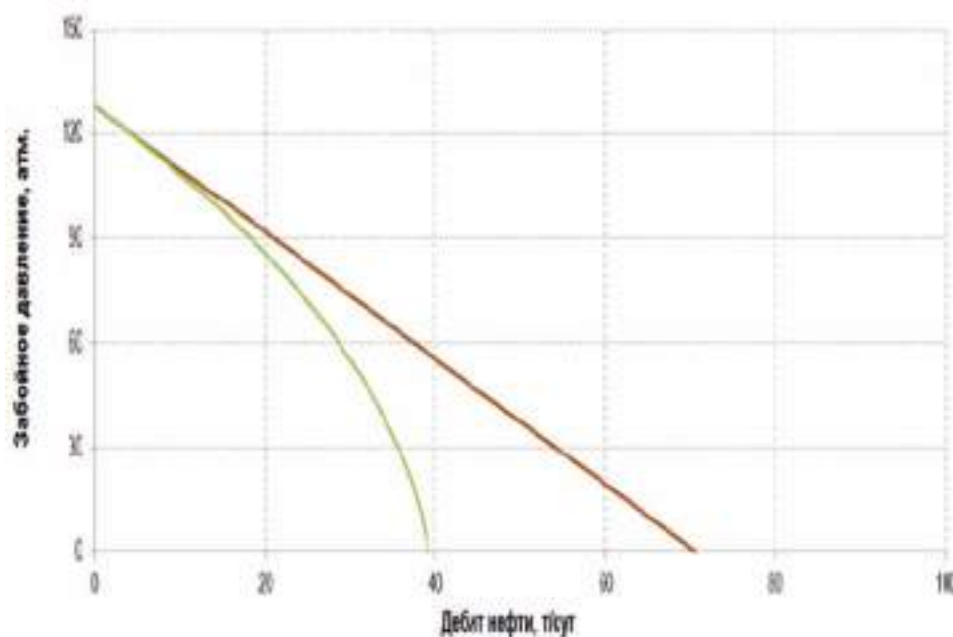


Рисунок 3 – Сравнение полученного Вогелем графика с классической индикаторной диаграммой, описываемой законом Дарси

$$\frac{q_0}{q_{max}} = 1 - 0,2 * \left(\frac{P_{wf}}{P_r}\right) - 0,8 * \left(\frac{P_{wf}}{P_r}\right)^2. \quad (1)$$

Однако с течением времени и многочисленных практик использования данного метода стало ясно, что при применении данной формулы к реальной скважине, действительные показатели дебита в зависимости от забойного давления сильно разнятся. Исходная формула требовала усовершенствования.

Стэндинг попытался исправить неточности в методе определения Вогеля. Главной его задачей было создать метод, который будет учитывать значения скин-фактора, предложив следующее уравнение (рис.3) [3]:

$$\frac{q_0}{q_{max}} = 1 - 0,2 * \left(\frac{P_{wf}'}{P_r}\right) - 0,8 * \left(\frac{P_{wf}'}{P_r}\right)^2, \quad (2)$$

где P_{wf}' - давление поврежденной или стимулированной скважины, определяющееся по формуле:

$$P_{wf}' = P_r - FE * (P_r - P_{wf})$$

Для случая радиального псевдоустановившегося однофазного притока к скважине фактор эффективности притока (FE) можно определить по следующей зависимости:

$$FE = \frac{\ln\left(\frac{0,47 * r_e}{r_w}\right)}{\ln\left(\frac{0,47 * r_e}{r_w}\right) + S_{tot}} \quad (3)$$

Поправка Стэндинга позволила понизить неточности в методе расчета Вогеля, но учета одного скин-фактора при вычислениях недостаточно, поэтому Феткович также занялся данным исследованием.

Феткович М.Дж. в 1973 г. Проведя многоточечные испытания на противодавление, проведенных на нефтяных скважинах, предложил альтернативную эмпирическую зависимость относительного расхода флюида от относительного забойного давления.

Данную зависимость Феткович смог вывести опираясь на результаты анализа 40 различных скважин 6 месторождений при условии притока к ним нефтяной фазы, из которой выделяется растворенный газ (рис.4) [4]:

$$\frac{q_0}{q_{max}} = \left(1 - \frac{P_{wf}^2}{P_r^2}\right)^n \quad (4)$$

Также Феткович предложил уравнения для постоянного притока к скважине растворенного газа:

$$q = J' * (P_r^2 - P_{wf}^2)^n \quad (5)$$

Где: q - дебит нефти; P_r - давление в пласте; P_{wf} - давление на забое; J' - коэффициент продуктивности двухфазной фильтрации; n – степень выражения.

Благодаря тому, что эксперимент был максимально приближен к реальным условиям, вскоре все отношения, выведенные Фетковичем были подтверждены путем компьютерного моделирования [5].

Также Феткович внес существенный вклад в улучшение анализа скважины путем построения индикаторных кривых тем, что смог вывести уравнение, которое будет действительным для варианта с пластовым давлением выше давления насыщения, после изменения зависимость приняла вид:

$$q = K_0 * (P_r - P_s) + J' * (P_r^2 - P_{wf}^2)^n \quad (6)$$

Где: K_0 – коэффициент продуктивности в начале ; P_s - давление насыщения нефти газом при пластовой температуре.

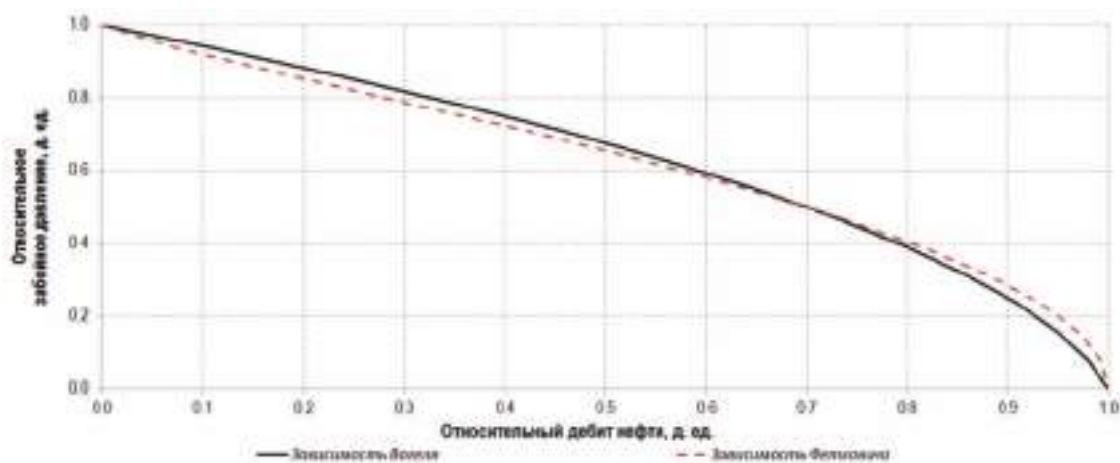


Рисунок 4 Сравнение индикаторных кривых Вогеля и Фетковича.

Вывод. К основным недостаткам индикаторной кривой Вогеля относятся:

- 1). Метод представляет действительные результаты лишь для варианта с высвобождением природного газа. При растворенном варианте данный метод не работает. [6, 3];
- 2). Зависимость получаемых результатов от физико-химических свойств пластовых флюидов;
- 3). Скин-фактор, возникаемый при повреждении призабойной зоны пласта никак не учитывается в данном методе.[5].

Изначально Феткович выбрал маршрут выведения своей зависимости опираясь на результаты полученные Вогелем. Именно поэтому, недостатки метода Фетковича фактически являются теми же, как и у Вогеля, с учетом некоторых поправок, которые описаны в основной части статьи.

Сравнивая между собой два описанных метода можно сказать, что меньшим средним значением абсолютного отклонения характеризовалась зависимость Фетковича – 6,5%; большим Вогеля – 8,7%.

Рассматривая сравнение методов со стороны оценки по минимальному среднему отклонению метод Фетковича оказался выигрышнее, его отклонение от действительных результатов равно 6,5%, в свою очередь отклонение в методе Вогеля – 8,7%.

Таким образом, для минимизации погрешности при оценке технологических показателей геолого-технических мероприятий на группе месторождений углеводородного сырья со схожими физико-химическими свойствами пластовых флюидов и параметрами притока при забойном давлении ниже давления насыщения необходимо проводить предварительный анализ поведения скважин с целью получения адаптированной корреляционной зависимости.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vogel J.V. et al. Inflow Performance Relationships for Solution-Gas Drive Wells. Journal of Petroleum Technology, 1968, T. 20, No. 1, pp. 83-92.
2. Yunusova E.A., Maiski R.A., Kharisov M.N., Yunusova G.F. e.a. Analysis of application efficiency of Vogel's inflow performance relationship for forecasting of oil production rate.
3. Standing M.B. e.a. Inflow Performance Relationships for Damaged Wells Producing by Solution-Gas Drive. Journal of Petroleum Technology, 1970, T. 22, No. 11, pp. 1,399-1,400.
4. Fetkovich M.J. e.a. The Isochronal Testing of Oil Wells. Fall Meeting of the Society of Petroleum Engineers of AIME. 1973.
5. Zainullin N.G., Zinnatov I.Kh., Farkhullin R.G. e.a. Intensification of oil reservoir development with carbonate reservoirs by means of optimization of bottomhole pressures / N.G. Zainullin, I.Kh. - 1992. - №1. - P.29 - 31.

6. Круглова З.М., Майский Р.А., Филиппов В.Н. Применение математического моделирования при исследовании геологических объектов // Информационные технологии. Проблемы решения. 2016. № 1 (3). С. 339-342.

7. Матросов В.Ю., Майский Р.А., Сысолятин А.А. Причины загрязнения призабойной зоны пласта и возможные пути ее устранения // Символ науки. 2016. № 4-4. С. 49-51.

8. Kim V., Baimukhametov M. e.a Review of well-known methods of hydrodynamic studies of wells operating at bottomhole pressure below saturation pressure.// Sciences of Europe # 45. 2019

**Мұнай өндіруді болжауда Вогель және Феткович индикаторлық қисық сызықтарын
қолдану тиімділігін талдау әдістерін салыстыру
К.Д. Самусев, К.С. Заурбеков**

Аңдатпа. Бұл мақалада индикаторлық қисықтарды құрудың негізгі әдістері ішінара зерттелді және салыстырылды, бұл сізге ұңғыманың тиімділігін бірнеше есе оңай талдауға мүмкіндік береді. Жұмысты сипаттау барысында келесі маңызды сұрақтар қойылды: әдістердің әрқайсысының құрылу тарихы, негізгі алғышарттар, анықтамалар, бұл әдістердің әрқайсысының дамуы барысында негізгі қадамдар жасауға мүмкіндік берді. Сондай-ақ, Dupui әдісі және Дарси заңына негізделген әдіс сипатталды, олар екі негіз пайда болғанға дейін Ұңғымаларды бағалауда танымал болды. Бұл жұмыстың негізгі идеясы-графиканың екі негізгі әдісін, Вогель мен Фетковичті салыстыру. Әр түрлі қателіктер қарастырылды, олардың жойылған бөлігі негізгі бөліктің ішінде қысқаша сипатталған. Қорытындыда жоғарыда аталған әдістердің барлық кемшіліктері мен артықшылықтары келтірілген.

Негізгі сөздер: индикатор қисығы, дебит, ұңғы түбіндегі қысым, қанықтылық

**Comparison of methods for analyzing the efficiency of applying the Vogel and Fetkovich indicator curves in
predicting oil flow rates.
K.D. Samusev, K.S. Zaurbekov**

Abstract. In this article, the main methods of creating indicator curves have been partially studied and compared, which make it much easier to analyze the efficiency of a producing well. In the process of describing the work, such important questions were asked as: the history of the creation of each of the methods, the main prerequisites, definitions that allowed key steps to be taken during the development of each of the methods. The Dupuy method and the method based on Darcy's law were also described, which were popular in the evaluation of wells before the appearance of the two fundamental ones. The main idea of this work is precisely the comparison of the two dominant methods of plotting, Vogel and Fetkovich. Various kinds of errors were considered, the eliminated part of which is also briefly described inside the main part. In the conclusion, all the final disadvantages and advantages of the above methods were given.

Keywords: indicator curve, flow rate, bottomhole pressure, saturation

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОКСИ-МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

К.Н. Шаяхмет^{ib}*, Ж. Т. Жетруов^{ib}, К.К. Карсыбаев^{ib}, А.М. Булакбай^{ib},
С.Б. Кулжанова^{ib}

ТОО «КМГ Инжиниринг», г. Нур-Султан, Казахстан

*k.shayakhmet@kmg.kz

Аннотация. Эволюция методов прогнозирования параметров разработки нефтяных и газовых залежей получила новые возможности в связи с развитием цифровых технологий и вычислительных мощностей. Особенно важной вехой для нефтяной индустрии можно считать идею и первые опыты применения искусственных нейронных сетей для разного рода прикладных задач: классификации геолого-технических мероприятий, автоматической интерпретации результатов геофизических исследований скважин и керна. На текущий момент актуальной и не до конца решенной задачей является применение машинного обучения для прогнозирования параметров разработки нефтяных залежей. Возникающие споры при попытках индустриального внедрения технологии связаны с так называемым «черным ящиком» - ситуацией, когда построенная модель не может объяснить физические законы и в процессе расчета нелинейных зависимостей почти невозможно отследить промежуточные результаты. С учетом вышеописанных проблем, на текущий момент лучшей практикой является совмещение моделей машинного обучения и физически-содержательных аналитических моделей, описание которых приведено в данной работе.

Ключевые слова: машинное обучение, искусственные нейронные сети, прогноз параметров разработки.

Введение

Для более полного понимания материала здесь и далее необходимо описание терминов и понятий:

Прокси-модель – математическая или физическая модель подземного пласта, которая по принципу гидродинамического моделирования адаптируется на определенный период времени и используется для получения прогноза параметров разработки;

Машинное обучение - подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться на определенных данных и основываясь на системе подобранных коэффициентов прогнозировать необходимые параметры;

Искусственная нейронная сеть – раздел машинного обучения, а точнее модель, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей, нервных клеток живого организма.

Физически-содержательные методы – методы построения прокси-модели, основу которой составляют принципы материального баланса и закона Дарси. Данные методы предполагают некоторые ограничения, но широко используются в прикладных задачах нефтяной индустрии.

Литературный обзор

Методы прокси-моделирования широко применяются в практике работы нефтедобывающих компаний для оперативного управления заводнением и оптимизации режимов работы скважин. В отличие от гидродинамических симуляторов, в которых должна решаться прямая задача гидродинамики, прокси-модель представляет собой полностью обратную задачу, т.е. проводится подбор параметров для воспроизведения фактической динамики работы скважин. На основе данных закачки и добычи может быть получено важное представление о характеристиках работы залежи. Для принятия оптимального решения по закачке воды, необходимо предсказать реакцию добычи нефти при различных сценариях закачки воды.

Электрические сети с емкостным сопротивлением имеют историческое значение при моделировании процессов движения нефти. Фактически они являются предшественником моделирования подземного резервуара. Использование таких сетей для объяснения поведения подземного потока в пористой среде восходит к 40-м годам XX в. и совпадает с началом разработки первой в мире электронной цифровой вычислительной машины. Гениальный

эксперимент исследователя Брюса^[1] состоял из цепи конденсаторов и резисторов, имитирующих мощные резервуары с водяным приводом.

Валь и другие исследователи^[2] представили применение емкостной-резистивной модели для тестирования производительности четырех самых крупнейших месторождений Саудовской Аравии. Они использовали контроллеры для ввода наблюдаемых дебитов и давлений, следующим шагом выполнили регулировку емкостей и сопротивлений для проведения адаптации расчетных показателей с историческими данными.

В 2003 г. исследователи Альбертони и Лейк^[3] совместно предложили модель межскважинного взаимодействия на основе многомерной линейной регрессии. На основе их работы в 2006 г. Юсеф^[4] разработал модель CRM, которая учитывает эффекты как сжимаемости, так и проницаемости, тем самым лучше фиксируя истинное снижение производительности добывающей скважины и временной лаг между скоростью закачки и дебитом. Далее Сайарпур^[5] в 2009 г. продолжил развитие дальнейшего применения CRM модели для быстрого определения эффективности заводнения и его дальнейшей оптимизации.

Позднее CRM потерпел изменения с учетом различных сценариев разработки месторождений. Например, Кавиани^[6] в 2012 г. изменили CRM способным моделировать случаи с неизмеренными колебаниями забойного давления. Соруш^[7] в 2014 г. внес изменения в CRM с учетом скин-фактора и перерывов работы скважин.

Основная часть

CRM

CRM – емкостно-резистивная модель, которая на основе уравнений материального баланса и Дюпюи позволяет рассчитывать гидродинамическую связь между скважинами. Базовое уравнение материального баланса для пласта с заводнением имеет вид:

$$c_t * Vp * \frac{dp}{dt} = w(t) - q(t), \quad (1)$$

где c_t – общая сжимаемость,

Vp – поровый объем,

p – среднее пластовое давление,

$w(t)$ – приемистость,

$q(t)$ – дебит жидкости.

Дебит жидкости скважин представлен следующим уравнением:

$$q(t) = J(p(t) - p_{wf}(t) \quad (2)$$

где p_{wf} – забойное давление,

J – коэффициент продуктивности добывающей скважины.

Таким образом, p можно выразить через q , p_{wf} и J и, заменив его в уравнении (1), получить:

$$\tau \frac{dq}{dt} + q(t) = w(t) - \tau J \frac{dp_{wf}}{dt}, \quad (3)$$

где значения дебитов и приемистостей в пластовых условиях, и τ – временная константа, представленная как:

$$\tau = \frac{c_t Vp}{J}, \quad (4)$$

Обратная временной константы $\frac{1}{\tau}$ является эквивалентом темпа падения для добычи на естественном режиме работы пласта.

Основные допущения моделей CRM:

неизменная температура пласта;

флюиды и поровый объем слегка сжимаемы;

незначительные капиллярные силы;

постоянный объем с мгновенной реакцией пласта на закачку;

постоянный коэффициент продуктивности.

В качестве основных входных данных используются исторические показатели добычи нефти, воды и закачки, забойные давления добывающих скважин, PVT свойства нефти, объемы пласта.

В данном докладе рассмотрены три модели CRM: CRMT, CRMB и CRMP.

CRMP

Модель CRMP является мультиобъемной моделью, где каждая добывающая скважина имеет свой поровый объем, и учитывает влияние всех нагнетательных скважин, потенциально влияющих на добычу жидкости. (рис. 1).

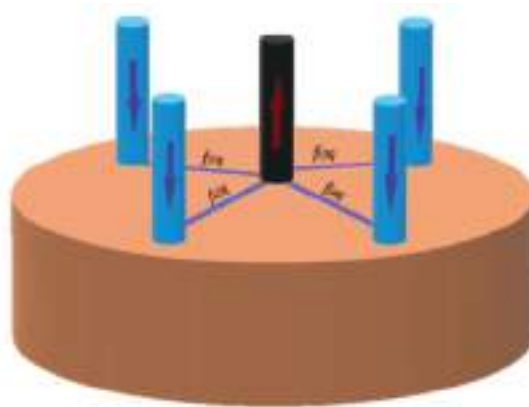


Рисунок 1 – Схематичное представление модели CRMP

Модель CRMP описывается следующим уравнением:

(4)4

$$q_j(t_n) = q_j(t_0)e^{-\left(\frac{t_n-t_0}{\tau_j}\right)} + \sum_{k=1}^n \left\{ e^{-\left(\frac{t_n-t_k}{\tau_j}\right)} \left(1 - e^{-\frac{\Delta t_k}{\tau_j}} \right) \left[\sum_{i=1}^{N_i} [f_{ij} I_i^{(k)}] - J_j \tau_j \frac{\Delta p_{wf,j}^{(k)}}{\Delta t_k} \right] \right\} \quad (5)$$

где,

$q_j(t_n)$ - дебит жидкости в момент времени t_n ;

$q_j(t_0)$ - дебит жидкости в момент времени t_0 ;

$\tau_j = \left(\frac{c_t V_p}{J}\right)_j$ - временная константа;

C_t – общая сжимаемость;

V_p – эффективный поровый объем;

J – коэффициент продуктивности;

Δt_k – временной шаг;

f_{ij} - коэффициент взаимовлияния;

I_i - закачка нагнетательной скважины i ;

J_j - коэффициент продуктивности;

$\Delta p_{wf,j}^{(k)}$ - изменение забойного давления;

c_t - общая сжимаемость;

V_p - эффективный поровый объем.

Основными преимуществами модели CRMP являются возможность индивидуального расчета добычи жидкости по каждой добывающей скважины и определение доли закачки каждой нагнетательной скважины.

Практическое применение CRMP

В рамках практического применения модели CRMP были выполнены следующие работы:

- Разработка алгоритма адаптации;
- Адаптация CRMP на синтетических данных геолого-гидродинамической модели (далее ГГДМ);
- Адаптация на промысловых данных месторождения X;
- Прогноз добычи жидкости и нефти по результатам адаптации на промысловых данных.

Наилучшая адаптация модели CRMP достигается при минимальной среднеквадратичной ошибке (MSE) между фактическими и рассчитанными значениями добычи жидкости по скважине. Для лучшей адаптации расчетных уровней добычи жидкости необходимо подобрать оптимальные значения переменных из формулы (5):

- коэффициента взаимовлияния нагнетательной и добывающей скважин (f_{ij});
- коэффициента продуктивности добывающей скважины (J);
- вовлеченного порового объема добывающей скважины (V_p).

Для подбора оптимальных значений вышеописанных переменных используется итерационный метод численной оптимизации Бройдена — Флетчера — Гольдфарба — Шанно (BFGS), предназначенный для нахождения локального минимума целевой функции (MSE). Оптимальные значения переменных, определенные в результате адаптации используются в дальнейшем для расчета прогнозных дебитов жидкости при задаваемых значениях приемистостей нагнетательных и забойных давлений добывающих скважин.

Все расчеты модели CRMP выполнялись в программном коде на ПО Python.

С целью адаптации модели CRMP на синтетических данных ГГДМ было подготовлено 18 секторных моделей различной сложности с геологическими и физико-химическими свойствами месторождения X. Данная работа выполнялась для оценки работоспособности модели на «чистых» данных приемистостей нагнетательных скважин, дебитов и забойных давлений добывающих скважин.

Выбранный объект месторождения X имеет утвержденный КИН 0,38 ед. (НГЗ - 19,8 млн. т и НИЗ - 7,5 млн. т). На начало года остаточные извлекаемые запасы составляли 3,5 млн. т с накопленной компенсацией 32% и обводненностью 76%. На объекте работает 64 добывающих скважин и 12 нагнетательных скважин.

Для оценки точности прогноза дебитов жидкости добывающих скважин месторождения X были проведены три варианта расчетов адаптации: на полную историю добычи скважин, на последние 200 и 100 дней добычи. Также был рассчитан прогноз дебитов жидкости на три периода различной продолжительности: 7, 30 и 90 дней.

Для прогноза дебита нефти была разработана и реализована физическая прокси-модель CRMP + BFGS + WOR + Ensemble с учетом следующих факторов:

- текущий ВНФ;
- остаточные извлекаемые запасы нефти;
- закачка во влияющие нагнетательные скважины.

Также в ПО Python был реализован классический метод материального баланса, основанный на данных добычи и закачки и результатах обработанных ГДИС. Результаты расчетов прогноза дебита жидкости и нефти подаются в функцию материального баланса в виде входных данных и на выходе функция отображает пользователю графическое представление пластового давления на период прогноза. Материальный баланс был рассчитан отдельно по сводам объекта эксплуатации месторождения X.

Результаты тестирования

На начальном этапе работ, алгоритм модели CRMP был реализован в ПО Microsoft Excel VBA. Точность и надежность прогнозирования дебитов жидкости и нефти по модели CRMP были проверены на синтетической модели с девятью нагнетательными и шестнадцатью добывающими скважинами, со схожими параметрами геолого-физических свойств реальной залежи. В результате итеративного подбора параметров (c_b , V_p , f_{ij}), отклонение дебитов жидкости в целом по синтетической модели от расчетной модели CRMP составило 9%. Среднее отклонение по добывающим скважинам составило 13%.

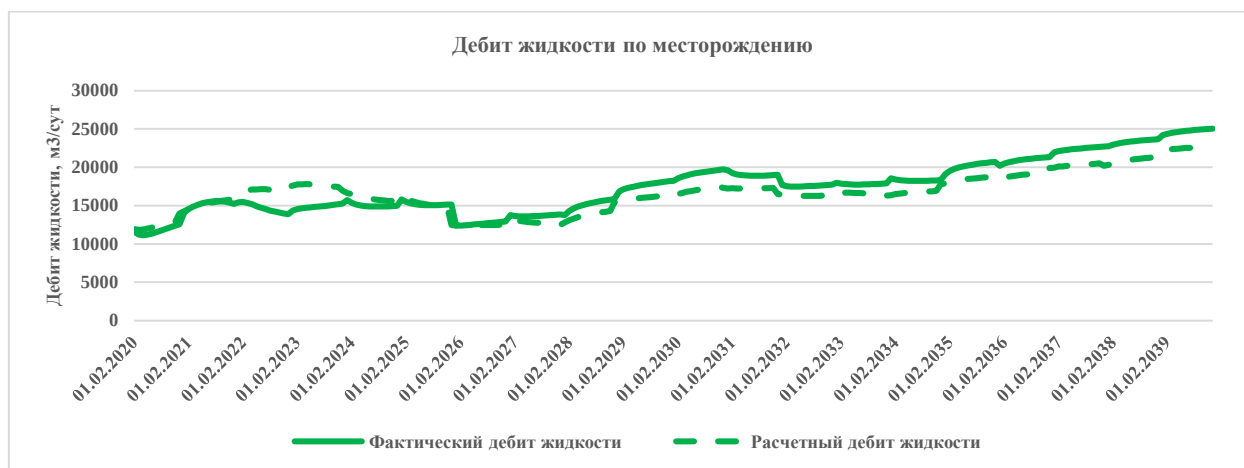


Рисунок 2 – Сравнение динамики добычи жидкости по синтетической модели и CRMP

Поскольку прогнозные расчеты CRMP показали хорошую сходимость с результатами синтетической модели, алгоритм CRMP модели был переписан в ПО Python и последующие расчеты прогнозных вариантов сравнивались с фактическими промысловыми данными месторождения X. I объект месторождения условно разделен на 12 кластеров по методу Вороного, где каждый кластер содержит 1 нагнетательную скважину и окружающие добывающие скважины (всего 59 ед.).

Адаптация модели на фактические промысловые данные была выполнена на период 3-х лет, при котором были получены отклонения абсолютной средней ошибки между фактическими и рассчитанными значениями дебитов жидкости по скважинам в диапазоне от 7% до 32%. Адаптация модели CRMP на фактические промысловые данные (3 года) месторождения X.

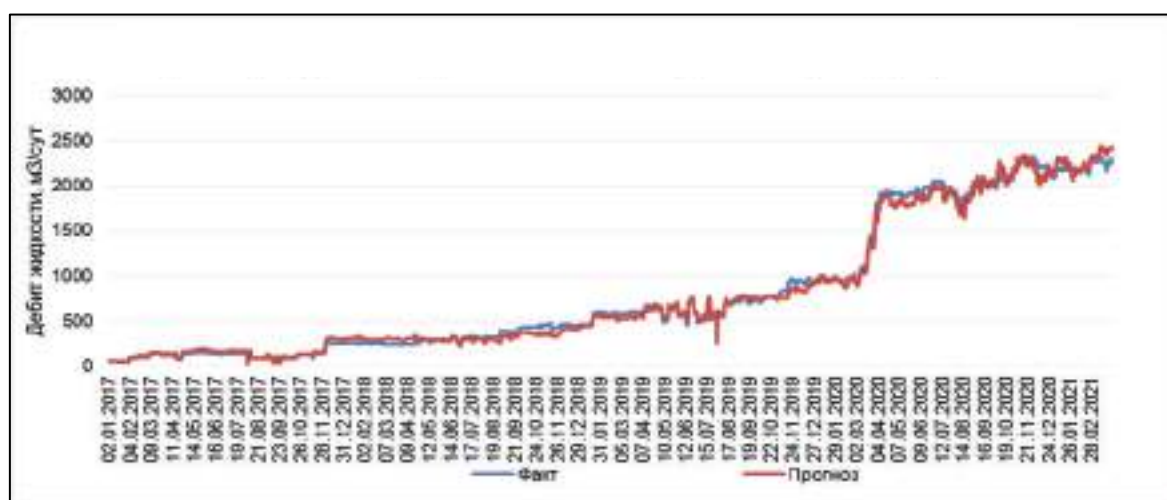


Рисунок 3 – Адаптация модели CRMP на фактические промысловые данные (3 года) месторождения X

Большие отклонения в основном связаны с погрешностью/неточностью промысловых замеров, и нефизичностью продуктивности скважины.

Стоит так же отметить, что адаптация модели на период 3 года значительно увеличивает время расчета, из-за длительной истории разработки. из-за чего были выполнены дополнительные расчеты адаптации на периоды 200 и 100 дней. Адаптация на 100 дней приводит к снижению времени расчетов примерно в 10 раз, расчет адаптации на одну скважину занимает меньше минуты, тогда как к примеру, в первом варианте, из-за длительной истории разработки (3 года), поиск оптимального решения на каждую пару добывающих и нагнетательных скважин занимает от 5 до 10 мин.

С целью улучшения адаптации модели CRMP на фактические промысловые данные, в ПО Python были реализованы различные варианты «слепого тестирования» (blind test). «Слепое тестирование» - это ретроспективный анализ, в котором после адаптации модели к истории разработки выполняются прогнозные расчеты на период, где имеются фактические данные. Отклонение расчетных прогнозных данных от фактических значений отражает качество адаптации модели.

В соответствии с планом, были разработаны 9 вариантов расчета модели с адаптацией на полный период (3 года), 200 дней и 100 дней, и прогнозным периодом на 7, 30 и 90 дней. В результате выполненных расчетов наилучшая адаптация получена по варианту 100 дней адаптации с 30 дневным прогнозом, среднее MAPE по всем скважинам составила - 21.8%.

На рисунке 4 представлены результаты по значениям MAPE с разбиением на кластеры.

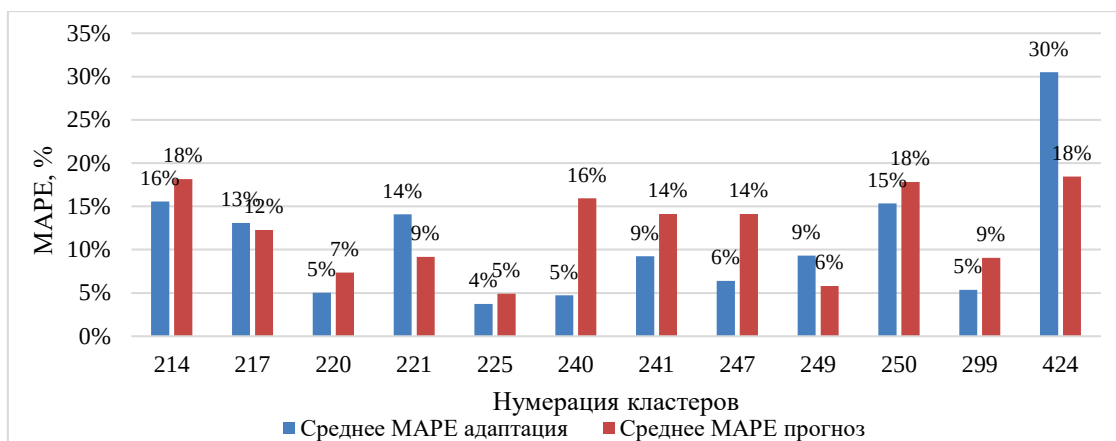


Рисунок 4 – Средние значения MAPE по адаптации на 100 дней и прогнозу на 30 дней

Выводы

Полученные результаты позволяют сделать ряд выводов и выявить направления для будущих работ для улучшения работы алгоритма и применения прокси-моделей:

1. Прокси-модели могут служить альтернативой ГГДМ благодаря скорости и упрощенной физике расчетов для оперативного управления разработкой месторождений;

2. Получена прокси-модель, которая может генерировать различные сценарии параметров разработки (добычи жидкости/нефти, пластовое давление) с учетом текущей оценки взаимовлияния нагнетательных и добывающих скважин. Для осуществления прогноза в модель подаются забойные давления добывающих скважин и уровни закачки нагнетательных скважин;

3. Для адаптации и корректной работы алгоритма не обязательно использование длительной истории работы скважин, для более корректного прогноза достаточно периода, в котором нет существенных изменений коэффициента продуктивности, отсутствовали длительные остановки скважин и не проводилось геолого-технических мероприятий скважин;

4. Основным сдерживающим фактором точности получаемых прогнозов является качество исходных данных, наибольшее влияние оказывает история изменений забойных давлений и точность замеров жидкости и нефти;

С точки зрения авторов, с развитием искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения открываются новые перспективы для увеличения точности и коммерческого использования прокси-моделей. В будущих работах будет рассмотрен так называемый гибридный подход, когда прогнозные данные из прокси-модели будут использованы как один из входных параметров настраиваемой модели машинного обучения.

ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Bruce, W.A. An Electrical Device for Analyzing Oil-reservoir Behavior. *Pet. Technol.* **1943**, *151*, 112–124, doi:10.2118/943112-G
- 2) Wahl, W.; Mullins, L.; Barham, R.; Bartlett, W. Matching the Performance of Saudi Arabian Oil Fields with an Electrical Model. *J. Pet. Technol.* **1962**, *14*, 1275–1282, doi:10.2118/414-PA
- 3) Albertoni, A.; Lake, L.W. Inferring interwell connectivity only from well-rate fluctuations in waterfloods. *SPE Reserv. Eval. Eng.* **2003**, *6*, 6–16, doi:10.2118/83381-PA
- 4) Yousef, A.A.; Gentil, P.H.; Jensen, J.L.; Lake, L.W. A Capacitance Model to Infer Interwell Connectivity from Production and Injection Rate Fluctuations. *SPE Reserv. Eval. Eng.* **2006**, *9*, 630–646, doi:10.2118/95322-PA.
- 5) Sayarpour, M.; Zuluaga, E.; Kabir, C.S.; Lake, L.W. The use of capacitance-resistance models for rapid estimation of waterflood performance and optimization. *J. Pet. Sci. Eng.* **2009**, *69*, 227–238, doi:10.1016/j.petrol.2009.09.006.
- 6) Kaviani, D.; Jensen, J.L.; Lake, L.W. Estimation of interwell connectivity in the case of unmeasured fluctuating bottomhole pressures. *J. Pet. Sci. Eng.* **2012**, *90–91*, 79–95, doi:10.1016/j.petrol.2012.04.008
- 7) Soroush, M.; Kaviani, D.; Jensen, J.L. Interwell connectivity evaluation in cases of changing skin and frequent production interruptions. *J. Pet. Sci. Eng.* **2014**, *122*, 616–630. doi:10.1016/j.petrol.2014.09.001.

Мұнай кен орындарын игеру параметрлерін болжау кезіндегі прокси модельдерді қолдану Қ.Н. Шаяхмет, Ж. Т. Жетруов, Қ.Қ. Карсыбаев, А.М. Бұлақбай, С.Б. Құлжанова

Андатпа. Мұнай және газ кен орындарын игеру параметрлерін болжау әдістерінің эволюциясы цифрлық технологиялар мен есептеу қуатының дамуына байланысты жаңа мүмкіндіктерге ие болды. Мұнай өнеркәсібі үшін ерекше маңызды кезең жасанды нейрондық желілерді қолданбалы тапсырмалардың әртүрлі түрлері үшін қолданудың идеясы мен алғашқы тәжірибелері болып табылатын: геологиялық және техникалық шараларды жіктеу, ұңғымаларды және керндерді геофизикалық зерттеу нәтижелерін автоматты түрде түсіндіру. Қазіргі уақытта өзекті және толық шешілмеген мәселе мұнай кен орындарын игеру параметрлерін болжау үшін машиналық оқытуды пайдалану болып табылады. Технологияны өнеркәсіптік енгізу әрекеті кезінде туындайтын даулар «қара жәшік» деп аталатын жағдаймен байланысты - құрастырылған модель физикалық заңдарды түсіндіре алмайтын және сызықтық емес тәуелділіктерді есептеу процесінде аралық нәтижелерді қадағалау мүмкін емес дерлік жағдай. Жоғарыда аталған мәселелерді ескере отырып, қазіргі уақытта осы мақалада сипатталған машиналық оқыту үлгілері мен физикалық мағыналы аналитикалық модельдерді біріктіру ең жақсы тәжірибе болып табылады.

Негізгі сөздер: машиналық оқыту, жасанды нейрондық желілер, даму параметрлерін болжау.

Application of proxy models for oil reservoirs performance prediction Zh.T. Zhetruov, K.N. Shayakhmet, K.K. Karsybayev, A.M. Bulakbay, S.B. Kulzhanova

Abstract. The evolution of oil and gas reservoirs development parameters prediction has received new opportunities due to the development of digital technologies and computing power. The idea and first experiments in the use of artificial neural networks for various kinds of applied problems as classification of workover actions, automatic interpretation of geophysical well logging and core analyses results can be considered as an important milestone for oil industry. At the moment, the application of machine learning for reservoir development parameters prediction is relevant and not fully resolved. Disputes arising in attempts to industrialize this technology are associated with so-called "black box" - a situation when the constructed model cannot explain physical laws and it is almost impossible to track intermediate results in the process of calculating nonlinear dependencies. Taking into account the problems described above, currently the best practice is to combine machine learning models and physically meaningful analytical models, which are described in this paper.

Keywords: machine learning, artificial neural networks, reservoir development parameters prediction.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕКОМЕНДУЕМЫХ СПОСОБОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН, УСТЬЕВОГО И ВНУТРИСКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРСАК

Ж.Б. Шаяхметова¹*, А.С. Каримова¹*,

Г. М. Талгатбек², Д. И. Семенихин²

¹ Атырауский университет нефти и газа им. С.Утебаева, Атырау.

² Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

*raika_83@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются выборы рекомендуемых способов эксплуатации скважин, устьевого и внутрискважинного оборудования на примере месторождения Карсак в Атырауской области. Нефть (в поверхностных условиях) месторождения Карсак – тяжелая и битуминозная (плотность нефти - 0,8920-0,9332 г/см³), малосернистая (содержание серы – до 0,42%), смолистая и высокосмолистая (содержание смол – 12,2-44,3%), малопарафинистая (содержание парафина – до 0,79%), высоковязкая с низкой пластовой температурой (25-35 °С). Средняя обводненность продукции по месторождению составляет 97,4%.

Для подъема жидкости на поверхность используются скважинные насосы невставного (трубного) исполнения типа НГН (с диаметрами 44, 56, 68, 94 мм) с цельным безвтулочным цилиндром и вставного исполнения типа НГВ (с диаметрами 43, 56 мм). Насосы спускаются в скважину (140, 146 и 168 мм эксплуатационные колонны) на колонне НКТ диаметрами 60-73 мм (группа прочности Д, неравнопрочные по ГОСТ 633-80).

Ключевые слова: месторождение, скважина, залежь, штанговый глубинный насос, месторождение, продуктивный горизонт.

Нефтяное месторождение Карсак расположено в Макатском районе Атырауской области, в 130 км к востоку от г. Атырау. Подготовлено сейсморазведкой и структурно-картировочным бурением в 1948-1950 гг. Поисковое бурение начато в 1948 г. Месторождение открыто в 1951 г., в том же году начато разведочное бурение, завершенное в 1963 г. Тектонически приурочено к трехкрылой солянокупольной структуре. В меловых отложениях установлено 9 нефтяных горизонтов: I и II альб-сеноманские, I и II промежуточные альб-сеноманские, III - альб-сеноманский, IV средне-альбский, V нижнеальбский, VI нижнеаптский и неокомский. Альб-сеноманские продуктивные горизонты залегают на глубинах 164-383 м, альбские на 472-595 м, аптский - на 665 м и неокомский - на 70-71 м. Высота нефтяных залежей соответственно равны 11-26 м, 8-31 м, 12 м и 9-70 м.

На месторождении пробурено 461 скважина. Из них эксплуатационный фонд 342 скважины, нагнетательный фонд составляет 96 скважин. Кроме того, 6 скважин ликвидировано по геологическим причинам и 9 находятся в консервации, 4 скважины водозаборные, 4 наблюдательные. Скважины эксплуатируются механизированным способом установками УШГН и УЭВН. Обводненность продукции скважин, эксплуатируемых винтовыми насосами выше, чем по скважинам, оборудованным штанговыми насосами, это связано с тем, что производительность винтовых насосов выше, чем штанговых. По добывающим скважинам коэффициент использования фонда составляет 0,95, коэффициент эксплуатации – 0,83. По нагнетательным скважинам коэффициент использования фонда составляет 0,97, коэффициент эксплуатации – 0,84.

На продуктивных горизонтах месторождения Карсак 139 скважин эксплуатируются установкой штангового-глубинного оборудования (УШГН) с различными станками-качалками (СК). Для защиты приёма ШГН от попадания механических примесей (песка) насосы оборудованы хвостовиками. Плунжер насосов спускается на колонне штанг диаметром 19 мм. Материал штанг - сталь 40 нормализованная с последующим поверхностным упрочнением нагревом ТВЧ или сталь 20Н2М нормализованная.

В связи с наличием напорной системы сбора нефти (при давлении до 4 МПа) в качестве устьевого оборудования для герметизации устья скважин рекомендуется применение

сальников СУС2-73-31 с самоустанавливающейся головкой с двойным уплотнением для НКТ диаметром 73 мм. [3, 4]

Характерной особенностью устьевых сальников СУС является шарнирное соединение между головкой сальника и его тройником для поворота головки в пределах конусного угла (3^0) и самоустанавливания по сальниковому штоку. Этим обеспечивается более полная загрузка уплотняющих элементов и повышается срок их службы. При установке устьевых сальников на устье все резиновые кольца и уплотнительные набивки должны смазываться густой смазкой.

В 2016г на месторождении Карсак были проведены работы по форсированию отбора жидкости (увеличение длины хода полированного штока, диаметра насоса на 68, 94 мм и заменой СКЗ на 4СКЗ), которые дали небольшой эффект.

В скважинах с низкими коэффициентами подачи насосов рекомендуется увеличить диаметры насоса с предварительной промывкой ствола скважин и обработкой ПЗС горячей нефтью (ОГН).

В скважинах, работающих с высокими коэффициентами подачи насосов (0,8 и более) рекомендуется поддерживать этот благоприятный режим с постоянным контролем за параметрами, и только в случае их ухудшения проводить ГТМ.

Анализ показывает, что верхняя граница области технически возможного применения серийных УШГН по вязкости поднимаемой продукции оценивается величиной 1500 мПа·с, однако к.п.д. и межремонтный период работы установок при этом малы.

Основными технологическими приемами при добыче высоковязкой продукции УШГН являются уменьшение частоты качаний точки подвеса штанг (ТПШ), увеличение длины хода и диаметров ШГН, НКТ и штанг. Однако стандартный балансирный привод УШГН (станок-качалка) не позволяет уменьшить частоту качаний ТПШ до необходимых значений, обеспечивающих эффективную добычу высоковязкой нефти из малодебитных скважин ($0,6-1,5 \text{ мин}^{-1}$).

Применительно к скважинам с высоковязкой нефтью закон движения ТПШ, обеспечиваемый балансирными СК (близкий к гармоническому) является не благоприятным из-за большого превышения максимальной скорости над средней за цикл, что ведет к соответствующему увеличению гидравлических сопротивлений в подъемнике. Этого недостатка лишены безбалансирные приводы, у которых ТПШ большую часть хода движется равномерно. Известен опыт успешного применения безбалансирных приводов (с постоянной скоростью на большей части хода и малой частотой качания) на месторождениях высоковязкой нефти за рубежом, например, вертикальные цепные приводы ЦП60-3-0,5/2,5 Бугульминского механического завода, длинноходовые насосные установки с гибкими тяговыми органами (как правило, 7-12 м) ВНИИнефти, ВНИИМетмаша и др. [1-4]

За рубежом также созданы специальные ШГН для добычи высоковязких нефтей. К таким установкам относятся двухплунжерные насосы, в частности с плунжерами разных диаметров, соединёнными полыми штоками. В таких насосах на штанги действует дополнительная растягивающая нагрузка от давления столба жидкости в трубах, однако такие установки не эффективны в неглубоких скважинах и имеют малый диапазон применения по вязкости продукции. В двухплунжерных насосах с плунжерами одинакового диаметра, благодаря специальному скважинному синхронизирующему устройству, обеспечивается принудительный синхронный ход вниз одного плунжера при ходе вверх второго, а тяговый орган, как правило, изолирован от вязкой среды. Эти установки обеспечивают подъем весьма вязкой жидкости, однако имеют высокую металлоемкость и стоимость. Их применение усложняет подземный ремонт и исследования в скважине.

Выводы

Применение в штанговых насосах клапанов увеличенного сечения не обеспечивает существенного расширения границ применения по вязкости продукции, однако увеличение проходного сечения в сочетании с обеспечением принудительного открытия нагнетательного

клапана позволяет улучшить работу насоса при вязкости выше 1000 мПа·с и газовом факторе более 90 м³/м³.

Для обеспечения хода штанг вниз при откачке высоковязкой нефти с вязкостью 1000-2000 мПа·с применяются утяжеленные штанги. Известны штанговые насосные установки с жидким утяжелителем, в которых подъем вязкой нефти осуществляется по межтрубному пространству при ходе штанг вниз под действием веса столба балластной маловязкой жидкости в НКТ. Плотность балластной жидкости должна обеспечивать перепад давлений для преодоления гидравлических сопротивлений движению вязкой продукции в межтрубном пространстве или дополнительной колонне. Однако такие установки не эффективны из-за малой глубины скважин и потребности в балластной жидкости плотностью в несколько раз выше, чем у воды.

Поскольку при откачке высоковязкой нефти характерен вынос песка, представляется рациональным применение глубиннонасосных установок с полыми штангами. Учитывая сравнительно малую глубину скважин на месторождении Карсак, высокую вязкость продукции, широкий диапазон дебитов и избыточную грузоподъемность серийных СК, можно рекомендовать применение в качестве полых штанг обычных НКТ диаметром 48 и 60 мм. При этом с одной стороны, в результате сравнительно большого веса и проходного сечения канала такой колонны обеспечивается нормальный (без зависания) ход колонны вниз при достаточно высокой производительности, а с другой стороны, загрузка станка-качалки приближается к расчетному диапазону, что обеспечивает возможность его уравнивания.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Moldabayeva G., Suleimenova R.T., Karimova A., Akhmetov N., Mardanova L. Experimental support of field trial on the polymer flooding technology substantiation in the oil field of western Kazakhstan. Periodico Tch Quimica, Volume 17, No. 35, 2020, pp. 963-975, ISSN 2179-0302.
2. Moldabayeva G., Suleimenova R.T., Bimagambetov K.B., Logvinenko A., Tuzelbayeva S.R. Experimental studies of chemical and technological characteristics of cross-linked polymer systems applied in flow-diversion technologies. NEWS of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES, Volume 4, Number 448, pp 50-58, 2021, ISSN 2518-170X.
3. Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Агзамов А.Х., Елефтериadi Д.К., Абилева С. Ж., Балуанов Б. А. Hydrodynamic modeling of field development using enhanced oil recovery methods. Комплексное использование минерального сырья. №2 (317), стр. 14-22, 2021, ISSN 2224-5243.
4. Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Агзамов А. Х., Абилева С. Ж., Балуанов Б. А., Каримова А. С. Эффективность применения физического воздействия на продуктивный пласт для снижения вязкости и увеличения нефтеотдачи пластов. Комплексное использование минерального сырья. №1 (316), стр.53-61., 2021, ISSN 2224-5243.

Қарсақ кен орнында ұңғымаларды, сағалық және ұңғыма ішіндегі жабдықтарды пайдаланудың ұсынылатын тәсілдерін таңдауды негіздеу

Ж.Б. Шаяхметова, А.С. Каримова, Г. М. Талгатбек, Д. И. Семенихин

Андатпа. Бұл мақалада Атырау облысындағы қарсақ кен орны мысалында ұңғымаларды, сағалық және ұңғыма ішіндегі жабдықтарды пайдаланудың ұсынылатын тәсілдерін таңдау қарастырылады. Қарсақ кен орнының мұнайы (жер үсті жағдайларында) – ауыр және битумды (мұнай тығыздығы - 0,8920-0,9332 г/см³), аз күкіртті (күкірт мөлшері – 0,42% дейін), шайырлы және жоғары шайырлы (шайырлар құрамы – 12,2-44,3%), аз парафинді (парафин мөлшері – 0,79% дейін), төмен тұтқырлы қабат температурасы (25-35 °С). Кен орны бойынша өнімнің орташа сулануы 97,4% - ды құрайды.

Сұйықтықты жер бетіне көтеру үшін тұтас барытмалы цилиндрі бар НГН (диаметрі 44, 56, 68, 94 мм) типті (не вставной, құбырлы) орындалған және НГВ (вставной диаметрі 43, 56 мм) типті жалғамалы орындалған ұңғымалық сораптар пайдаланылады. Сораптар ұңғымаға (140, 146 және 168 мм пайдалану колонналары) диаметрі 60-73 мм НКТ құбырлары арқылы түсіріледі (беріктік тобы Д, МЕМСТ 633-80 бойынша).

Негізгі сөздер: кен орны, ұңғыма, штангалы терең сорап, кен орны, өнімді қабат.

Justification of the choice of recommended methods of operation of wells, wellhead and downhole equipment at the karsak field

Zh.B. Shayakhmetova , A.S. Karimova , G. M. Talgatbek , D.I. Semenikhin

Annotation. This article discusses the selection of recommended methods for the operation of wells, wellhead and downhole equipment on the example of the Karsak field in Atyrau region. Oil (in surface conditions) of the Karsak field is heavy and bituminous (oil density – 0.8920-0.9332 g/cm³), low-sulfur (sulfur content - up to 0.42%), resinous and highly resinous (resin content - 12.2-44.3%), low-paraffin (paraffin content - up to 0.79%), high-viscosity with low formation temperature (25-35 0C). The average water content of production in the field is 97.4%.

To lift the liquid to the surface, borehole pumps of non-fixed (pipe) type NGN (with diameters of 44, 56, 68, 94 mm) with a solid barrel-free cylinder and plug-in type NGV (with diameters of 43, 56 mm) are used. The pumps descend into the well (140, 146 and 168 mm production columns) on a tubing string with diameters of 60-73 mm (strength group D, non-resistant according to GOST 633-80).

Keywords: deposit, well, deposit, rod deep pump, deposit, productive horizon.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОБРЫВОВ ШТАНГ НАСОСНЫХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ

М.А. Сихаев^{*}, С.О. Каултаев^{*}
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
^{*}Sikhayev_m@kaznpi.kz

Аннотация. На месторождении Узень основной фонд механизирован и эксплуатируются штанговыми глубинными насосами (ШГН). Определенно данный метод имеет свои недостатки, связанные с частыми обрывами штанг насосных из-за несоответствия условиям эксплуатации. Сопутствующим факторам обрыва штанг кроме кислых газов относятся отложения парафина на рабочих узлах ШГН и подъемного лифта что в свою очередь нарушает баланс работы установки, не правильно подобранная компоновка штанг, влияние искривления ствола скважины, глубина подвески глубинного насоса, режим работы скважины и другие.

В статье изложены основные причины преждевременного разрушения штанг насосных при эксплуатации в скважинах месторождения Узень, а также степень влияния коррозионных процессов на эксплуатацию штанг насосных в скважинной агрессии

Ключевые слова: штанги насосные (далее ШН), футерованный НКТ, продукты коррозии, спектрометр, сероводород, углекислый газ.

На месторождении Узень применяются штанги класса прочности «Д» марки стали 15Х2ГМФ. Одной из основных причин отказов при эксплуатации глубинных насосов является «Обрыв насосных штанг», что составляет 17% от всех отказов глубинно-насосного оборудования.

Обычно причиной обрыва является чрезмерная нагрузка на штанги вследствие не проведения ОГВ по удалению АСПО из лифта, протирание муфт штанг на искривленных участках скважин, заклинивание плунжера и коррозии из-за агрессивной среды с присутствием таких газов как CO₂ и H₂S. Корродирование ШН повсеместно отмечается при каждом ПРС после поднятия подземного оборудования, на скважинах с наработкой более 150 сут. В качестве борьбы с коррозией на месторождениях применяется закачка ингибиторов коррозии в определенных скважинах и ведется закачка бактерицидов.

В целях изучения столь частых обрывов ШН приведем пример исследуемого образца обрывной штанги (Ø 19 мм) из скв. **59.

Таблица 1 – Образец насосных штанг, после эксплуатации на месторождении «Узень»

Маркировка	Место эксплуатации	Вид образца
E21	Скв. **59, (82-я штанга Ø19 мм от устья, обрыв по телу без прихвата)	Штанга насосная



Рисунок 1 – Маркировка на теле штанги (скв. №**59)

Методы исследований

Образцы насосных штанг были подвергнуты следующим исследованиям:

1) Визуальный осмотр состояния поверхности, оценка степени коррозионных повреждений;

- 2) Съёмка рентгенограмм фазового состава продуктов коррозии с помощью рентгеновских дифрактометров;
- 3) Подробный анализ морфологии и состава коррозионных отложений, а также особенностей распределения в них основных химических элементов на металлографических микрошлифах энергодисперсионным рентгеноспектральным методом, с использованием растрового электронного микроскопа и химанализатора, а также с применением оптического микроскопа;
- 4) Химический анализ металла на атомно-эмиссионных спектрометрах, и на анализаторе углерода;
- 5) Оценка механических свойств, включающая в себя:
- 6) Испытания на одноосное растяжение;
- 7) Определение твердости на стационарном измерителе твердости по Роквеллу шкала HRB;
- 8) Фрактографические исследования поверхностей разрушения с помощью оптической бинокулярной лупы;
- 9) Металлографические исследования с использованием растрового электронного микроскопа, а также с применением оптического микроскопа «Olympus».

Результаты визуального осмотра насосной штанги из скважины №**59.

Фрагмент разрушенной штанги общей длиной около 250 см представлены на Рис.2. Поверхность разрушения ориентирована строго перпендикулярно оси штанги. Боковая поверхность штанги сухая и практически не имеет отложений. По телу штанги и в области разрушения выявлены неглубокие язвенные поражения, диаметром до 4 мм, объединяющиеся между собой (Рис. 3,б). В теле штанги также обнаружены вторичные трещины (Рис. 3, а).

Поверхность разрушения можно разделить условно на 3 участка:

1. очаг разрушения;
2. область замедленного роста трещины;
3. область ускоренного роста трещины (долом) - Рис. 2.

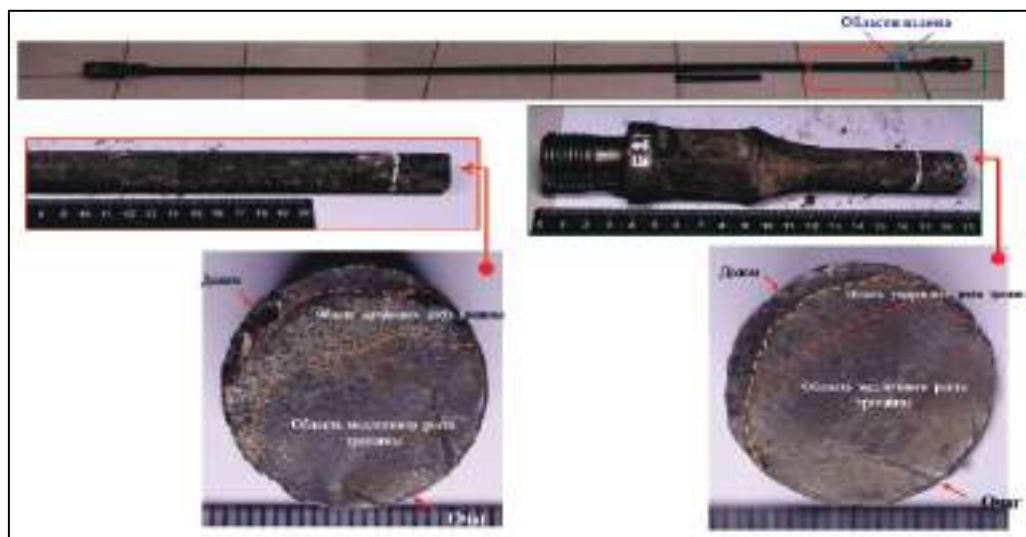


Рисунок 2 – Общий вид насосной штанги после эксплуатации в скв. №**59 (обрыв по телу без прихвата плунжера)



Рисунок 3 – Вид разрушения насосной штанги после эксплуатации в скв. №**59

Область долома имеет две условные области с хрупкой и вязкой составляющей. Очаг разрушения расположен в язве на наружной поверхности штанги (Рис. 2). Область замедленного развития трещины имеет сглаженный рельеф и занимает более 60% поверхности излома. Оба участка расположены в одной плоскости. На области ускоренного роста трещины (долома) поверхность излома имеет выраженный рельеф.

Описанное выше строение поверхности изломов характерно для усталостного разрушения при растягивающих нагрузках.

Определение химического состава

Химический состав материала разрушенных штанг, приведён в Табл. 2, соответствует стали марки 15Х2ГМФ по ГОСТ 4543-2016.

Таблица 2 – Химический состав металла насосной штанги, % масс.

Марки-ровка	Fe	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Mo	Al	V	S	P
E21, скв. №**59	Осн.	0,16	0,30	1,13	2,05	0,31	0,18	0,18	0,005	0,097	0,011	0,013
Требования ГОСТ 4543-2016, сталь марки 15Х2ГМФ												
-	Осн.	0,13 - 0,18	0,17 - 0,37	0,90 - 1,20	1,95 - 2,20	< 0,70	< 0,30	0,20 - 0,27	≤0,05	0,08 - 0,13	< 0,04	< 0,04

Механические испытания

Результаты механических испытаний приведены в Табл. 3, Табл. 4, Табл. 5.

Механические свойства материала разрушенных штанг E21 (скв. №**59) не соответствуют требованиям ГОСТ 31825-2012 группе прочности «Д», в связи с повышенными прочностными показателями. Механические свойства металла обеих штанг превышает показатели группы прочности Д-супер, по ТУ3665-007-00217515-2006.

Таблица 3 – Механические свойства металла насосной штанги (испытания проводятся)

Маркировка	σв	σт	σт/σв	δ
	МПа		–	%
E21 скв. №**59	986	821	0,83	17,4
	986	824	0,84	16,6
Требования ГОСТ 31825-2012 к штангам класса прочности Д	793-965	> 586	-	-
ТУ3665-007-00217515-2006, класс прочности Д-супер*	1050-930*	≥720*	-	≥16*

*справочные данные

Таблица 4 – Результаты замера твердости

Маркировка	Значение твердости, HRC									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Среднее значение
E21, скв. №**59	32,0	32,0	32,5	33,0	32,0	33,0	33,5	33,5	33,0	33,0

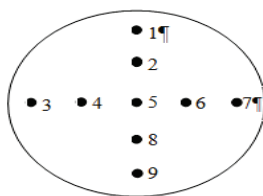


Рисунок 4 – Схема замера твердости образцов

Таблица 5 – Результаты измерения ударной вязкости

Маркировка	Температура испытания, °С	Ударная вязкость KCV, кгс·м/см ² (Дж/см ²)	Доля вязкой составляющей (ДВС) в изломе, % (Методика определения ДВС по ГОСТ 4543 Приложение Г)
E21, скв. №**59	+21,4	7,1 (70)	17
		5,6 (55)	13
Требования ТУ3665-007-00217515-2006, группа прочности Д-супер*	+20	≥52	-

*справочные данные

Фрактографический анализ и исследование микроструктуры в области разрушения насосной штанги скв. №**59.

Исследование излома насосной штанг проводили с использованием оптического и электронного сканирующего микроскопов, как с поверхности разрушения, так и в сечении. Металлографический шлиф был изготовлен через очаг усталостной трещины, перпендикулярно поверхности разрушения.

У штанги с маркировкой E21 в зоне перехода замедленного роста усталостной трещины к ускоренному, а также в самой зоне ускоренного роста выявлены многочисленные вторичные трещины. Вид вторичных трещин представлен на Рис. 4–Рис. 10. Анализ химического состава продуктов коррозии во вторичных трещинах показывает наличие в них повышенной концентрации хрома, молибдена, входящих в состав стали. Данный факт может свидетельствовать о протекании углекислотной коррозии.

Наличие сульфида железа свидетельствует о том, что в извлекаемом флюиде находился растворённый сероводород. При этом штанга имеет твердость более 33 HRC. Согласно ISO 1515-6 часть 2 (приложение А) твердость металла труб и оборудования эксплуатирующегося в среде, содержащей сероводород, должна быть ограничена 22 HRC. Металл данной штанги из-за высокой твердости был подвержен преждевременному разрушению в присутствие сероводорода. Наличие коррозионных трещин подтверждает это заключение.

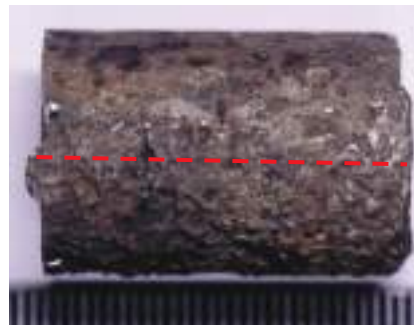


Рисунок 4 – Сечение шлифа в области излома насосной штанги после эксплуатации в скв. №59

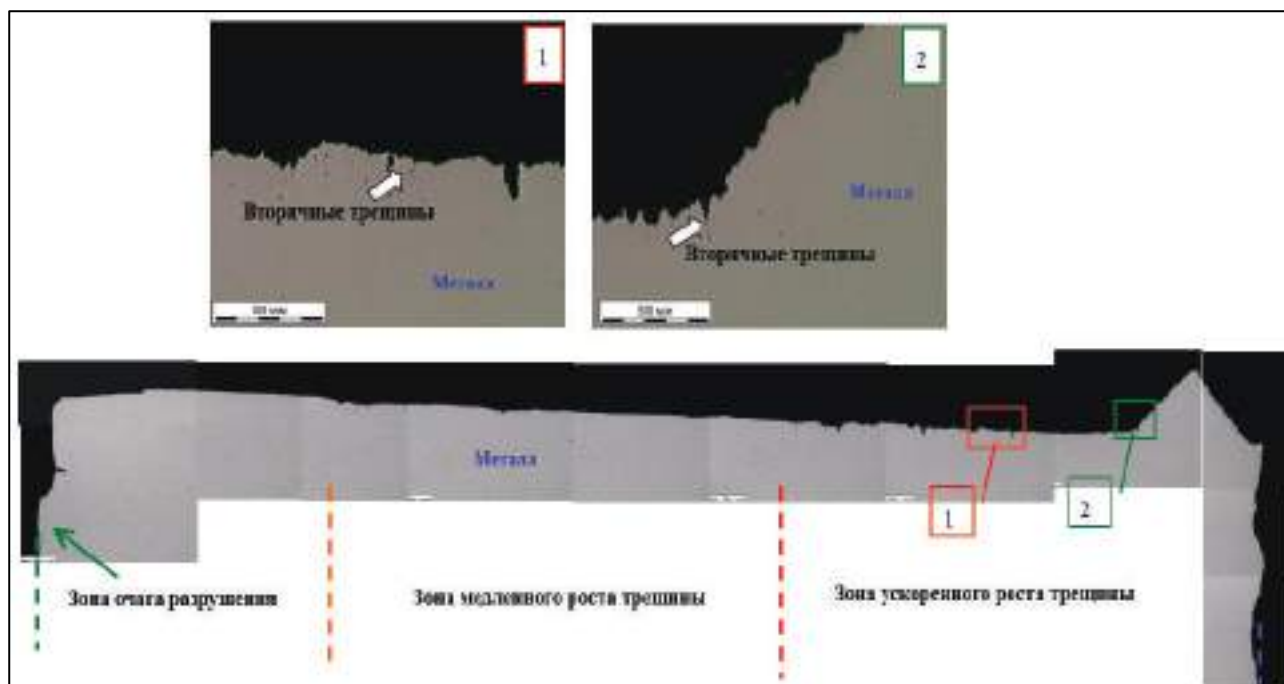


Рисунок 5 – Вид вторичных трещин в области излома насосной штанги после эксплуатации в скв. №59

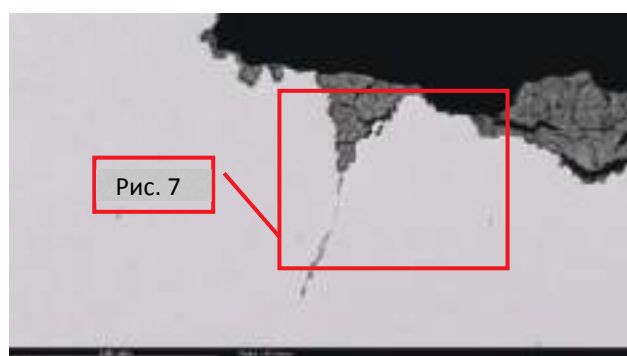


Рисунок 6 – Вид вторичных трещин в области излома насосной штанги после эксплуатации в скв. №59

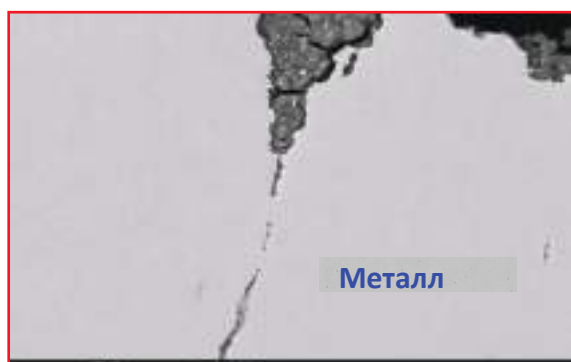


Рисунок 7 – Вид вторичных трещин в области излома насосной штанги после эксплуатации в скв. №59

	Массовая концентрация элементов, %								
	C	O	Mo	Cl	S	Si	Cr	Mn	Fe
Область 1	10,27	17,50	1,41	0,33	0,93	0,90	9,59	1,07	58,00
Область 2	10,89	19,99	1,02	0,31	1,15	0,85	10,01	0,88	54,88
Область 3	15,56	16,94	1,55	0,33	1,25	0,99	7,85	1,15	54,37

Выводы

В результате исследований насосных штанг с маркировками E21 (скв. №**59) установлено:

1. В результате анализа химического состава металла штанг E21 (скв. №**59) было установлено, что они изготовлены из стали марки 15X2ГМФ по ГОСТ 4543-2016.

2. Механические свойства материала разрушенных штанг E21 (скв. №**59) не соответствуют требованиям ГОСТ 31825-2012 группе прочности «Д». Прочностные характеристики металл обеих штанг существенно выше. Твердость металла обеих штанг превышает 30 HRC. Стоит также отметить низкий уровень ударной вязкости для металла обеих штанг.

3. Структура соответствует металлу после нормализации и отпуска. Дефектов металлургического происхождения в металле штанги не выявлено.

4. Штанги имеют хрупкие изломы, ориентированные перпендикулярно оси штанг. На изломах видны области замедленного и укоренного роста трещин, что характерно для усталостного разрушения. Очаги разрушения расположены внутри коррозионных язв. В области очагов на незначительном удалении вдоль оси штанг выявлено множество вторичных трещин.

5. Вторичные трещины образовались из-за коррозионного растрескивания, штанги имеют твердость более 33 HRC. Согласно ISO 1515-6 часть 2 (приложение А) твердость металла труб и оборудования эксплуатирующегося в среде, содержащей сероводород, должна быть ограничена 22 HRC.

6. Анализ химического состава продуктов коррозии в выявленных вторичных трещинах показывает наличие в них повышенной концентрации хрома, молибдена, входящих в состав стали. Данный факт наряду с выявленной карбидной составляющей структуры стали может свидетельствовать о протекании углекислотной коррозии отягощенной присутствием существенной концентрации хлоридов. Наличие в трещинах FeS (сульфида железа) говорит о том, что трещины образовались из-за сульфидного коррозионного растрескивания.

7. После образовавшихся трещин СКРН штанги продолжали эксплуатироваться, выдерживая усталостные знакопеременные нагрузки, магистральная трещина подрастала в области ее замедленного роста. При этом уже образовавшиеся вторичные трещины растравливались из-за CO₂ и хлорид-ионов. Когда размер поверхности разрушения достиг критической величины, началась фаза ускоренного роста магистральной трещины и произошел обрыв штанги.

8. Таким образом, можно сделать вывод, что разрушение штанг E21 (скв. №**59) имеет усталостно-коррозионный характер, обусловленный воздействием циклических нагрузок от работы погружного насосного оборудования, а также наличием в извлекаемом флюиде сероводорода.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТ РК 1259-2004 Государственный стандарт РК «Насосные штанги (укороченные насосные штанги, полированные штоки глубинного насоса, муфты и переводники)»;

2. ГОСТ 31825-2012 Межгосударственный стандарт штанги насосные, штоки устьевые и муфты к ним.

**Өзен кен орнының өндіруші ұңғымаларында пайдалану кезінде сораптық штангаларының
үзілу себептерін зерттеу
М.А. Сихаев, С.О. Каултаев**

Андатпа. Өзен кен орнында негізгі қор механикаландырылған және тереңдік сораптық қондырғылармен (ТСК) жұмыс істейді. Әрине, бұл әдіс жұмыс жағдайларына сәйкес келмеуіне байланысты сораптық штангаларының жиі сынуымен байланысты кемшіліктері бар. Штанганың сынуының ілеспе факторларына қышқыл газдардан басқа ТСК және сораптық-компрессорлар бойында парафиннің жабысуы, бұл өз кезегінде қондырғы жұмысының тепе-теңдігін бұзады, штанганың дұрыс таңдалмаған сұлбасы, ұңғыма оқпанының қисаюының әсері, тереңдік сораптың орналасу тереңдігі, ұңғыманың жұмыс режимі және т.б.

Мақалада Өзен кен орнының ұңғымаларында пайдалану кезінде сораптық штангаларының мерзімінен бұрын үзілуінің негізгі себептері, сондай-ақ коррозиялық процестердің ұңғыманың агрессивті ортасында сораптық штангаларын пайдалануға әсер ету дәрежесі көрсетілген

Негізгі сөздер: сораптық штанга, футерленген сораптық-компрессорлық құбыр, коррозия өнімдері, спектрометр, күкіртті сутек, көмірқышқыл газы.

**Study of Sucker Rod failures at Production wells on Uzen field
M.A. Sikhayev, S.O. Kaultayev**

Abstract. At the Uzen field, the main fund is mechanized and operated by rod depth pumps (SRP). Definitely, this method has its drawbacks associated with frequent breaks of pumping rods due to non-compliance with operating conditions. Concomitant factors of rod breakage, in addition to acid gases, include paraffin deposits on the working nodes of the SRP and the lifting elevator, which in turn disrupts the balance of the installation, the wrong arrangement of the rods, the effect of the curvature of the borehole, the depth of the suspension of the deep pump, the operating mode of the well, and others.

The article describes the main causes of premature destruction of pumping rods during operation in the wells of the Uzen field, as well as the degree of influence of corrosion processes on the operation of pumping rods in the borehole aggressive environment.

Keywords: pumping rods, lined tubing, corrosion products, spectrometer, hydrogen sulfide, carbon dioxide.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ СМАЧИВАЕМОСТИ С ПОМОЩЬЮ СИМУЛЯТОРА UTCHEM

Н.Н. Смагулов¹ , Б.Е. Бекбауов² 

¹Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

²ТОО «КМГ Инжиниринг», Казахстан, г. Нур-Султан

nursmag_93@mail.ru

Аннотация. Спрос на энергию и новые нефтяные месторождения все время возрастает, в то время как добыча нефти из истощенных резервуаров становится все более сложной. Добыча нефти из трещиноватых карбонатных коллекторов методом заводнения часто неэффективна из-за того, что породы обычно являются гидрофобными. Химические методы увеличения нефтеотдачи, такие как изменение смачиваемости и снижение межфазного натяжения поверхностно-активными веществами, необходимы для снижения остаточной нефтенасыщенности в матричных блоках. Основная цель данной работы разобрать механизмы, участвующие в процессах химического заводнения, и их влияние на показатели разработки месторождения на основе модели изменения смачиваемости.

Ключевые слова: Повышение нефтеотдачи; Изменение смачиваемости; Поверхностно-активные вещества; Химическое заводнение; Симулятор UTCHEM.

Введение. Смачиваемость определяется, как тенденция одной жидкости растекаться по твердой поверхности или прилипать к ней в присутствии других несмешивающихся жидкостей. Поверхность с более высокой свободной энергией имеет тенденцию замещаться жидкостью с более низкой поверхностной энергией, чтобы уменьшить общую свободную энергию системы. Наиболее смачивающая жидкость имеет тенденцию занимать самые маленькие поры, в то время как наименее смачивающая жидкость распределяется в более крупных порах. Считается, что при добыче из трещиноватого карбонатного коллектора преобладает механизм самопроизвольного впитывания. Поэтому для исследования явления смачиваемости любой химический процесс, который может усилить впитывание, должен быть тщательно изучен. Изменение смачиваемости с помощью таких химических веществ, как поверхностно-активные вещества (ПАВ) и щелочь, изучалось многими исследователями в течение последних нескольких лет и признано одним из наиболее эффективных методов добычи из трещиноватых карбонатных коллекторов. Введенные ПАВ изменяют смачиваемость матричных блоков, из состояния смачиваемых нефтью на состояние смачиваемых водой, а также уменьшают межфазное натяжение до сверхнизких значений и, следовательно, большее количество нефти будет извлечено за счет самопроизвольного противоточного впитывания. Результаты моделирования показывают, что капиллярные и гравитационные силы при использовании методов изменения смачиваемости способствуют увеличению добычи нефти, и перед их применением в полевых условиях необходимо хорошо понимать эти явления.

Основное внимание в этой исследовательской работе уделяется поверхностным явлениям, которые извлекают дополнительную нефть за счет сверхнизкого межфазного натяжения и изменения смачиваемости. Второй задачей является рассмотрение моделей изменения смачиваемости во время закачки горячей воды, которая увеличивает нефтеотдачу за счет снижения подвижности, а также изменения смачиваемости. Комбинация закачки поверхностно-активного вещества и горячей воды также будет исследована для оценки потенциала повышения нефтеотдачи умеренно тяжелых нефтей в естественно трещиноватых породах. Усовершенствованный симулятор, который разработан в рамках рассматриваемого исследования, позволяет выбрать и оптимизировать наилучшие варианты для применения в полевых условиях и адаптировать процесс проектирования к конкретным характеристикам каждого резервуара.

Реализация. Смачиваемость - очень важный параметр, определяющий относительную проницаемость и капиллярное давление. Однако смачиваемость не является явным параметром в уравнениях потока, но ее влияние должно быть отражено изменениями капиллярного давления и кривых относительной проницаемости. В ходе работы была

разработана модель изменения смачиваемости, с учетом ее влияния на относительную проницаемость.

Предполагаются два предельных условия смачивания: исходные и конечные. Для каждого из условий рассчитываются относительная проницаемость и капиллярное давление в каждом сеточном блоке. Как относительная проницаемость, так и капиллярное давление, рассчитанные для каждого блока сетки, которое называется фактической относительной проницаемостью, на каждом временном шаге затем получаются путем интерполяции между этими двумя предельными условиями. Относительные проницаемости вычисляются с использованием экспоненциальных функций типа Кори. Капиллярные давления вычисляются с использованием модифицированной функции Брукса-Кори. Интерполяция основана либо на постоянном входном параметре, предоставленном пользователем, либо рассчитывается на основе концентрации адсорбированного поверхностно-активного вещества в каждом блоке сетки.

В целях полноты этой обзорной статьи была рассмотрена модель, которая сформулирована и реализована в UTCHEM. Для анализа данных, полученных в разделе моделирования, нам потребуется параметр коэффициента масштабирования ω . Коэффициент масштабирования является либо постоянным вводимым пользователем параметром, либо связан с концентрацией поверхностно-активного вещества, адсорбированного в каждом блоке сетки следующим образом:

$$\omega = \frac{\hat{C}_{surf}}{\hat{C}_{surf} + C_{surf}}, \quad (1)$$

где $\hat{C}_{surf}$ и C_{surf} , представляют собой адсорбированную и общую концентрацию поверхностно-активного вещества соответственно.

Капиллярное давление как функция смачиваемости также моделируется с использованием линейной интерполяции между капиллярным давлением начального состояния смачивания и конечным состоянием.

$$P_c = P_c^{final} \omega + (1 - \omega) P_c^{initial}, \quad (2)$$

*Полная формулировка представлена в работе (Delshad, Pope, и Sepehrnoori, 2006).

Моделирование. Чтобы понять влияние смачиваемости на заводнение с использованием ПАВ в трещиноватых коллекторах со смешанной смачиваемостью, было проведено несколько симуляций с использованием одной и той же гипотетической модели коллектора и условий скважины, но с различными кривыми относительной проницаемости и кривыми капиллярного давления для имитации различных условий смачиваемости.

Кривые десатурации капилляров, конечные точки относительной проницаемости и показатели относительной проницаемости в зависимости от числа улавливаний для различных условий смачиваемости воды влажной и смешанные влажные приведены на рис. с 1 по 3. Базовые параметры относительной проницаемости, приведенные в таблице 1 для условий с влажной водой и смешанной влажностью, основаны на измерениях относительной проницаемости. На рисунке 4 показаны кривые капиллярного давления, рассчитанные для условий с влажной водой и с влажной нефтью. В таблице 1 приведены параметры капиллярного давления.

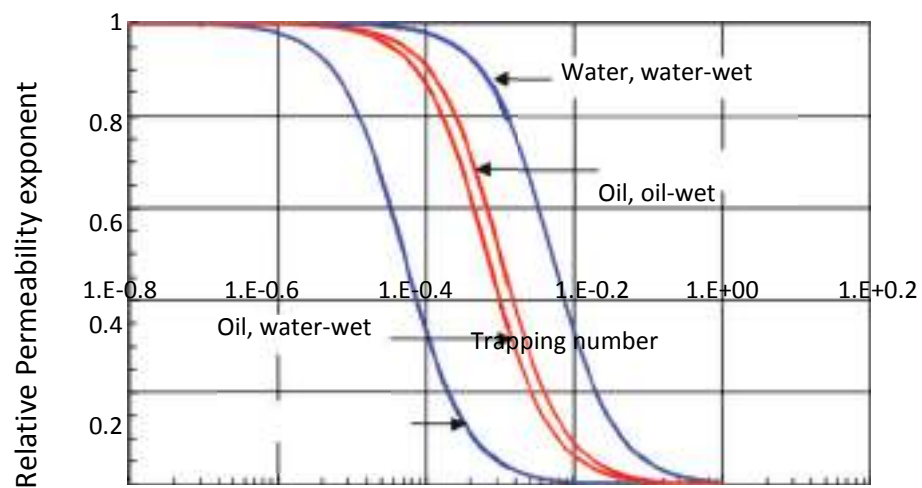


Рисунок 1 – Кривые десатурации капилляров, используемые при моделировании

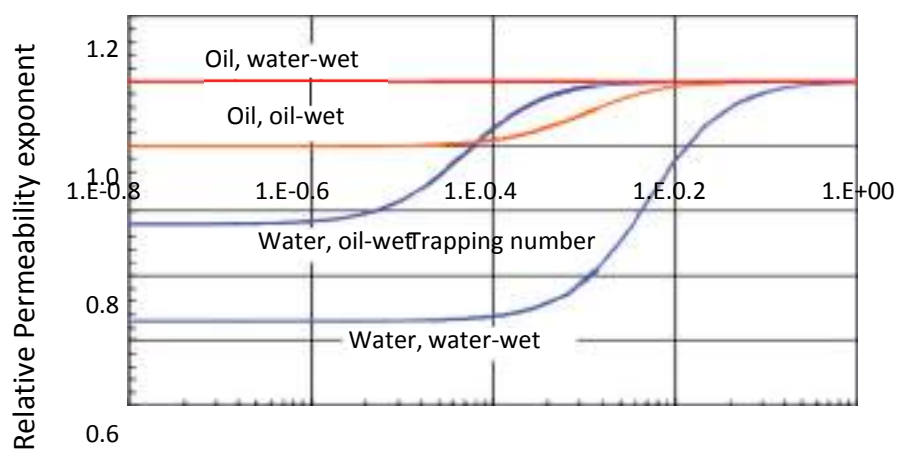


Рисунок 2 – Относительная проницаемость конечной точки

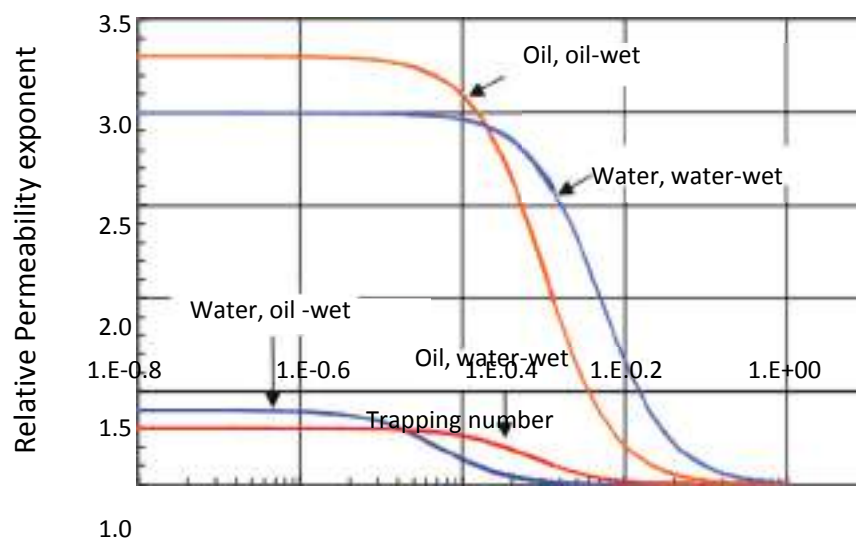


Рисунок 3 – Показатель относительной проницаемости

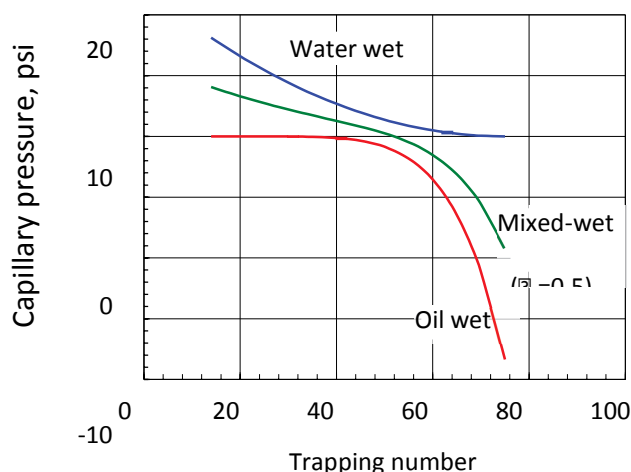


Рисунок 4 – Рассчитанные кривые капиллярного давления для различных условий смачиваемости.

Таблица 1 – Параметры относительной проницаемости и капиллярного давления

	Гидрофобная среда.		Гидрофильная среда	
	Нефть	Вода	Нефть	Вода
Остаточная насыщенность	0.28	0.12	0.25	0.12
Относительная проницаемость в конечной точке	0.80	0.56	1	0.26
Показатель относительной проницаемости	3.3	1.4	1.3	3
Параметры захвата (T_i)	1,000	20,000	200	1500
Капиллярное давление в конечной точке (CPC)	-15		7	
Показатель капиллярного давления (EPC)	6		2	

Было проведено несколько 3D-симуляций. Имитационная модель имеет длину 250 футов, ширину 250 футов и толщину 55 футов (рис. 5). Блоки сетки с проницаемостью 1000 мкм и пористостью 2% использовались для представления трещин между блоками матрицы. Матричные блоки имеют длину 68 футов с проницаемостью 50 мкм и пористостью 30%. Каждый матричный блок был разделен на 22,7-футовые блоки. Начальная водонасыщенность в матричном блоке составляла 0,4. В таблице 2 перечислены свойства коллектора. Нагнетательные и эксплуатационные скважины располагались в трещинах. Моделирование заводнения было впервые выполнено для различных условий смачивания водой либо нефтью. На рисунке 6 сравнивается нефтеотдача для этих случаев.

Как и ожидалось, случай с относительной проницаемостью и капиллярным давлением, представляющим собой гидрофильную породу матрицы, обеспечивает более высокое извлечение 26% ООИР из-за более высокой скорости впитывания капилляров. Затем было проведено моделирование заводнения поверхностно-активным веществом с введением разбавленного поверхностно-активного вещества в концентрации 0,1 об.%. Цель здесь состояла в том, чтобы смоделировать аспект изменения смачиваемости потока, а не обычного потока поверхностно-активного вещества с низким межфазным натяжением. Моделирование изменения смачиваемости проводилось как для постоянного входного значения $\omega = 0,5$ и

значение ω , вычисленное из уравнения 1. Начальная смачиваемость матрицы была гидрофобной.

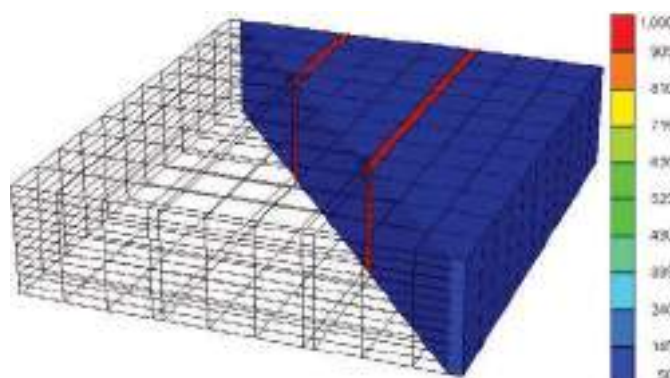


Рисунок 5 – Схема сетки и проницаемости (md) для трехмерного моделирования.

Таблица 2 - Характеристики модели

Число блоков сетки	11x11x11
Пористость	Матрица: 0.30 Трещина: 0.02
Проницаемость, md	Матрица: 50 Трещина: 1000
k_v/k_h	0.1
Начальное водонасыщение	Matrix: 0.40 Fracture: 0.02
Скорость впрыска, ft ³ /d	500
Концентрация ПАВ, %	0.1

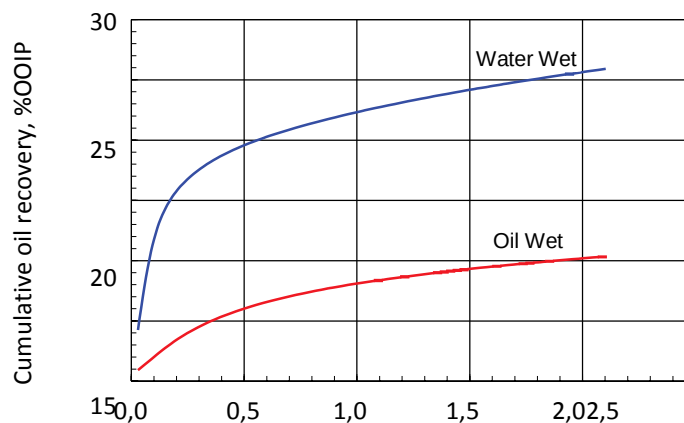


Рисунок 6 – Извлечение заводненной нефти из трещиноватого пласта при различных условиях смачиваемости.

Закключение. Эффективность заводнения в естественно трещиноватых пластах обычно низкая. Это связано с тем фактом, что большинство трещиноватых коллекторов являются гидрофобными или имеют смешанную пористую среду и, как следствие, имеют низкую тенденцию к впитыванию закачиваемой воды в матрицу. Желательно изменить состояние смачиваемости пород матрицы на более гидрофильную среду, чтобы увеличить скорость впитывания закачиваемой воды. Это может быть достигнуто путем введения поверхностно-активных веществ.

Влияние поверхностно-активного вещества на изменение смачиваемости было смоделировано и реализовано в симуляторе UTCHEM путем его влияния на относительную проницаемость и кривую десатурации капилляров для каждой фазы.

- 3D-моделирование заводнения с добавлением поверхностно-активных веществ в естественно трещиноватых пластах продемонстрировало важность изменения смачиваемости со смешанной среды на гидрофильную для увеличения добычи нефти.

- Разработанный инструмент моделирования помогает в механистическом понимании химического заводнения с низкой концентрацией в трещиноватых карбонатных коллекторах.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Delshad, M., G.A. Pope, and K. Sepehrnoori, " Modeling Wettability Alteration using Chemical EOR Processes in Naturally Fractured Reservoirs", Third Semiannual Report for Work Performed under Contract No. DE-FC-26-04NT15529, 2006.

2. Ali Goudarzi , "Modeling Wettability Alteration in Naturally Fractured Carbonate Reservoirs", Report for the Degree of Master of Science in Engineering , 2011.

3. Nariman Fathi Najafabadi , "Modeling Chemical EOR Processes Using IMPEC and Fully Implicit Reservoir Simulators" , Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy , 2009

Модельдеу суланудың өзгерту процестерін UTCHEM симулятор қолдана отырып Н.Н. Смагулов, Б.Е. Бекбауов

Аңдатпа. Энергия мен жаңа мұнай кен орындарына деген сұраныс үнемі өсіп келеді, ал таусылған резервуарлардан мұнай өндіру күрделене түсуде. Су тасқыны әдісімен сынған карбонатты коллекторлардан мұнай өндіру көбінесе тиімсіз, өйткені негізгі жыныстар әдетте гидрофобты болып табылады. Беттік-белсенді заттардың (ПБЗ) сулануының өзгеруі және фазааралық керілудің төмендеуі сияқты мұнай бергіштіктің жоғарылауының химиялық процестері матрицалық блоктардағы қалдық мұнайдың қанығуын азайту үшін қажет, бұл мұнай бергіштіктің артуына әкеледі. Осы жарияланымның негізгі мақсаты UTCHEM химиялық суландыру симуляторында жүзеге асырылған сулылықтың өзгеру моделін қарастыру, соның негізінде осы процестерге қатысатын механизмдерді және олардың кен орнын игеру көрсеткіштеріне әсерін талдау.

Негізгі сөздер: Мұнай бергіштіктің артуы; Суланудың өзгеруі; Беттік-белсенді заттар (ББЗ); Химиялық су басу; UTCHEM симуляторы.

Modeling of wettability change processes using UTCHEM simulator N.N. Smagulov, B.E. Bekbauov

Annotation. The demand for energy and new oil reservoirs is increasing all the time, while the oil recovery from depleted reservoirs has become more difficult. Oil recovery from fractured carbonate reservoirs by flooding is often ineffective due to the fact that the underlying rocks are usually hydrophobic. Chemical processes of increasing oil recovery, such as changing the wettability of surfactants and reducing interfacial tension, are necessary to reduce residual oil saturation in matrix blocks, which leads to an increase in oil recovery. The main purpose of this publication is to consider the wettability change model implemented in the UTCHEM chemical flooding simulator, on the basis of which to analyze the mechanisms involved in these processes and their impact on the field development indicators.

Keywords: Enhanced oil recovery; Wettability Alteration; Surfactants; Chemical flooding; UTCHEM simulator.

МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІНІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ БОЙЫНША ПОЛИМЕРЛІ ӘДІСТІ САРАПТАУ ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫН ТАЛДАУ

Сұлтангазиева А.Т. , Ұябай Г. 
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.
uyabaygg@gmail.com

Андатпа. Қазіргі экономикалық тұрақсыз уақытта жер қойнауынан қалдық мұнайды өндіру жыл сайын күрделеніп келеді. Бұл қара алтынды өндіру кезінде қолданылатын әдіс-тәсілдер әрдайым тиімді бола бермейтіндігін және екіншілік өндіруден кейін қабат суланғыштығының көп жағдайда күрт жоғарлауы байқалатынын ескере отырып полимерлі су айдау тақырыбы тандалынды. Өз кезегінде, қабаттық су қозғалғыштық қасиетіне сәйкес және оның тұтқырлығы мен тығыздығына байланысты тұтқыр мұнайға қарағанда өндіру ұңғымасына тезірек жетеді. Көптеген кен орындарының басты қиындығы, айдалынатын су көлемінің жоғарылығы, соған сәйкес әдістерді экономикалық тұрғыдан тиімділігін талдай келе, мұнайбергіштікті арттырудың химиялық тәсіліне, сонық ішінде полимерлі ерітінділерге шолу жасалынады. Нәтижесінде, қабаттық су тұтқырлығын жоғарлату айдалынатын флюидтің қабаттық флюидке қатынасын жақсартады. Осылайша, тік және вертикальды тұрғыдан ауданымыз толыққанды қамтылып, аталған әдістің басқа әдістерге қарағанда тиімділігінің ауқымды тұрғыдан әсер ету бойынша жоғарылығын көрсетіледі.

Негізгі сөздер: қабаттардың мұнай бергіштік коэффициентін арттыру, полимерлік суландыру, эксперименттік іске асыру, жылжымалылық, қалды мұнай.

Су басу процесінде тұтқырлық коэффициенттерін төмендетуге негізделген ығыстыру арқылы мұнай бергіштік көлемін арттыру үшін полимерлі ерітінділерді қолдану әртүрлі мұнай кен орындарын пайдаланудағы стандартты тәжірибеге айналды. Mungan, Smith, Thompson (1966) полимерлі ерітінділердің қозғалғыштығы полимердің концентрациясы, молекуланың түрі мен мөлшері, судың тұздылығы, рН, тау жыныстың капиллярлық қасиеттері және шикі мұнай түрі сияқты бірнеше факторларға байланысты деген тұжырымға келген. Полимерлі су айдау процесі орташа тұтқырлығы бар шикі мұнайы бар біртекті емес кен орындары жағдайында эффективті тиімді болады. Алайда, Моголлон, Локхандвала (2013) жоғары тұтқырлы мұнай коллекторлары жағдайында полимерлі су айдау процесі оң нәтиже бере алды. Мысалы, Колумбияда мұнай өндірудің орташа коэффициенті шамамен 19% құрайды және елдегі мұнай кен орындарының шамамен 90% - ы әлі де бастапқы сатысында жұмыс істейді. Өндірілген мұнайдың шамамен 88% - ы бастапқы экстракциядан, 11% - ы екінші экстракциядан және 1% - дан азы мұнай бергіштікті арттыру стадиясында (Castro et al., 2010) [4]. Колумбия кен орындарында мұнай өндіруді ұлғайту және мұнайды барынша толық алу үшін балама ретінде мұнай өндіруді арттыру әдістерінің әртүрлі сынақтары жүргізілді. Бұл мақалада полимерлік су айдау пилоттық жобасын әзірлеу, бақылау стратегиясы, хаттамалары мен әдістемесі талқыланады. Полимерлік су айдау әдістері, сонымен қатар артықшылықтары, эксперименттік тәжірибе нәтижелері туралы талқыланады. Эксперименттік зерттеуде полимерлерді таңдау келесі параметрлерге негізделді: резервуардағы судың үйлесімділігі мен ерігіштігі, полимерлердің тұтқырлығы, концентрациясы мен ығысу кернеуіне байланысты, тұтқырлығы (экрандау коэффициенті), сүзілуі және реологиялық қасиеттері. Осындай эксперименттік талдау нәтижесі су өндірісінің төмендеуі және мұнай көлемінің ұлғаюы және мұнай өндірудің күтілетін соңғы коэффициентін арттыру болады. Мұнай өндірудің дәстүрлі әдістерінің мүмкіндіктері толығымен таусылғаннан кейін, бүкіл әлем бойынша кен орындарында кәдімгі мұнайдың шамамен 2,0 x 10¹² баррелі (0,3 x 10¹² м³) және ауыр мұнайдың 5,0 x 10¹² баррелі (0,8 x 10¹² м³) қалады. Энергия көздеріне өсіп келе жатқан әлемдік қажеттіліктерге қызмет көрсету үшін мұнай-газ өнеркәсібі көмірсутектердің көп мөлшерін алуды қамтамасыз етуі керек. Табиғи сарқылу басталғаннан кейін қолдануға болатын көмірсутектерді алу мөлшерін арттырудың әртүрлі тәсілдері бар. Сонымен, суды немесе газды айдауды қамтитын мұнай өндірудің қайталама әдістері тау-кен ұңғымаларына көмірсутектер ағынын қамтамасыз ету үшін қажет резервуар қысымын ұстап тұруға

көмектеседі. Алайда, пайдаланудың осы кезеңі аяқталған кезде мұнай бергіштік арттыру коэффициенті көбінесе мұнайдың бастапқы қорларының 40% - ынан аз болады. Әсіресе, осы мәселені шешу және 60% - дан асатын экстракция коэффициентіне қол жеткізу үшін резервуарға әсер етудің үшінші әдістері жасалады. Полимерлі су басу дегеніміз - мұнай өндіруді арттырудың химиялық технологиясы; бұл тәуекелдің төмен деңгейімен, сондай-ақ әртүрлі қабат параметрлерімен үйлесімділігімен сипатталатын танымал әдіс (өнеркәсіптік ауқымда 40 жылдан астам уақыт). Бұл әдіс полимерді оның тұтқырлығын арттыру, сонымен қатар көмірсутектер коллекторын ығыстыру процесінде қамту дәрежесін арттыру үшін сорылатын суда ерітуден тұрады.

Әр жыл сайын энергияға деген сұраныс өсіп келеді, әсіресе қазбалы отындарға, соның ішінде мұнай мен газға әлемдік сұраныстың артуы байқалады. Бұл талап етілетін сұранысты қанағаттандыру үшін мұнай қорларын игеруді және өндірістің қуаттылығын ұлғайту қажет. Өз кезегінде мұнай мен газ өндірісінің ұлғайтуға жетілген немесе жаңа коллекторларды игеру арқылы қол жеткізуге болады. Мұнай өндірудің бастапқы және екіншілік сатыларынан кейін экономикалық тұрғыдан қарастырсақ өндіруді жалғастыру мүмкін емес. Себебі, қабаттың суланғыштығының ұлғаюы және GOR коэффициенті бойынша мұнай қорын резервуардағы су мен газдан бөліп алу үшін күрделі және ауқымды жер үсті қондырғыларының қажеттілік салдарынан қара алтынды өндіру қымбатқа түседі[1]. Сондықтан өндірістің жоспарын өзгерту қажеттілігі туындайды. Өндірістің бастапқы екі кезеңінен кейін қабаттағы қалдық мұнайды өндірудің екі тәсілі бар: біріншісі ұңғыманы консервациялау, ал екіншісі өндірудің жаңашыл әдістерін қолдану. Бірақ мұнайдың екіншілік өндіру тәсілінен кейін қабат резервуарында өндірілмей қалған қалдық мұнайдың қоры біршама ауқымды екенін есте ұстаған жөн. Сондықтан ұңғыманы толыққанды жабу әрқашан тиімді бола бермейді. Осындай жағдайда өндірудің үшіншілік әдістеріне жүгінеміз. Басқалай айтсақ, мұнайбергіштікті арттыру тәсілдеріне.

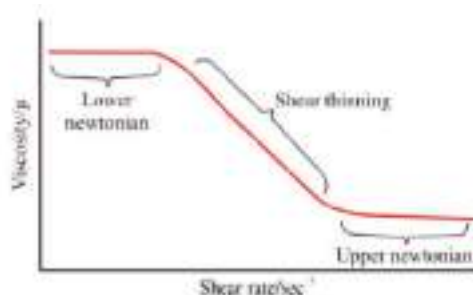
Мұнайбергіштікті арттыру тәсілдері төрт негізгі топқа бөлінеді, мысалға: химиялық және механикалық, жылулық, аралас және микробиологиялық. Химиялық әдістерді қарастырсақ, жалпы көлемінің 77%-дан астамын полимерлі, ал 23%-ын беттік белсенді заттар құрамындағы полимерлерді құрайды екен[1].

Полимер айдаудың бірқатар артықшылықтары баршылық, соның ішінде айдалатын сұйықтықтың қозғалғыштығын жақсарту, ерітуге қолданылатын су мөлшерінің төмендігі және басқа бірқатар әдістермен салыстырғанда шығындылығының төмен көрсеткіштері. Өз кезегінде суда еритін полимерлер екі топқа бөлінеді: биополимерлер (ксантан шайыры) және синтетикалық (гидролизденген полиакриламид).

Қабаттық суға аз мөлшерде полимер қоспасын қосқан кезде, қабаттағы мұнайдың және судың қозғалғыштығын салыстырғанда, су қозғалғыштығы енгізген концентрация мөлшеріне байланысты бірталай төмендейді, нәтижесінде құрамында полимерлі ерітіндісі бар су қалдық мұнайды кеуектерден поршень түрінде итеріп шығарады. Бұл жағдайды Бакли-Леверетт тендеуін негізге ала отырып сипаттауға болады және флюидтердің бұл әрекеті қозғалғыштық коэффициентімен сипатталады (M-Mobility ratio)[1].

$$f_w = \frac{\frac{k_w}{\mu_w}}{\frac{k_w}{\mu_w} + \frac{k_o}{\mu_o}} = \frac{M}{1+M} = \frac{1}{1+\frac{1}{M}} \quad (1)$$

Егер $M < 1$ болса, онда фракциялық ағын шығынының қисығы поршень ағынын көрсетеді, ал судың орташа қанығу мәні жоғары болады. Нәтижесінде, резервуардағы мұнайдың қалдық көлемі азаяды.



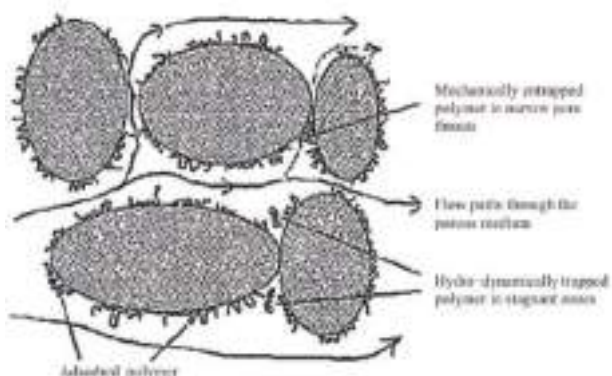
1 Сурет – Сұйықты ығыстырудың реологиялық логарифмдік графигі

Қабаттық суға полимер ерітіндісін енгізу судың қасиеттерін, яғни сұйықтықтың тұтқырлық деп аталатын реологиялық қасиетіне тікелей әсер етеді.

Айдалынған агент ерітіндісінң тұтқырлығы мен ығысу жылдамдығы арасындағы байланыс 1-суретте бейнеленген. Негізінен полимер ерітіндісін Ньютондық сұйықтық қататарына жатқызбайды, бірақ төмен ығысу жылдамдығында ерітінді біртекті ерітіндінің немесе Ньютон ағынының әрекетін көрсетуі мүмкін. Жылжудың жоғарылауына байланысты

ылдамдық пен тұтқырлық төмендейді және ертіндінің әрекеті сәйкесінше өзгереді. Ығысу жылдамдығы жоғарылаған сайын полимер молекулалары ерітіндінің тұтқырлығына әсер етпеді, сонымен қатар соңында Ньютондық сұйықтықтарға тән қасиет көрсетеді[2].

Сумен салыстырғанда агент ретінде қолданылатын ерітіндінің жоғары тұтқырлығы кеуекті ортада мұнайдың игерілуіне ықпал етеді және осыған байланысты резервуарлардағы мұнай шығындылығы жоғарылайды. Химиялық ерітіндіні айдау процесі кезінде агент тұтқырлығының жоғарылату арқылы EOR мәнінің жоғарылауына келесі әдіс-тәсілдермен қол жеткізуге болады: полимер концентрациясының жоғарылауы, еріткіштердегі судың тұздылығын төмендету және жоғары молекулалық полимерді қолдану.



2 Сурет – Кеуекті ортада полимер ерітіндісінің қозғалу механизмі

Концентрациясын жоғарылату кезінде агентті қабатқа айдау үшін жоғары айдау қысымы қажет. Сондай-ақ, қысымды жоғарлатудың орнына, балама ретінде, жоғары молекулалық салмағы бар полимерлерді қолдануға да болады, бірақ молекулалық массаның жоғарылауы кей жағдайларды кеуек тесіктерінің бітелуіне әкелуі мүмкін, осылайша қабат өткізгіштігінің төмендеуіне тудырады. Осымен қатар, полимер молекулаларының кеуек беттерінің адсорбциялануы немесе тау жынысының тар арналарында ұсталып қалуы мүмкіншілігі жоғары. Берілген 2-суретте қабатқа айдалынған химиялық агенттің қабат жынысының кеуектерімен қалайша әрекеттесетінін көруге болады. Бұл жерде, зерттеу нәтижелері бойынша полимерлі айдаудың көп жағдайы құмтастарда қолданғандығы айтылады[3]. Осылайша кең таралған, тұрақты анионды полимерлер тау жынысының бетіне адсорбцияланады. Химиялық тәсілдердің ішіндегі полимерлі тәсілді қолдану барысында назар аударуды қажет ететін бірнеше параметрлерді ескеруіміздің маңыздылығы жоғары, олардың қатарына: қабаттық

мұнай тұтқырлығы 200 сП-дан аз болу керек, қабат температурасы 120 °С-ден аспауы қажет, қабат суының тұздылығы 250000 промилледен аз, өткізгіштік 10 мД-дан жоғары, мұнайға қанығуы 30%-дан жоғары, қарастырылатын қабат қалыңдылығы 10 футтан жоғары және тау жынысының кеуектілігі 10 %-дан артық болуы шарт[1].

Қорытынды:

Тәжірибелік жобалау кезеңінде полимердің резервуардағы суға әсері минималды – сұйылтуға байланысты, ол коллекторда немесе су тазарту қондырғыларында болуы мүмкін. Мұнай бергіштікті арттыру ірі жобаларына келетін болсақ, қалдық полимерлерді жою арқылы суды тазарту процесінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін бірнеше жою әдістері бар. Кәсіпшілік жобалар саны бойынша полимерлік суландыру мұнай бергіштікті арттырудың ең көп таралған қолданыстағы әдісі болып табылады. Мұның себебі, әдеттегі су басуды қоспағанда, полимерлі су тасқыны коммерциялық жағдайда қолданудың ең қарапайым әдісі болып табылады және салыстырмалы түрде аз инвестицияны қажет етеді. Алайда, тіпті төмен мұнай беру көрсеткіші жағдайында да қолайлы табыс нормасы үшін айтарлықтай артықшылықтар болуы мүмкін. Осы тарауда қамтылған ең маңызды қасиет-полимерлі ерітінділердің ньютондық емес әрекеті, өйткені бұл ерекшелік полимердің қажеттілігіне әсер етеді, оны қозғалғыштықтың арақатынасын есептеу арқылы табуға болады және полимердің айдау жылдамдығын дәл болжау мүмкіндігі. Полимерді айдау жылдамдығы жобаның ұзақтығын анықтайды, бұл өз кезегінде экономикалық кіріс мөлшерін анықтайды. Қабылдағыштықты есептеу жылжымалы мұнаймен қанықтылықты және полимердің осы қолдануда тұрақты болып қалу ықтималдығын бағалаумен қатар, полимерлі суланудың сәттілігінің маңызды анықтайтын факторлары болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Ali Mohsenatabar Firozjaia, & Hamid Reza Saghaifib (2020). Review on chemical enhanced oil recovery using polymer flooding: Fundamentals, experimental and numerical simulation. Petroleum, 7 (4), 115-122. <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2019.09.003>
2. Alexander Groisman, Victor Steinberg, Elastic turbulence in a polymer solution flow, Nature 405 (6782) (2000) 53.
3. Larry W. Lake, William R Rossen Russell T Johns, Gary A. Pope, Fundamentals of Enhanced Oil Recovery, (2014).
4. Castro R., Pérez R., Maya G., Quintero H., Jimenez R., García H., Quintero L. Применение полимерного заводнения для увеличения коэффициента извлечения нефти. Георесурсы. 2016. Т. 18. № 4. Ч. 1. С. 271-280.

Анализ химического метода повышения нефтеотдачи полимерного заводнения по экономической эффективности

Султангазиева А.Т., Уябай Г.

Аннотация. В наше экономическое нестабильное время, добыча остаточной нефти из недр земли каждым годом становится все труднее. Это обуславливается тем, что методы применяемые для извлечения черного золота не всегда эффективны и после вторичных методов добычи они не справляются с высоким показателем заводнения пласта. Тем самым вода, из-за своей подвижности достигает в скважину быстрее, чем высоковязкая нефть. Анализируя, что во многих месторождениях главной проблемой является заводнение пласта нагнетаемой водой, будет рассмотрен химический метод заводнения с экономической стороны и полностью. В итоге повышение вязкости воды улучшит подвижность закачиваемого флюида в лучшую сторону. Тем самым, эффективность вертикального и площадного охвата воздействия увеличивается по сравнению с другими методами заводнения.

Ключевые слова: повышение коэффициента нефтеотдачи пластов, полимерное заводнение, экспериментальная реализация, подвижность, остаточная нефть.

Analysis of the chemical method of increasing the oil recovery of polymer flooding by economic efficiency

Sultangazieva A.T., Uyabay G.

Abstract. In our unstable economic times, the extraction of residual oil from the bowels of the earth is becoming more difficult every year. This is due to the fact that the methods used to extract black gold are not always effective and after secondary mining methods they do not cope with a high rate of reservoir flooding. Thus, water, due to its mobility, reaches the well faster than high-viscosity oil. Analyzing that in many fields the main problem is flooding of the reservoir with injected water, the chemical method of flooding will be considered from the economic side and completely. As a result, increasing the viscosity of water will improve the mobility of the injected fluid for the better. Thus, the effectiveness of vertical and area coverage of the impact increases in comparison with other methods of flooding.

Key words: increasing the oil recovery coefficient of reservoirs, polymer flooding, experimental implementation, mobility, residual oil.

Устранение образования солеотложений в скважинах Казахстана
Р.М. Суюнғалиев^{id}, А.Т. Туралиев^{id*}, Н.Ш. Шакирова^{id}, Е.Ж. Есимсейт^{id},
К.С. Заурбеков^{id}
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
[*turaliev2001@mail.ru](mailto:turaliev2001@mail.ru)

Аннотация. В данной статье проведена технико-экономическая оценка эффективности применения технологии мембранного метода на месторождениях Казахстана. В Казахстане месторождения характеризуется высокой вязкостью пластовой нефти, содержания серы, обводненностью и неоднородностью пласта. Разработка месторождений на поздних стадиях как показана на практике сопровождается высокой обводнённостью продукции пласта. Причина – большое количество попутных вод, добываемых со скважин. Перенасыщение этих вод неорганическими солями даёт возможность протекать процессу – солеотложение. Солеотложение – достаточно многофакторный и сложный процесс, который главным problemом является выпадение из химического раствора виде солей. Интенсивность солеотложения соизмерима с интенсификацией добычи: с ростом депрессии условия для протекания процесса становятся более благоприятными.

Итог, осадки неорганических солей вызывают большое снижение добычи нефти из скважин: из-за «засоления» уменьшается внутренний диаметр НКТ, что приводит к снижению пропускной способности труб; из строя выходит ГНО и измерительное оборудование.

Результаты моделирования процесса мембранного метода показывают высокую технико-экономическую эффективность и дают основание к пилотному испытанию

Ключевые слова: солеотложения, мембранный метод, пласт, вода, методы.

Введение. В настоящее время добыча нефти очень важна, но при ее добычи возникает не очень мало проблем и одна из основных – это образование солеотложений в скважинах.

В последние годы данная проблема получило особую актуальность в связи с ростом объёмов добываемых флюидов и повышение обводненности добываемых флюидов в пласте. Данная проблема вселяет страх в сердца инженеров.[1]

В нефтегазовой промышленности предъявляются повышенные технологические и экологические требования к поиску экономически эффективных методов борьбы с накипью, образующейся в результате заводнения.

Там, где морская вода содержит сульфаты, а пластовая вода содержит барий и стронций, существует вероятность образования значительного налета сульфатов бария и стронция и закисания пласта. Отложения накипи являются распространенной проблемой при закачке воды, причем тип и степень накипеобразования на разных месторождениях различны.

Технология удаления сульфатов может помочь решить проблему в самом источнике, обеспечивая повышение производительности и снижение эксплуатационных затрат, производительность и снизить эксплуатационные расходы.

С целью профилактики возникающих осложнений наиболее часто применяются химические реагенты различного назначения, совместимость которых между собой играет важную роль для гарантированной защиты оборудования. Однако взаимовлияние друг на друга различных реагентов, применяющихся при разработке нефтяных месторождений, зачастую не учитывается, так как оценка совместимости требует проведения комплекса дополнительных лабораторных, а также, полевых испытаний.

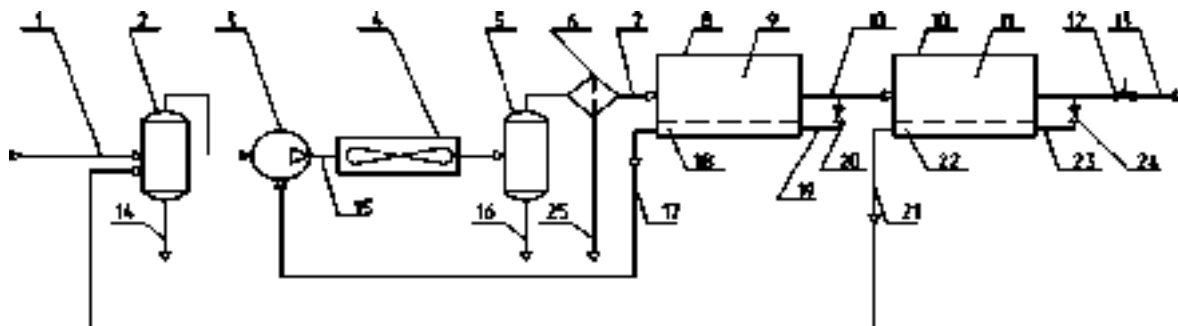
Устранение солевых отложений химическим методом является дешевым и эффективным методом, включая случай, когда использование механического способа затруднено, а также неэффективно или коммерческий не выгодно. В настоящее время в нефтяной сфере особую популярность занимает химический метод, так как, является более эффективным с применением ингибиторов в борьбе с солеотложением.

Вследствие этого, необходимо проводить анализ перед началом работ на вероятность солеотложений при разных условиях режима, также необходимо проводить прогноз и проверку за работой запаса.

Современная оценка состояния проблемы:

Нефти Западного Казахстана обладают высокой обводненностью, вследствие чего могут образовываться неорганические соли в любых точках нефтепромыслового оборудования, которые ведут к коррозионным и другим серьезным технологическим проблемам.

Ниже указана схема, где показана мембранная установка для комплексной сбора попутного газа [1].



- 1– входной отдел пластового газа, 2– разделение пластового газа, 3– газокompрессорная установка, 4– аппарат воздушного охлаждения, 5– сепаратор, 6– фильтрующая установка, 7– трубопровод, 8– мембранные блоки разделяющие газ МГБ-1, 9– отсек с высоким давлением, 10– мембранные блоки разделяющие газ МГБ-2, 11– отсек с высоким давлением, 12– редуктор давления, 13– выход очищенного газа, 14– выделения пара, 15– трубопровод, 16– выделения пара, 17– трубопровод, 18– отсек с низким давлением, 19– трубопровод, 20– дроссель, 21– трубопровод, 22– отсек с низким давлением, 23– трубопровод, 24– дроссель, 25– выделения пара.

Рисунок 1 – Схема мембранной установки [2].

Литературный обзор.

В результате роста объема добываемого пластового флюида и повышение обводненности добываемой жидкости, получила актуальную проблему по решению солеотложения на многих продуктивных нефтяных месторождениях. Некоторые проблемы, которые способны породить солеобразования, приводят к многим проблемам при добыче.

Данная проблема актуальна при добыче нефти и газа. Всем не мало известно, что данная проблема приводит к снижению фонда компаний на миллионы долларов. В настоящее время решение данной проблемы являются не эффективными и дорогими. Поскольку, возникновение данной проблемы нужна быстрая и эффективная методика удаления.

Вопрос солевых отложений считается непрерывным попутчиком эксплуатации скважины находящийся под землей оснащения как в первоначальных, таким образом в заключительных стадиях разработки штанговых месторождений. Не рассматривая разнообразные предпосылки хода образования солеотложений, его результаты в одинаковой мере отрицательно оказывают влияние в продуктивности добычи нефти. Соль, образовавшаяся на стенках ствола скважины, приводит к аварийному состоянию оборудования.

В основе проблемы солеотложения разрабатывается в штанговых месторождениях, в настоящее время данная проблема приобрела особенную значимость во взаимосвязи с увеличением размеров вплоть добываемой многопластовый воды, также с повышением обводненности месторождений. Актуальным решением сейчас является воздействие химических реагентов, ингибиторов для устранения некоторых разновидностей осложнений эксплуатации скважин. [4]

Для профилактики образующихся солеотложений зачастую используют химический реагент разного направления, сопоставимость каковых собою представляет немаловажную значимость с целью предоставления результативной охраны оснащения. Но влияние данного реагента, применяющихся в исследования месторождений не предусматривается, таким образом анализ потребует необходимости применения лабораторных тестирований

Основная часть.

Мембранный метод зачастую используется в индустрии, также популярен во время переработки нефти и газа. Данный метод является эффективным и не очень дорогим в применениях для переработки флюидов. Но, данный способ разделения фракции также характеризуется специфическими качествами. Следовательно, из-за этого широко распространения данного способа ограничивается в некоторых странах и разработки актуальных решений. В таком случае, такое решение является не альтернативным в силу определённых положительных сторон.

В производственной терминологии зачастую совершают ошибку при использованиях термина «мембрана». Подобным словом, зачастую именуют гибкий аппарат элементов агрегатов, выполняющие функцию поршня без перемещения по краям или на перегородке с изменением геометрической конфигурацией.

Подобные аппараты используются во диафрагменных насосах, ресиверах, гидрофорах также иных агрегатах, использующих либо формирующих влияние сферы.

Мембрана — это абсолютно другой продукт. Главная задача данной мембраны, это разделение на компоненты жидких и газообразных веществ. [5]

Процесс сепарирования происходит за счет материала, который без каких-либо осложнений пропускает одни жидкости, а другие удерживает. Данный принцип чем-то напоминает фильтр. Но, это совсем не так, различаются технологии. Немного разберем эти технологии. Фильтр пропускает все компоненты жидкостей, тем самым фильтрую только от осадка и грязи. Мембрана в своем случае пропускает или сепарирует жидкости по их свойствам (физико-химическим). В эти свойства входят: полярность молекул, расположение связей и другие физико-химические свойства.

Процесс распределения в промышленной нефти и естественного газа также товаров нефтехимии, с помощью фазового разделения. Данное фракционное разделение, также совокупность подобных действий, разделительная сущность каковых состоит в применении отличий во концентрациях компонентов, в водной и газовых фазах. Разница концентраций обуславливается летучестью, так как они находятся в зависимости с температуры кипения любого вещества.[5]

Достоинства конструкций подготовки газа в базе диафрагменной технологические процессы:

- Удаление с естественного также нефтяного штангового газа одновременно ряд включений технологическом цикле, то, что никак не способен гарантировать ни один из других способов;
- Работа в пространственном спектре давлений с 3-х вплоть до 100 атмосфер, также никак не обладает ограничений применения, прикладываемых нажимом трубопроводной концепции;
- Непревзойденные массогабаритные свойства;
- Подготовленный газ- топливо с целью последующего применения действует почти отсутствии согласно без потери давления, не имеется потребность вспомогательного компримирования;
- Экологичность, т.к. никак не применяет химические реагенты;
- Возможность доведения утилизации ПНГ вплоть до 100%;
- Производительность конструкций просто настраивается во спектре с 5 % вплоть до 100 % с нарицательной производительности присутствие потребности подключением также отключением доли газоразделительных модулей. Данное в особенности результативно с целью месторождений со сезонными шатаниями сырьевого струи и/или со ниспадающей добычей;
- Длительная деятельность конструкций со загрузкой значительно больше нарицательной со незначительным уменьшением свойства подготовки газа;
- Поставка клиенту во транспортируемых модулях с компонентами средств концепций

АСУ ТП, пожарной, газовой сигнализации и в наибольшей фабричной готовности, то, что моментально уменьшает сроки, также цена строительно-сборных работ;

- Сроки работы конструкции 365 суток в году в отсутствии приостановки на ППР;
- Установки элементарны в эксплуатации, предельно автоматизированы и никак не требуют высококвалифицированного персонала для техсервиса;
- Низкие рабочие расходы в обслуживании конструкции;
- Возможно производство диафрагменных конструкций с целью эксплуатации в с покрытых площадках, но кроме того совместный вид исполнения [6]

Выводы.

В последние годы наблюдается много важных достижений в области регулирования и устранения солевых отложений. В настоящее время в распоряжении компаний-операторов находится ряд химических продуктов и механических средств, предназначенных для удаления и предотвращения роста отложений. Метод мембранного разделение поможет предотвратить образование солеотложение. Данный способ не рассматривает фазовое превращение, нам не обязателен переход флюида в другое фазовое состояние. Следовательно, при помощи нашего метода, который мы хотим внедрить в Казахстан, можно значительно снизить расходы в миллионы долларов.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пучина Г.Р., Современная практика предупреждения и удаления солеотложений. 2013
2. <https://neftegaz.ru/science/booty/331949-membrannye-ustanovki-podgotovki-prirodnogo-i-poputnogo-neftyanogo-gaza-kompleksnye-resheniya-npk-gra/>
3. Васильев Н.И., Петухов А.В., Способы предотвращения солеотложения при разработке и эксплуатации залежей нефти.
4. Гулянский М.А., Решение проблемы путем технологий и экономики, решения на основе мембранных технологий.
5. Петрушкин А.С., Использование мембранного метода сепарирования для переработки флюидов.
6. Машков З.К., Методы борьбы с солеотложением на рабочих органах УЭЦН и ШГН.
7. <https://method-spbu.ru/membrane>

Қазақстан тұз шөгінділерінің түзілуін жою

Р.М. Суюнғалиев, А.Т. Туралиев, Н.Ш. Шакирова, Е.Ж. Есимсейт

Аңдатпа. Бұл мақалада Қазақстан кен орындарында мембраналық әдіс технологиясын қолдану тиімділігіне техникалық-экономикалық бағалау жүргізілді. Қазақстанда кен орындары қойнауқаттық мұнайдың жоғары тұтқырлығымен, күкірттің құрамымен, сулануымен және қойнауқаттың біртектілігімен сипатталады. Кейінгі кезеңдерде кен орындарын игеру іс жүзінде көрсетілгендей, резервуар өнімдерінің жоғары сулануымен бірге жүреді. Мұның себебі-ұңғымалардан өндірілетін ілеспе сулардың көп мөлшері. Бұл суларды Бейорганикалық тұздармен қанықтыру процестің өтуіне мүмкіндік береді-тұзды тұндыру. Тұзды тұндыру-бұл өте көп факторлы және күрделі процесс, оның негізгі проблемасы химиялық ерітіндіден тұз түрінде түсу болып табылады. Тұзды тұндырудың қарқындылығы өндірістің қарқындылығымен сәйкес келеді: депрессияның жоғарылауымен процестің барысы үшін жағдайлар қолайлы болады.

Нәтижесінде, бейорганикалық тұздардың тұнбасы ұңғымалардан мұнай өндірудің үлкен төмендеуіне әкеледі: "тұзданудың" салдарынан түтіктердің ішкі диаметрі азаяды, бұл құбырлардың өткізгіштігінің төмендеуіне әкеледі; ірің мен өлшеу жабдықтары істен шығады;

Мембраналық әдіс процесін модельдеу нәтижелері жоғары техникалық-экономикалық тиімділікті көрсетеді және пилоттық сынаққа негіз береді.

Негізгі сөздер: тұз шөгінділері, мембраналық әдіс, пласт, су, әдістер.

Elimination of scale formation in wells in Kazakhstan
R.M. Suyungaliyev, N.Sh. Shakirova, A.K. Turaliev, E.Zh. Esimseit

Abstract. In this article, a technical and economic assessment of the effectiveness of the application of the membrane method technology in the fields of Kazakhstan is carried out. In Kazakhstan, the deposits are characterized by high viscosity of reservoir oil, sulfur content, waterlogging and heterogeneity of the formation. The development of deposits at late stages, as shown in practice, is accompanied by a high water content of reservoir production. The reason is a large amount of associated water extracted from wells. The oversaturation of these waters with inorganic salts makes it possible for the process to proceed – salt deposition. Salt deposition is a rather multifactorial and complex process, which the main problem is the precipitation of salts from a chemical solution. The intensity of salt deposition is commensurate with the intensification of production: with the growth of depression, the conditions for the process become more favorable.

As a result, precipitation of inorganic salts causes a large decrease in oil production from wells: due to "salinization", the inner diameter of the tubing decreases, which leads to a decrease in the throughput capacity of pipes; the PMO and measuring equipment fail;

The results of modeling the process of the membrane method show high technical and economic efficiency and provide the basis for a pilot test.

Key words: salt deposit, membrane method, reservoir, water, methods.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫТЕСНЕНИЯ ЗАПАСОВ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ РАЗРАБОТКИ

Таскибаев М.Б. 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы.

*mtaskibayev@gmail.com

Аннотация. Целью данной статьи является раскрытие потенциала методик по построению характеристик вытеснения, правильная совокупность применения которых позволит определить оптимальный баланс научной составляющей и трудозатрат при выполнении анализа разработки месторождения и его дальнейшего проектирования. Сказанное выше не означает, что все статистические методы являются бесполезными и антинаучными, т.к. их использование при оперативном анализе и прогнозировании бесценно. Важной задачей является, скорее, разграничивание сфер применения. Характеристики вытеснения, конечно, и сейчас широко применяются, в том числе и при проектировании разработки, однако спектр решаемых задач ограничивается определением вовлеченных в разработку запасов нефти.

Ключевые слова: ГГДМ, аналитические и математические моделей, проектирование разработки.

Методики, основанные на механизме вытеснения нефти водой, являются самыми распространенными и характеризуют уровни годовой или накопленной добычи нефти в зависимости от накопленного объема добычи жидкости или роста обводненности. Огромное множество разновидностей данных методик обусловлено тем, что обводненность продукции может представляться самыми разными способами: добыча жидкости, накопленная добыча жидкости, $\lg(Q_{nn})$, ВНФ, $\lg(\text{ВНФ})$, прокачанный МОРВ, отношение накопленных отборов жидкости и нефти и даже производная от времени

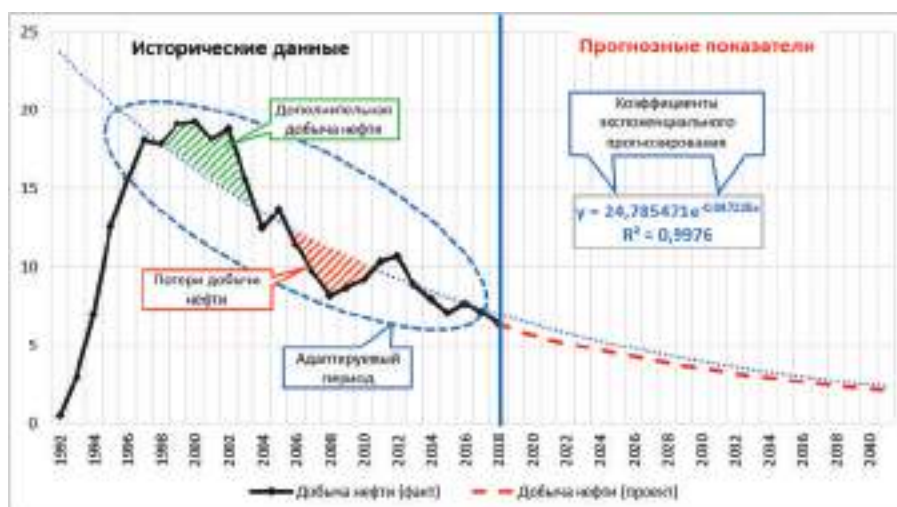


Рисунок 1 – Пример применения статистических методов анализа и прогноза

Ось ординат при этом также может принимать различные формы представления от дебита нефти до КИН и т.д. При первом рассмотрении можно решить, что все данные методики совершенно различны и не имеют ничего общего, например, в зависимости накопленной добычи нефти от МОРВ можно вовсе не разглядеть механизм вытеснения, который, якобы, не представлен, но оперирование прокачанным поровым объемом априори подразумевает разработку залежей с применением ППД (чаще всего именно закачка воды) или активный водонапорный режим работы залежи, или, как это встречается чаще всего, совокупность данных факторов. Все эти методики главным образом объединяет формула зависимости используемых параметров, которая, в подавляющем большинстве случаев, описывается логарифмическим уравнением, т.к. именно логарифмическая зависимость определяет темпы снижения дебитов нефти с ростом обводненности в случае реализации полноценной системы

разработки месторождения с достижением проектных* значений коэффициента охвата залежи и заводнения. При работе с подобными характеристиками вытеснения необходимо помнить некоторые аспекты, которые не в полной степени освещены в научной литературе:

- подобные характеристики вытеснения (даже если в исходных параметрах отсутствует обводненность) предназначены только для месторождений, разрабатываемых на водонапорном режиме и/или с ППД, вследствие чего фактор снижения пластового давления со всеми его составляющими (снижение темпов отбора, разгазирование, перераспределение фронта вытеснения и пр.) упраздняется. К тому же изменение темпов отборов нефти в материальном балансе описывается не логарифмическим, а дифференциальными уравнениями;

- под обводненностью при построении зависимости подразумевается именно обводнение резервуара, а не обводненность добываемой продукции, т.к. на последнюю значительное влияния оказывают множество технологических факторов (заколонные перетоки, преждевременное обводнение отдельных линий тока, циркуляция закачиваемой воды), которые не характеризуют физику процесса вытеснения. Это правило не распространяется на разрабатываемые месторождения, при проектировании которых предусматривается несовершенство существующей системы;

- все определяемые количественные характеристики привязаны именно к системе и темпам разработки (объемы добычи жидкости, количество эксплуатационных скважин, прокачанные поровые объемы и т.д.), а не ко времени. При трансформации зависимости в динамику также необходимо делать поправку на несовершенство системы разработки: как было сказано выше, характеристики вытеснения описывают механизм работы самой залежи, который приводится в действие антропогенным фактором, и не учитывает ошибки и промахи, допущенные недропользователем, такие как плохое качество заколонного цемента, неверное размещение нагнетательных скважин с циркуляцией воды, перфорация под ВНК и т.д.

- при расчете фактических или проектных объемов прокачки поровых объемов обязательно должна сохраняться полноценная компенсация отборов, т.е. при 20% компенсации накопленный отбор жидкости не может характеризовать собой прокачанный поровый объем, который не компенсирован. Источник воды при этом не имеет принципиального значения: в учет должны идти все объемы воды, внедряемые в залежь посредством ППД или из аквифера, речь идет о воде, которая участвует в вытеснении нефти. Это правило также работает и в обратную сторону;

- высокая достоверность расчетов обеспечивается только на месторождениях с реализованной системой разработкой и при достижении геологического потенциала залежи. Методики, ориентированные на снижение дебитов нефти по мере выработки запасов более универсальны, т.к. динамика снижения дебита нефти не настолько зависит от режима работы залежи, вследствие чего данный метод можно применять практически ко всем видам месторождений. Однако данные методики по своей сути схожи со статистическими расчетами, именно потому, что в них отсутствует механизм управления и анализа, основанный на режиме работы залежи. Результаты выполнения расчетов по данным методикам также сильно схожи между собой (рис. 2).

На рисунке представлено сопоставление результатов расчета дополнительной добычи нефти от ГТМ статистическим методом и по зависимости накопленной добычи.

Как видно из рисунка 2, результаты расчета дополнительной добычи нефти статистическим методом и по зависимости накопленной добычи нефти от времени практически идентично схожи между собой. На данном факторе и основаны суждения о схожести данных методик. В пользу характеристик вытеснения, разве что, можно выделить простоту оперативной визуальной оценки дополнительной добычи.

Чтобы не быть голословным, достаточно просто можно привести пример месторождения, к которому неприменимы числовые статистические модели, а именно месторождения, находящиеся на начальной стадии разработки. Если исторический период включает исключительно этап роста добычи и дебита нефти, то невозможно статистическим методом

определить характерный темп снижения добычи и, следовательно, обуславливается отсутствие возможности прогноза. Данную проблему вполне легко можно решить применением характеристик вытеснения, не основывающиеся на темпах снижения дебитов нефти.

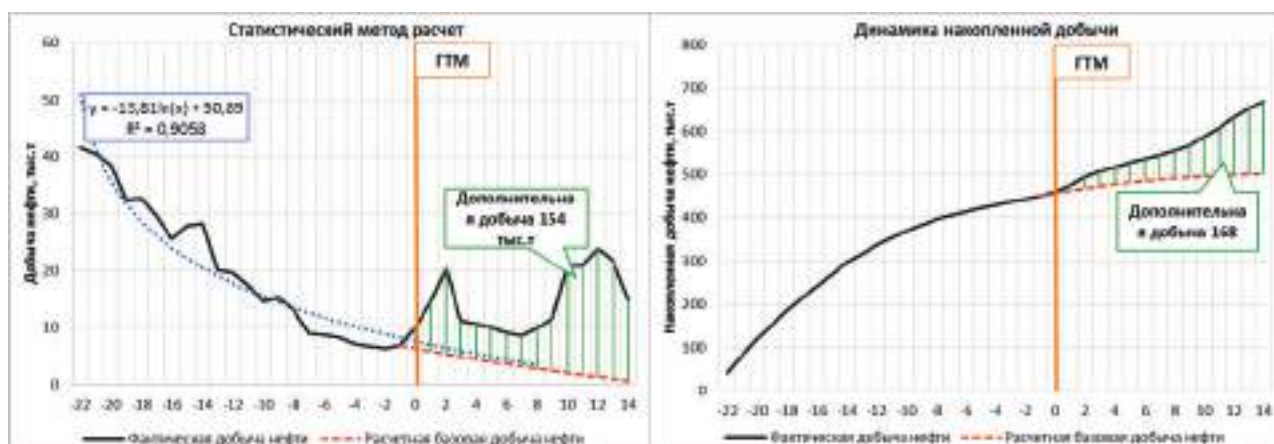


Рисунок 2 – Сопоставление результатов расчетов статистическим методом и зависимости Qnn

Для более полного понимания данного примера, более подробно допускаем следующие условия: месторождение находится на I стадии разработки, годовые уровни добычи и дебиты нефти имеют тенденции роста, дебиты и добыча жидкости также постоянно увеличиваются, процесс разработки сопровождается ростом обводненности продукции. Фактические исторические показатели разработки представлены на рисунке 3.

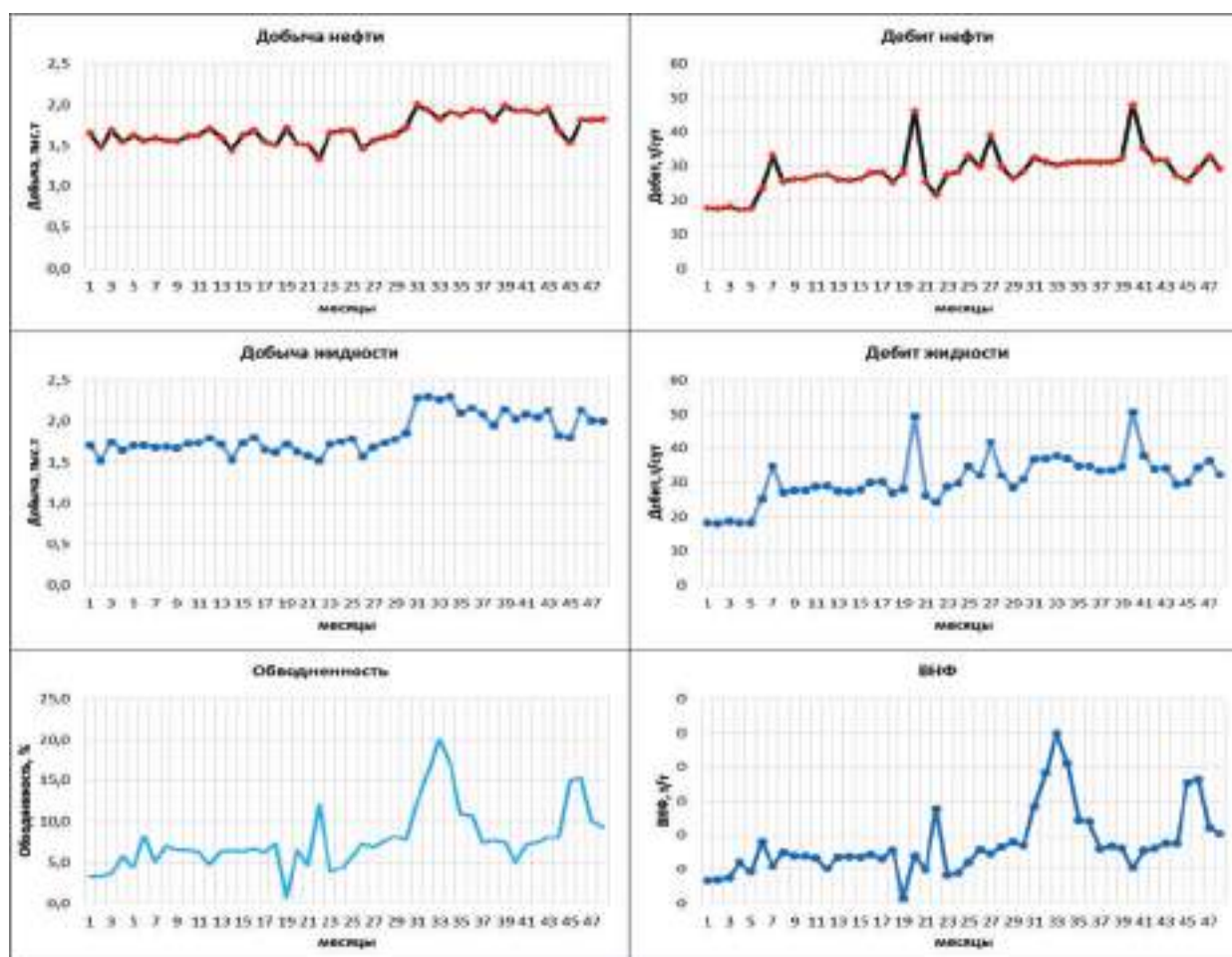


Рисунок 3 – Фактические показатели разработки (пример)

Механизм решения данной задачи посредством построения характеристик вытеснения состоит из 6 этапов и имеет следующий алгоритм:

Шаг 1. На рисунке 5 представлена зависимость $\text{Ln}(\text{ВНФ})$ от накопленной добычи нефти. Отрицательным фактором является значительный разброс точек кривой, однако данное явление весьма характерно для начальной стадии разработки и при малом эксплуатационном фонде, когда даже одна новая скважина, вводимая из бурения, или 1 успешное ГТМ оказывает влияние на характеристику выработки. В связи с этим наиболее оптимальной будет отбраковка несоответствующих данных. На рисунке зеленым цветом обозначен диапазон значений, которые использованы для построения тренда и определения коэффициентов линейной зависимости.

Шаг 2. Исходя из уравнения линейной зависимости линии тренда необходимо определить коэффициенты a и b , которые в нашем случае составляют 0,013604 и -3,365413 соответственно. Как упоминалось ранее, зависимость выработки запасов от обводненности описывается согласно логарифмическому уравнению, а в нашем примере приведена линейная зависимость, это обусловлено тем, что ось ординат $\text{Ln}(\text{ВНФ})$ уже логарифмирована, и на данной оси любая логарифмическая кривая превращается в прямую линию. Поэтому никакой ошибки или несоответствия в данном случае нет.

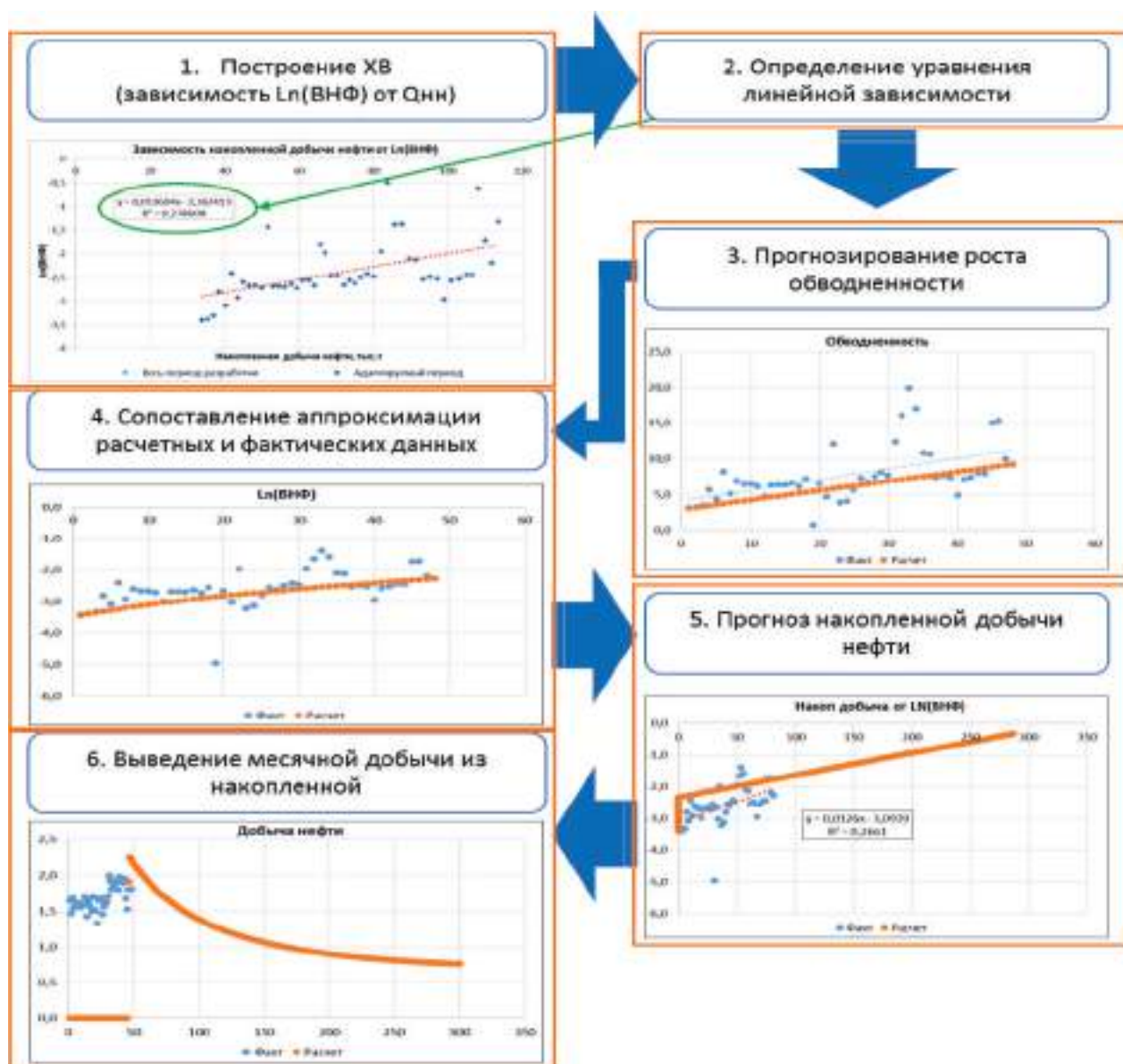


Рисунок 4 – Алгоритм расчета прогнозной добычи нефти согласно примеру



Рисунок 5 – Зависимость $\text{Ln}(\text{BHФ})$ от накопленной добычи нефти (пример)

Шаг 3. Теперь, когда нам известны коэффициенты линейного уравнения, имея лишь прогноз динамики роста обводненности продукции (которую надо трансформировать в $\text{Ln}(\text{BHФ})$) мы можем без труда определить накопленную добычу нефти в любой «момент времени» (под моментом времени в данном случае подразумевается период определенной обводненности продукции, т.к. данная зависимость не имеет привязки к самому времени непосредственно). на рисунке 6 представлено сопоставление результата расчета обводненности с фактическими данными и трендовой зависимостью.

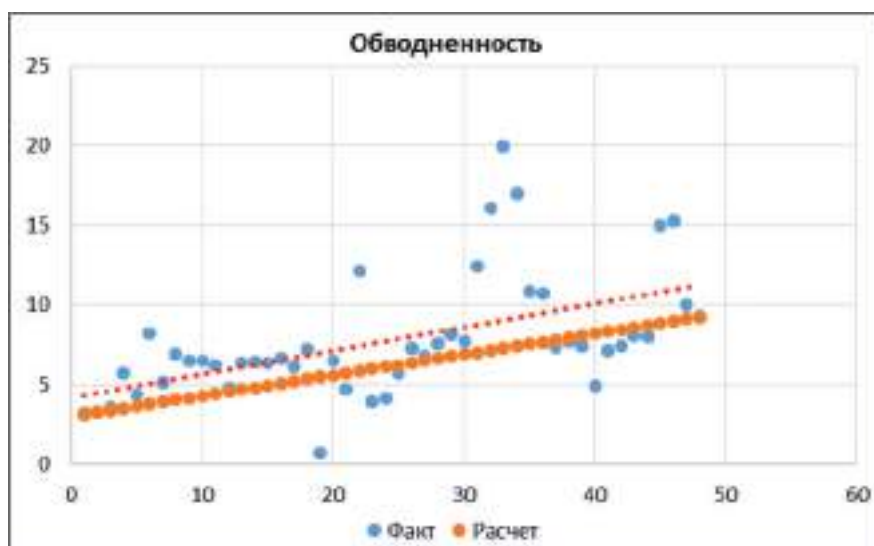


Рисунок 6 – Сравнение фактической и расчетной обводненности за исторический период

Шаг 4. На данном этапе обводненность продукции, измеряемая в %, преобразуется в $\text{Ln}(\text{BHФ})$ с единицей измерения «д.ед.». На предыдущем рисунке 6 невооруженным глазом можно заметить, что расчетная обводненность продукции находится ниже линии тренда, на основе которой обводненность вычислялась. Данное явление говорит об искусственной адаптации коэффициента b . Причины необходимости корректировки коэффициента b наиболее ярко очевидны именно при преобразовании обводненности в $\text{Ln}(\text{BHФ})$, на котором отчетливо видны некорректные значения, выбивающиеся из тренда (рис. 7).

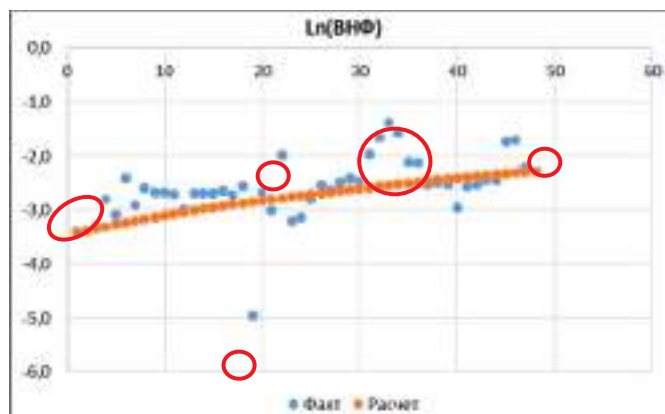


Рисунок 7 – Сравнение фактической и расчетной динамики $\text{Ln}(\text{BHФ})$

Шаг 5. Имея на руках более или менее достоверный прогноз динамики обводненности продукции можно приступить к завершительному этапу и подставить полученные значения в уравнение зависимости $\text{Ln}(\text{BHФ})$ от накопленной добычи нефти. Графические результаты расчета представлены на рисунке 8.

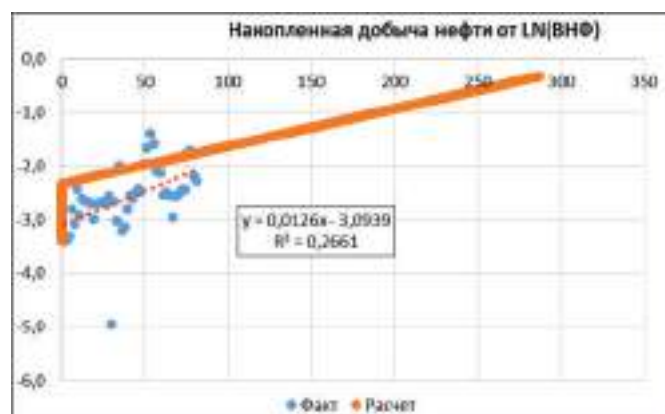


Рисунок 8 – Результаты расчета накопленной добычи нефти на основе прогноза обводненности

Шаг 6 является завершающим и представляет прогноз уровней месячной добычи нефти, которая, не смотря на историческую тенденцию роста, имеет характер постоянного падения с ростом обводненности. Результаты расчета прогнозной добычи нефти представлены на рисунке 9.

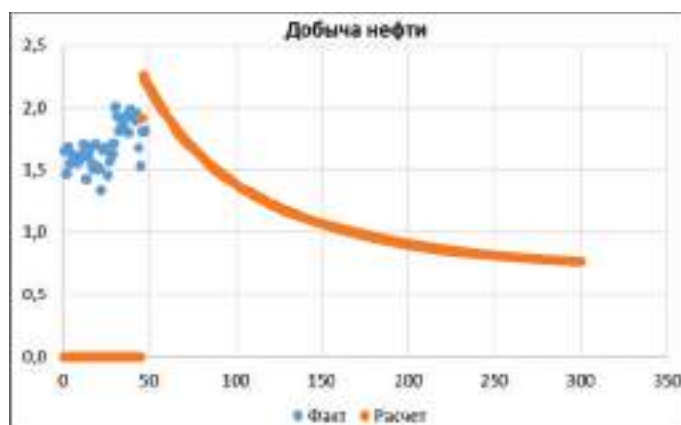


Рисунок 9 – Динамика прогнозной добычи нефти

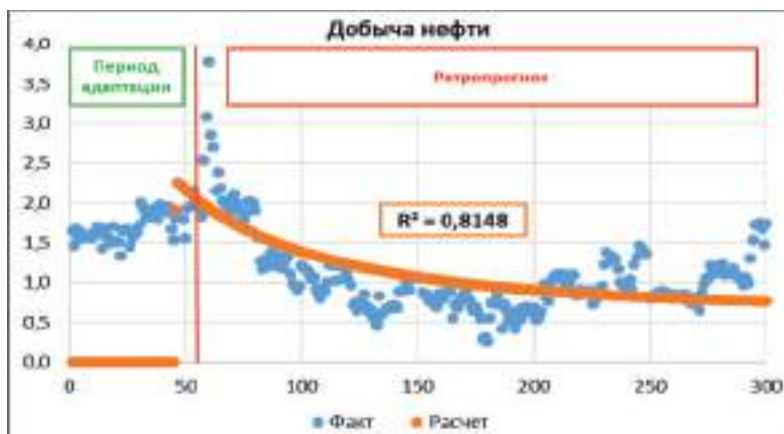


Рисунок 10 – Оценка результатов расчета на основании соответствия фактическим данным

Фактический исторический период разработки месторождения (точнее одного небольшого участка залежи), представленного в примере, охватывает период 90-х годов, и был целенаправленно выбран для возможности сравнения расчетных данных с имеющимися фактическими, по сути данный пример представляет собой ретропрогноз. На рисунке 10 приведено сопоставление фактической и расчетной добычи нефти, согласно которой можно убедиться в высокой степени сходимости расчетных данных с фактическими, примерно на уровне 80%. В качестве подтверждения достоверности расчета можно также привести результаты вовлеченных запасов (расчет выполнен на основании представленного прогноза), которые составили 650 тыс.т, что на 90% соответствует фактическим утвержденным извлекаемым запасам нефти, хотя данные НИЗ рассчитывались с использованием всего исторического периода, включая также и завершительные этапы снижения дебитов и добычи нефти.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лысенко В.Д., Теория разработки нефтяных месторождений, Недра, 1993г;
2. Лысенко В.Д., Проектирование разработки нефтяных месторождений, Недра, 1987г;
3. «Анализ разработки месторождения...», 2018г, г.Атырау.

Игеру жағдайын талдау үшін қорларды ығыстыру сипаттамасы Таскибаев М.Б.

Андатпа. Бұл мақаланың мақсаты ығыстыру сипаттамаларын құру әдістерінің әлеуетін ашу болып табылады, олардың дұрыс қолданылуы кен орнын игеруді талдау және оны одан әрі жобалау кезінде ғылыми компонент пен еңбек шығындарының оңтайлы тепе-теңдігін анықтауға мүмкіндік береді. Жоғарыда айтылғандар барлық статистикалық әдістер пайдасыз және ғылымға қарсы дегенді білдірмейді, өйткені оларды жедел талдау мен болжауда қолдану баға жетпес. Маңызды міндет-қолдану салаларын ажырату. Ауыстыру сипаттамалары, әрине, қазір де кеңінен қолданылады, соның ішінде дамуды жобалау кезінде, бірақ шешілетін міндеттер ауқымы дамуға қатысатын мұнай қорларын анықтаумен шектеледі.

Негізгі сөздер: ГГДМ, аналитикалық және математикалық модельдерді, игеруді жобалау

Stock displacement characteristics for development status analysis Taskibayev M.B.

Abstract. The purpose of this article is to reveal the potential of methods for constructing displacement characteristics, the correct combination of applications of which will allow determining the optimal balance of the scientific component and labor costs when analyzing the development of a field and its further design. The above does not mean that all statistical methods are useless and unscientific, because their use in operational analysis and forecasting is priceless. An important task is, rather, the delineation of the spheres of application. Displacement characteristics, of course, are still widely used today, including in the design of development, but the range of tasks to be solved is limited to determining the oil reserves involved in the development.

Keywords: Construction of reservoir dynamic modeling, analytical and mathematical models, development design.

О ПРИРОДЕ РЕЗКОГО СНИЖЕНИЯ ПРИЕМИСТОСТИ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН В ГИДРОФИЛЬНОМ КОЛЛЕКТОРЕ

С.М. Тажимов^{1*}, В.В. Зацепин²

¹ Satbayev university, Казахстан, г. Алматы

² ООО «Аргентум-Энерджи», Россия, г. Подольск

*Tazhimov.serik@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается природа гидрофильности поверхности терригенного коллектора и ее влияние на такие показатели разработки, как степень компенсации падения пластового давления и приемистость нагнетательных скважин. Показана иерархическая связь между структурой кристаллов диоксида кремний, гидроксильными группами на его поверхности, гидрофильностью породы и образованием связанной воды различных видов обусловленной образованием за счет водородных связей квазикристаллической решетки в зоне влияния поверхности SiO₂. На примере конкретных месторождений продемонстрировано, что наравне с процессами набухания глин, в гидрофильном коллекторе с минимальным содержанием диагнетического карбонатного цемента возможно образование «жесткосвязанной воды» полностью иммобилизирующей жидкость в пористой среде. Рассмотрены различные способы разрушения «жесткосвязанной воды» и практические результаты применения технологии на скважинах Арысского месторождения.

Ключевые слова: Низкопроницаемый коллектор, гидрофильный коллектор, приемистость скважин, поддержание пластового давления, связанная вода, жесткосвязанная вода, сверхтекучая вода.

Организация сбалансированной системы поддержания пластового давления является залогом эффективной разработки нефтяных месторождений. Если выравнивание профиля приемистости/притока обеспечивает увеличение добычи нефти на единицу закачиваемого в пласт вытесняющего агента, то сама закачка агента поддержания пластового давления, в первую очередь воды, отвечает за поддержание энергетического режима залежи. Однако, в условиях низкопроницаемого коллектора очень остро стоит проблема обеспечения требуемого объема закачки воды в пласт.

Отдельной задачей требующей решения на основе понимания процесса является внезапное прекращение приемистости части нагнетательных скважин, что в общем случае срывает план по закачке. На рисунке 1 показаны типичные скважины, находившиеся в простое из-за отсутствия приемистости более 1 года, в последствии обработанная по технологии сверхтекучая вода (SuperFluidWater).

Отличительной особенностью терригенных коллекторов юрских отложений Южно-Тургайской нефтегазоносной провинции в непосредственной близости от г. Кызылорда является содержание кварцевого песка до 99%. Соответственно, отсутствие карбонатного цемента обуславливает низкую эффективность кислотных обработок призабойной зоны нагнетательных скважин. Применение малообъемного гидроразрыва пласта также не привело к ожидаемой эффективности. Средняя продолжительность закачки после малообъемного гидроразрыва пласта составила 14 дней.

Современные представления о природе смачиваемости поверхности нефтегазового пласта могут быть кратко сформулированы в тезисе: подавляющее большинство породообразующих минералов коллектора являются природно гидрофильными. Исключение составляет карбонатный цемент, обеспечивающий диагнетические свойства керна. В дальнейшем, в процессе формирования залежи углеводородов происходит частичная гидрофобизация пласта путем селективной адсорбции на поверхности капиллярных каналов, образующих поровое пространство, полярных компонентов нефти, которые и приводят к частичной гидрофобизации поверхности.

Подобные утверждения содержат в себе две логические ошибки:

1. Произвольное утверждение о «природной гидрофильности» без пояснения ее причины.
2. Причиной гидрофобизации считается физическая адсорбция различных компонентов, содержащихся в нефти на породе.

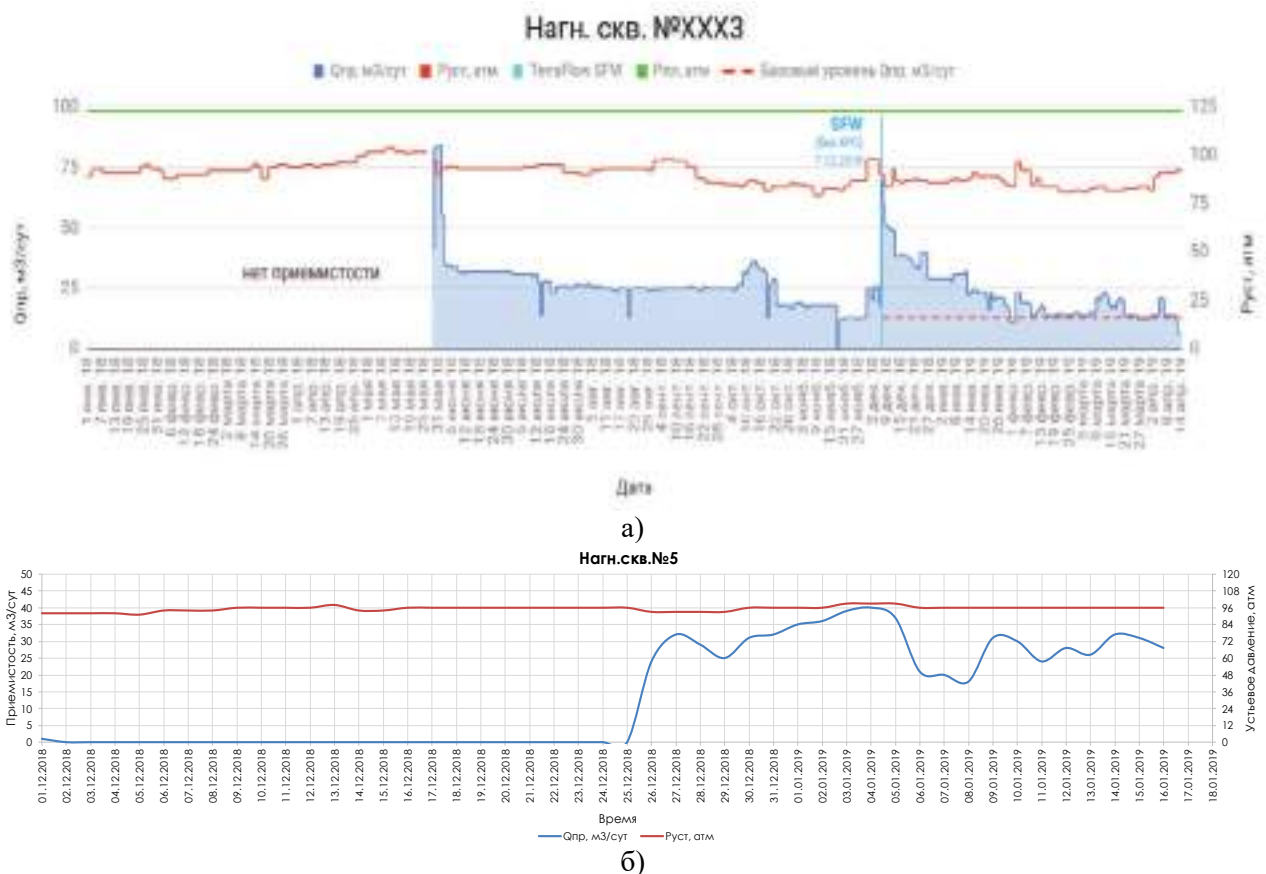


Рисунок 1 - Статистика закачки воды

При этом известно, и не подвергается сомнению, что в гидрофильном коллекторе глобулы нефти находятся в оболочке из пленки воды поэтому контакт между нефтью и породой, и соответственно процесс адсорбции углеводородов в принципе не возможен.

Как показала практическая эксплуатации терригенных продуктивных коллекторов месторождений АО «СНПС- Ай Дан Мунай» реальная природа и влияние смачиваемости на показатели разработки существенно отличается от вышеприведенных упрощенных представлений.

Как показали наши наблюдения/исследования, естественная гидрофильность терригенного коллектора объясняется, путем анализа структуры кристалла основного компонента породы – кварцевого песка (диоксида кремния (SiO_2)).

Известно, что у SiO_2 полимерная кристаллическая структура состоит из тетраэдров, образованных атомами кремния с присоединенными к ним четырьмя атомами кислорода. При этом кристалл продолжает свой рост до тех пор, пока присутствует избыток кремния, а формирование поверхности происходит путем замыкания второй валентной связи атома кислорода одновалентным атомом. В абсолютном большинстве случаев таким одновалентным атомом становится атом водорода. Таким образом, получается, что граница кристалла диоксида кремния преимущественно насыщена группами OH^- , которые фактически являются химически связанной водой. Именно распределение полярных ионов OH^- на поверхности кристалла кварца и делает его поверхность гидрофильной.

Таким образом сама природа гидрофильности терригенного коллектора обуславливает существование понятия «связанная вода», нестрогое определение этого термина для горных пород означает: часть подземных вод, физически или химически удерживаемая пористой средой горных пород. Такое «нестрогое» определение термина, обусловило многократные попытки систематизировать связанную воду и разделить ее на виды и типы по формам ее связи с поверхностью твердого тела.

Наиболее распространенной является классификация воды в горных породах Р.И. Злочевской (таблица 1) [1]. Здесь необходимо отметить, что с точки зрения петрофизики, к связанной воде относятся первая и вторая категории (типы) полностью и первый вид (разновидность) третьей категории воды по этой классификации.

Таблица 1 – Классификация воды в горных породах

Категория (тип) воды	Вид и разновидность воды
1. Связанная вода	1. Вода кристаллической решетки минералов (конституционная, кристаллизационно-связанная) 2. Адсорбционная вода (мономолекулярной и полимолекулярной адсорбции)
2. Вода переходного типа (от связанной к свободной)	1. Осмотически-поглощенная вода 2. Капиллярная вода (капиллярной конденсации и капиллярного впитывания)
3. Свободная вода	1. Замкнутая в крупных порах 2. Текучая

Традиционно, когда в нефтедобывающей промышленности говорят о проблемах, связанных с приемистостью нагнетательных скважин имеют в виду воду переходного типа в заглинзированных пористых средах (коллекторе). Существует несколько возможных механизмов взаимодействия воды с глинистыми частицами. Эти механизмы могут функционировать по отдельности и одновременно. Наиболее важным из них является взаимодействие между молекулами воды и активными центрами поверхности глинистых материалов.

Водородная связь между химически адсорбированными молекулами воды и активными центрами кварцевого песка и глинистых частиц возникает прежде всего на их гидроксильной поверхности. Сам механизм при этом, выглядит следующим образом: основой кремнезема и/или слоя глинистых материалов является кремнийкислородная структура. Вершины кремнийкислородных тетраэдров обычно обращены в одну сторону и одновременно являются вершинами октаэдрического слоя. Одна часть вершин октаэдров занята атомами кислорода из кремнийкислородной структуры (кристалла диоксида кремния), а вторая часть – гидроксильными группами.

В глинистых минералах, имеющих не двухслойную, а трехслойную структуру, например, в монтмориллонитах, октаэдрический слой прикрыт тетраэдрическим с обеих сторон поэтому в них все спайные поверхности представляют собой основания тетраэдров. Этот кислородный слой имеет ячеистый характер. Ячейки создаются за счет свободного пространства, которое образуют шесть атомов кислорода из основания тетраэдров, и имеют гексагональную форму. В каждой ячейке есть гидроксильная группа, которая располагается на уровне атомов кислорода, находящихся в вершинах тетраэдра, и является дном такой ячейки. Диаметр гексагональных ячеек составляет приблизительно 3,3 А (ангстрема), а высота – 2,4 А. Вследствии этого в каждую из ячеек может попасть только одна молекула воды, что приводит к «набуханию» и изменению геометрии капиллярных каналов и свойств глинистого материала.

Исследование процесса образования связанной воды в глинодержащих породах с помощью ядерного магнитного резонанса показывает, что спектр ЯМР воды в глине не отличается от спектра объемной или капиллярной воды [2], что означает, что снижение относительной фазовой проницаемости пористой среды обусловлено набуханием глин и изменением геометрии капиллярных каналов. Противоположную картину можно наблюдать при формировании связанной воды в пористой среде, состоящей из частиц, поверхность которых насыщена гидроксильными группами.

Примером такой пористой среды можно считать коллектора месторождений в Кызылординской зоне Южно-Тургайской провинции для которых характерно высокое (до

99%) содержание кварцевого песка без глинистых включений и соответственно высокие показатели гидрофильности.

Вода кристаллической решетки минералов (первый вид) определяет гидрофильные свойства ее поверхности пористой среды. Гидроксильные группы на поверхности $\text{SiO}_{4/2}$ являются элементом кристаллической решетки.

Второй вид связанной воды (адсорбционная вода) представлен молекулами воды, взаимодействующими посредством водородной связи с гидроксильными группами на поверхности кристаллов диоксида кремния. Различаются вода мономолекулярной адсорбции (энергия притяжения к поверхности 40 – 120 кДж/моль) и вода полимолекулярной адсорбции (энергия <40 кДж/моль).

В данном случае наши исследования позволяют предполагать следующий механизм образования практически непроницаемых для воды пористых сред.

На первой стадии, в том числе благодаря остаточному содержанию полярной жидкости (нефти), вода (большая ее часть) в пористой среде находится в жидком подвижном состоянии. Однако одновременно происходит образование мономолекулярного адсорбционного слоя на поверхности диоксида кремния за пределами зоны влияния остаточных ганглиев полярной жидкости.

На второй стадии происходит полимолекулярная адсорбция молекул воды (при этом однако энергия притяжения к поверхности остается в диапазоне 40 – 120 кДж/моль), которая на фоне роста относительной фазовой проницаемости по воде при снижении нефтенасыщенности остается не различимой. Вторая стадия заканчивается в тот момент, когда поверхность более 80% поровых каналов, образованных кристаллами диоксида кремния, оказывается покрыта хотя бы мономолекулярным слоем адсорбированной воды. После чего наступает третья стадия.

Эта стадия характеризуется образованием «жестко связанной воды», формированием в межзерновом пространстве коллектора модифицированной кристаллической решетки воды, подобной льду. После чего любая подвижность воды в такой пористой среде практически полностью исключается. Аналогичный эффект наблюдается при отверждении гамма-ангидрита (гипса) и достаточно хорошо исследован.

Исследования показывают, что «жестко связанная» вода сохраняет свои свойства в широком диапазоне температур до 200 - 250°C. и не может быть разрушена механически [2]. Применение технологии малообъемного гидроразрыва пласта также не дает продолжительного эффекта, поскольку образование «зоны жестко связанной воды» просто распространяется на пространство, прилегающее к созданной зоне искусственной трещиноватости.

На скважинах №№9, 66, 85 Арысского месторождения мы применили второе поколение технологии сверхтекучая вода (SuperFluidWater) основанных на использовании эффекта сверхтекучести воды в пористых средах, образованных кварцевым песком [3]. Указанная технология основана на механизме разрушения связанной воды и обеспечения ее мобильности путем предотвращения образования квазикристаллической решетки в присутствии специально синтезированных химических веществ, представляющих собой высокомолекулярное соединение с высокой степенью изомеризации с привитыми гидрофильными и гидрофобными группами.

Все три скважины находились в длительном простое под давлением, однако текущее давление в системе поддержания пластового давления было недостаточно для закачки воды в пласт. После обработки по технологии сверхтекучая вода (SuperFluidWater) все скважины восстановили приемистость до значений от 57 до 138 м³/сут, что соответствует стартовым значениям приемистости.

Таким образом, мы установили, что причиной снижения приемистости нагнетательных скважин является вода кристаллической решетки минералов и процесс полимолекулярной адсорбции.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Требин Г.Ф. Фильтрация жидкостей и газов в пористых средах. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 160 с.
2. Неподеленные электронные пары и химическая связь в молекулярных и ионных кристаллах. Мультиядерная ЯМР-спектроскопия, магнетохимия, электронные корреляционные взаимодействия и релятивистские эффекты / С.П. Габуда, С.Г. Козлова; Ин-т неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 164 с.
3. Редькина Н.И., Ходаков Г.С. Эффект сверхтекучести водных растворов в поровых капиллярах при обычных температурах // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева). – 2002. – Т. XLVI – №3. С. 39 – 50.

Гидрофильді қабаттағы айдау ұңғымаларының айдау қабілетінің күрт төмендеуінің сипаты туралы

С.М Тажимов, В.В. Зацепин

Аңдатпа. Мақалада терригендік коллектордың гидрофильдік бетінің табиғаты және оның резервуардағы қысымның төмендеуін өтеу дәрежесі және айдау ұңғымаларының қабылдағыштығы сияқты даму көрсеткіштеріне әсері қарастырылады. Кремний диоксиді кристалдарының құрылымы, оның бетіндегі гидроксил топтары, тау жыныстарының гидрофильділігі және SiO_2 бетінің әсер ету аймағында квазикристалды тордың сутегі байланыстарына байланысты әр түрлі байланысты судың пайда болуы арасындағы иерархиялық байланыс көрсетілген. Нақты кен орындарының мысалында сазды ісіну процестерімен қатар, диагональды карбонатты цементтің минималды мөлшері бар гидрофильді коллекторда кеуекті ортада сұйықтықты толығымен иммобилизациялайтын "қатты байланысқан су" пайда болуы мүмкін екендігі көрсетілген. Арыское кен орнының ұңғымаларында технологияны қолданудың практикалық нәтижелері мен "қатты байланысқан су" бұзудың түрлі тәсілдері қарастырылды.

Негізгі сөздер: Өткізгіштігі төмен қабат, гидрофильді қабат, ұңғыманың айдағыштығы, қабат қысымының сақталуы, байланысқан су, қатты байланысқан су, аса аққыш су.

On the nature of a sharp decrease in the injectivity of injection wells in a hydrophilic reservoir

S.M. Tazhimov, V.V. Zatcepin

Abstract. The article discusses the nature of the hydrophilicity of the surface of a terrigenous reservoir and its influence on such development indicators as the degree of compensation for the drop in reservoir pressure and the injectivity of injection wells. A hierarchical relationship is shown between the structure of silicon dioxide crystals, hydroxyl groups on its surface, rock hydrophilicity and the formation of bound water of various types due to the formation of a quasi-crystalline lattice due to hydrogen bonds in the zone of influence of the SiO_2 surface. On the example of specific deposits, it was demonstrated that, along with the processes of swelling of clays, in a hydrophilic reservoir with a minimum content of diagnostic carbonate cement, the formation of "rigidly bound water" is possible, which completely immobilizes the liquid in a porous medium. Various methods for the destruction of "rigidly bound water" and the practical results of applying the technology in the wells of the Arysskoye field are considered.

Keywords: Low permeability reservoir, hydrophilic reservoir, well injectivity, maintain the reservoir pressure, bound water, rigidly bound water, superfluid water.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Тажмагамбетова Б. , Досказиева Г. Ш. *

НАО Атырауский университет нефти и газа имени С.Утебаева

* doskaziyeva.gulsin@gmail.com

Аннотация. Продуктивные отложения месторождения Кожасай сложены карбонатными коллекторами, что в значительной мере определяет специфику не только разработки залежей в целом, но и применение методов увеличения нефтеотдачи (МУН) .

Для повышения эффективности работы добывающих скважин наиболее целесообразны соляно-кислотные обработки. Широкое применение солянокислотных обработок обусловлено возможностью увеличения проницаемости призабойной зоны, что достигается за счет взаимодействия соляной кислоты (HCl) с основными минералами, входящих в состав карбонатных коллекторов.

Ключевые слова: соляно-кислотная обработка, геолого-технологические мероприятия, прирост дебита нефти, продолжительность эффекта, дополнительная добыча нефти за время эффекта, изменение коэффициента продуктивности.

На месторождении Кожасай в качестве основного геолого-технологического мероприятия (ГТМ) применяются соляно-кислотные обработки (СКО). По состоянию на 1.07.2017 г. выполнено 10 СКО на 8 добывающих скважинах. [1].

Исполнителем всех работ за исключением СКО на скважинах №№ К001 и К003 были специалисты фирмы «Schlumberger». Обработку скважин К001 и К003 проводили специалисты фирмы «Halliburton». На скважинах К002, К003 и К004 СКО проводились после выхода из бурения, при освоении, на скважинах 95, 98, П-2 и 81 - после вывода из консервации. Скважины 95 и 98 обрабатывались дважды: в 2014 г. и 2015 г.

На скважинах №№ 81, К002 и К003 проводились поинтервальные обработки зоны перфорации только с применением 15 % солянокислотного раствора (СКР).

На скважине К001 СКО проводилось при высокой скорости закачки и высоком давлении с использованием 20 % СКР и уплотнительных шариков RCN PERFPAC.

На скважинах №№ П-2, 95, 98 проводилась обработка 15 %-ным раствором HCl в сочетании с закачкой вязкого отклоняющего агента VDA, в объеме достаточном для временной закупорки наиболее проницаемых пластов и отвода кислоты в наименее проницаемые зоны. На скважине К004 использовался 20% СКР, а в качестве отклоняющего агента - OILSEEKER.

На скважинах К002, К003 и К004 проводилась селективная кислотная обработка. Рабочую жидкость направляли исключительно в низкопроницаемые зоны с помощью оборудования, спускаемого на гибких НКТ и снабжённого механическими пакерами RBP и RTTS.

Технология СКО включала в себя:

- Опрессовку линии высокого давления, корпуса превентора, манифольда, установки гибких труб и фонтанной арматуры на давление 30-35 МПа;
- Промывку растворителем СНПХ-7850 зоны перфорации в объеме 3-8 м³, закрытие скважины на 30 мин на реакцию и обработку ствола скважины азотом;
- Циклическую закачку в призабойную зону солянокислотного раствора с загустителем (отклонителя) и обычного солянокислотного раствора. Количество циклов зависело от протяжённости обрабатываемой зоны;
- Вытеснение состава в пласт дизтопливом или 2%-ным раствором хлористого кальция, после чего скважины оставлялись для реагирования кислотного раствора с породой в течение 1 часа, затем осваивались с помощью закачки азота или свабированием.

При проведении поинтервальной обработки зоны перфорации скважины К003 давление закачки приближалось к давлению гидроразрыва и достигало 38.0 МПа на устье. Давление гидроразрыва для скважины К003 при пластовом давлении 33.0 МПа на глубине 3300 м, рассчитанное по формуле (1), составляет 50 МПа.[3].

$$P_{gp} = P_{пл} + \frac{\mu}{1-\mu}(P_z - P_{пл}) \quad (1)$$

где $P_{пл}$ - пластовое давление, МПа;

μ - коэффициент Пуассона, равен 0.3;

P_z - горное давление, МПа.

Горное давление на глубине 3300 м определяется по формуле (2):

$$P_z = 0.01 * \gamma_n * 3300 \quad (2)$$

где γ_n - средняя плотность вышележащих пород, $\sim 2.2 \text{ г/см}^3$.

Все кислотные обработки проводились на основе 15 и 20% раствора соляной кислоты и различных добавок: [2].

- пресная отфильтрованная вода;
- А-261, А-270 - ингибитор коррозии;
- L-58 - восстановитель, контроль железа.

В состав отклоняющего агента помимо перечисленных реагентов входил гелеобразователь VDA J-557 и гелеобразователь OILSEEKER J-529 и J-285.

Эффективность выполненных мероприятий можно оценить по таким критериям, как:

1) Прирост дебита нефти

Оценка прироста дебита нефти проведена по результатам эксплуатации шести скважин (81, 95, 98, П-2, К-001 и К-002). Согласно имеющейся промысловой отчетности успешность выполненных мероприятий относительно рассматриваемого критерия составляет 80%. Максимальный эффект отмечается в скважине К-002, дебит нефти в первый месяц эксплуатации после СКО увеличился в 4 раза и составил 141.7 т/сут. Минимальным приростом дебита нефти характеризуется скважина 98, значение анализируемого показателя оценивается 2.1 т/сут, дебит нефти 69 т/сут. В среднем по месторождению увеличение дебита нефти после СКО составляет 19.4 т/сут. или 35% от начального.

В скважинах 95 и 98 повторные СКО оказались неэффективными, снижение дебитов нефти в первый месяц эксплуатации по ним оценивается около 8 т/сут. В добывающих скважинах К-003 и К-004 оценить эффект по рассматриваемому признаку не представляется возможным, поскольку СКО проведено сразу после окончания бурения.

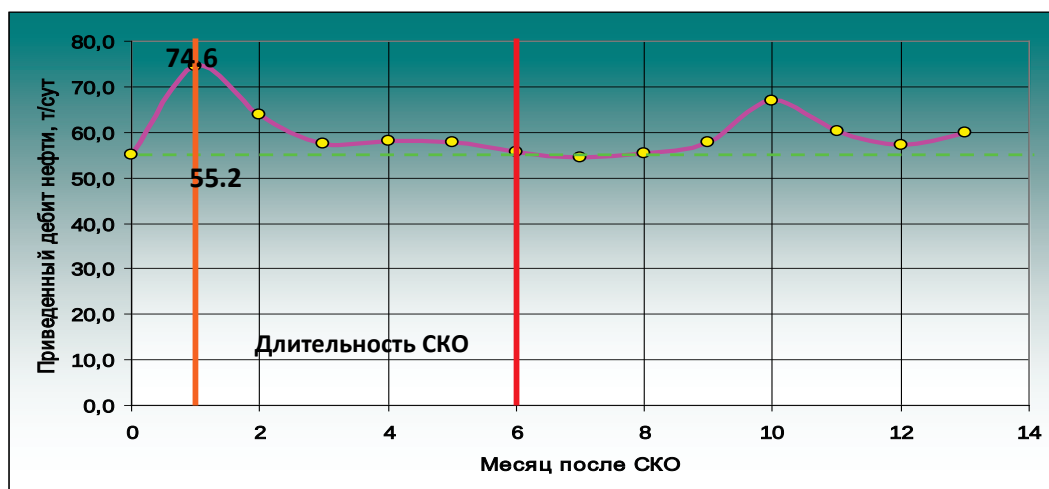


Рисунок 1-Динамика дебита и продолжительности эффекта

2) Продолжительность эффекта

Из представленного рисунка 1 можно судить о длительности эффекта СКО.

В среднем по выполненным мероприятиям он не превышает 6 месяцев, однако необходимо отметить, что наиболее характерная динамика изменения дебита нефти, отмечается только в первые три месяца работы скважины, после проведения ГТМ.

3) Дополнительная добыча нефти за время эффекта

Оценка дополнительной добычи нефти от проведения СКО, осуществлялась на основе среднемесячных оценок прироста дебита нефти и среднемесячного времени работы добывающих скважин в последующий после ГТМ период. На рисунке 2 показаны результаты расчетов. Как видно, в первый месяц после СКО дополнительная добыча нефти составила 498 тонн, и в течении шести месяцев снижается до 11 тонн. Всего за анализируемый период суммарная дополнительная добыча нефти оценивается чуть более 1 тыс.т нефти.

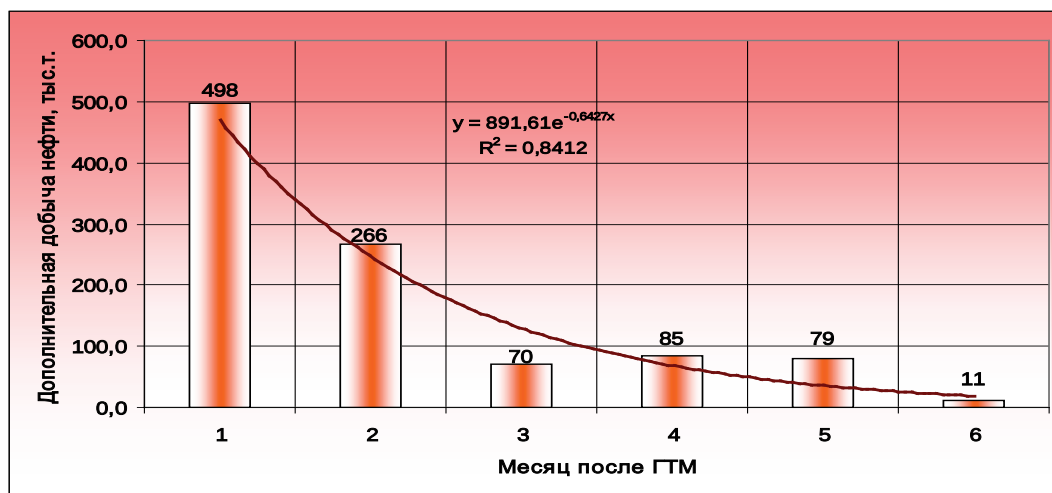


Рисунок 2 - Динамика дополнительной добычи нефти от проведения СКО

Таким образом, на одну добывающую скважину приходится 168 тонн дополнительной добычи нефти от проведения одной соляно-кислотной обработки. Повторные СКО выполнялись в двух скважинах 95 и 98, прирост добычи нефти в первом случае составил 384 тонны нефти, во втором 452 тонны нефти. Необходимо отметить, что дополнительная добыча по этим скважинам обусловлена большим временем работы добывающих скважин, после проведения ГТМ.

4) Изменение коэффициента продуктивности

Из восьми обработанных скважин, информация о продуктивности скважин до и после выполнения ГТМ имеется только в четырех. Сопоставление анализируемого показателя наглядно представлено на рисунке 3.

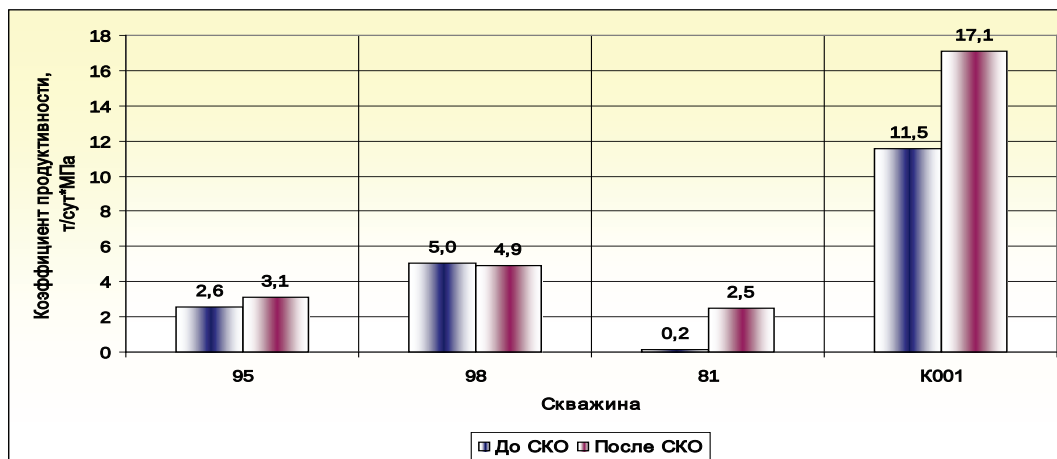


Рисунок 3 - Сопоставление коэффициента продуктивности

Из четырех рассмотренных скважин, увеличение продуктивности отмечено в трех, с точки зрения анализируемого параметра, коэффициент успешности выполненных мероприятий составил 75%. Наибольшим приростом характеризуется скважина К-001, наименьшим скважина №95. Изменение по скважинам представлено на рисунке 4.

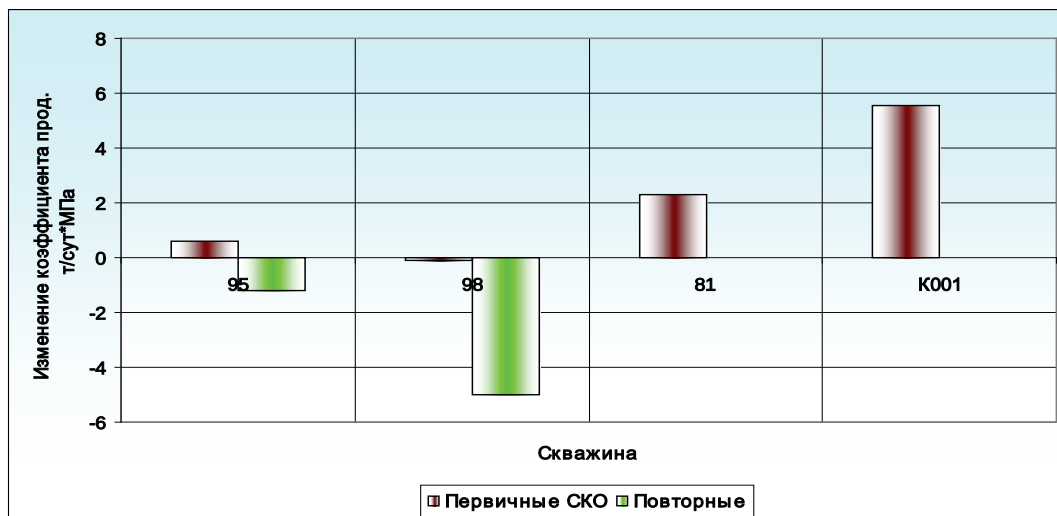


Рисунок 4 - Изменение коэффициента продуктивности до и после проведения ГТМ

Выполненные повторные СКО оказались неэффективными, в среднем значение коэффициента продуктивности снизилось на 22%. С целью выяснения причин снижения продуктивности скважин №95 и №98 были проведены гидродинамические исследования. Исследования проводились методом, позволяющим определить такие параметры пласта как проницаемость, скин-фактор и геометрию зоны дренирования. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты исследований призабойной зоны скважин

№ скв	Горизонт	Дата СКО	Дата исследования	Коэффициент проницаемости, *10-3 мкм ²	So (скин-фактор)
95	КТ-II-I+II	12.07.04 17.05.05	29.01-06.02.06	0.156	-2.3
98	КТ-II-I	19.07.04 21.05.05	28.01-05.02.06	0.345	-3,1

Увеличение скин-факторов, после проведения стимуляционных работ, может указывать на перераспределение работающих интервалов, в частности, отключение высокопроницаемых и подключение в работу менее продуктивных пропластков. Кроме этого, существенное снижение забойного давления ниже $P_{нас}$, также может способствовать снижению продуктивности, вследствие появления свободной газовой фазы и снижения фазовой проницаемости по нефти.

Вывод. Анализ эффективности работ по стимуляции работы скважин позволяет дать невысокую оценку применяемой технологии СКО. Не смотря на то, что данная технология помогает обеспечить более полный охват обрабатываемого интервала и не подвергает оборудование устья скважины, и эксплуатационные колонны прямому контакту с коррозионными рабочими жидкостями эффективность применяемой технологии остается невысокой. Успешность проведённых работ составляет около 80%.

Гидродинамические исследования, проведённые после стимуляционных работ, указывают на удовлетворительное состояние призабойной зоны скважин №№ 95 и 98.

Падение продуктивности при повторных обработках, обусловлено выделением попутно добываемого с нефтью газа, из-за снижения забойного давления на скважинах ниже давления насыщения.

Результаты PLT-исследований скважин №№ 95 и 98 до и после СКО свидетельствуют об успешности проведённых обработок с точки зрения увеличения работающей толщины.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Анализ пробной эксплуатации месторождения Кожасай. АО «НИПИнефтегаз» 2006 г.
2. «Лабораторные исследования взаимодействия солянокислотного раствора с замедлителем реакции с карбонатной породой». Отчет НИИ «Нефтеотдача» АН РБ, 2001, 30 с.
3. Мищенко И.Т. «Скважинная добыча нефти». Издательство НЕФТЬ и ГАЗ РГУ им. И.М. Губкина – Москва 2003г.

Геология және технологиялық шаралардың тиімділігін талдау

Б.Тажмагамбетова, Г.Ш. Досказиева

Аңдатпа. Қожасай кен орнының өнімді шөгінділері карбонатты коллекторлардан тұрады, бұл көбінесе кен орындарын игерудің ерекшелігін ғана емес, сонымен бірге мұнай өндіруді арттыру әдістерін де анықтайды.

Өндіруші ұңғымалардың тиімділігін арттыру үшін тұз-қышқылмен өңдеу ең қолайлы болып табылады. Тұз қышқылымен өңдеуді кенінен қолдану түп маңы аймағының өткізгіштігінің жоғарылау мүмкіндігіне байланысты, бұл тұз қышқылының карбонатты коллекторлардың құрамына кіретін негізгі минералдармен әрекеттесуі арқылы қол жеткізіледі.

Негізгі сөздер: тұз-қышқылмен өңдеу, геология-техникалық іс-шаралар, мұнай өндірудің өсуі, әсер ету ұзақтығы, әсер ету кезінде қосымша мұнай өндіру, өнімділік коэффициентінің өзгеруі.

Analysis of the effectiveness of geological and technological measures

B.Tazhmagambetova, G. Doskaziyeva G.

Abstract. The productive deposits of the Skin deposit are composed of carbonate collectors, which largely determines the specifics of not only the development of deposits in general, but also the use of methods for an increase in oil recovery.

To improve the efficiency of the production of wells, salt-acid treatments are most appropriate. The widespread use of salt-acid treatments is due to the possibility of increasing the permeability of the bottomhole zone, which is achieved by the interaction of hydrochloric acid (HCl) with the main minerals included in the carbonate collectors.

Keywords: salt-acid treatment, geological and technological measures, the increase in oil flow rate, the duration of the effect, additional oil production during the effect, change in productivity coefficient.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF PROCESS EQUIPMENT AND REDUCING MAINTENANCE COSTS

K.A.Tuleshov 

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

tuleshov.kurmanbek@gmail.com

Abstract. Reducing maintenance costs and increasing the level of reliability of process equipment are the main and priority tasks of any manufacturing enterprise. Very often, business leaders turn to consulting companies for a theoretical calculation of the necessary annual costs for the repair and diagnostics of technological equipment. At the same time, experienced specialists of this enterprise have all the necessary knowledge to increase the efficiency and profitability of production. In connection with the optimization of technological processes, the restructuring of all sectors and internal divisions of manufacturing enterprises, two key factors come to the fore - this is the process equipment used and the system for its maintenance and repair (M&R). In order to level the problems and determine approaches to the organization of the M&R system of an enterprise, it is necessary to determine the key factors that ensure the reliability and operability of process equipment.

Keywords: efficiency improvement, reactive preventive maintenance, preventive maintenance, proactive maintenance, reliability technologies.

Introduction

According to GOST 28.001-83, the purpose of the maintenance and repair system is to manage the technical condition of products throughout their entire service life (or resource before decommissioning), which makes it possible to ensure a given high level of their readiness for their intended use and operability during operation at a minimum cost of both time and funds for the performance of maintenance and repair of products. The efforts of the maintenance and repair system should be aimed at increasing the equipment utilization rate, which, according to GOST 13377-75, is described by the following equation:

$$K_T = \frac{t_{sum}}{t_{sum} + t_r + t_m}$$

where: t_{sum} – operating time of equipment in hours;

t_r, t_m - the time of all downtime caused by the need, respectively, for repairs and equipment maintenance.

It is logical to assume that in order to increase the utilization factor, it is necessary to increase the operating time and reduce the downtime of equipment during maintenance and repair. At the same time, the quality of the maintenance performed can reduce the number of repairs, and, accordingly, the quality of the repairs performed affects the duration of the overhaul interval.

Review

Ways to implement the maintenance and repair system are usually correlated into five different categories:

1. Reactive preventive maintenance (RPM);
2. Maintenance according to the regulations or planned preventive repairs (PPR);
3. Maintenance according to the actual technical condition (ATCM);
4. Proactive or preventive maintenance (PM);
5. The concept of "Technology of reliability" (an integrated approach in solutions to improve the reliability and maintenance of industrial equipment).

From table 1 it can be seen that each of the presented M&R categories has its own advantages and disadvantages.

As practice shows, there are no enterprises that use only one of the presented strategies for managing the maintenance and repair system. Moreover, the transition from the PPR system to the ATCM system is associated with a restructuring of the entire maintenance and repair structure, in many cases leads to the opposite effect - "rolling down" to the PPR. The reason for this lies in the

inconsistency in planning the actions of individual divisions of the enterprise, the lack of specially trained personnel and the poor technical equipment of repair services.

The transition to advanced forms of maintenance and repair (ATCM and PM) is impossible without setting up a competent technical diagnostics service. The statement that the idea of the ATCM is to eliminate equipment failures by identifying existing or developing faults only based on the results of measurement and analysis of vibroacoustic characteristics is also incorrect. ATCM and PM systems should be based on the obligatory use of a number of methods for diagnosing and recognizing a technical condition, which, in combination, make it possible to determine the entire range of defects and malfunctions that occur in process equipment.

The concept of "Reliable equipment" is a conceptual approach to setting up an effective equipment maintenance and repair system based on an in-depth study of both the physical causes of equipment emergency failures and identifying gaps in the organizational structure of the maintenance and repair system. The implementation of this concept consists of 6 main stages. Each of the stages listed below is based on solving problems (tasks) of the previous level in order to fully develop it.

Table 1 - Advantages and disadvantages of various M&R categories

M&R category	Advantages	Disadvantages
RPM	Does not require large financial investments for the organization and technical equipment of the M&R service	High probability of unplanned downtime due to sudden failures leading to costly and lengthy repairs
PPM	Well developed, has a proven methodological basis and allows you to maintain a given level of serviceability and performance of equipment	It is based on statistical data of failure histories of similar equipment with a given reliability factor, therefore, to ensure the required level of its performance, it is initially planned that the amount of work exceeding the actual one is planned. Statistical operating time does not completely exclude the possibility of an unplanned failure
ATCM	Eliminates the possibility of emergency failures and associated unplanned equipment downtime. Allows you to predict the volume of maintenance and repair exclusively faulty equipment	Can only be realized through a gradual transition from PPR and requires a complete overhaul of the organizational structure. Requires initially large financial investments for the training of specialists and the technical equipment of the maintenance and repair service
PM	Maximum increase in overhaul period due to suppression of failure sources. Advanced M&R and equipment recovery technologies are used	A laborious analysis of all failures is required in order to identify their sources. A very flexible organizational system that constantly requires prompt decision and implementation of a number of activities

Stage 1. Identifying the problem

Determining the general problem of improving the reliability of equipment is a fundamental step in its solution. The depth of the approach at this stage determines the economic effect of the implementation of this concept. An individual approach to solving a problem is determined by the set of tools used to identify it and the key points explored. As tools, a comprehensive assessment of the situation carried out by trained technical auditors of their own reliability group (Department of Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing (DTD&NDT)), or an assessment conducted by specialists of a contracting service organization, can be used. As the key points to be investigated, a professional audit can be carried out:

- general technical condition of the equipment;
- types of repeated failures/failures of equipment performance;
- level of technologies and means used for maintenance and repair of equipment;

- skill level of staff or contractor;
- special moments of the M&R category implemented at the enterprise;
- the level of the overall efficiency of the enterprise, including the productivity of equipment, the cost of purchasing spare parts and M&R;
- the general level of production culture and the existence of a quality system;
- systems for the purchase, transportation and storage of equipment, etc.

Stage 2. Breaking the problem into components

After identifying the degree of the general problem of improving the reliability of equipment, it is broken down into components for each of the key points under study. The result of this stage is the identification of weaknesses in the structure of the M&R system of the enterprise as a whole (for example, documentation and certification).

Stage 3. Defining a strategy and a plan for solving the problem

The strategy for solving the problem of increasing the reliability of equipment determines the degree and level of localization of dangerous moments. It can be partial (removal of only the most problematic aspects) or complete (complex).

It is important to determine what needs to be corrected: the cause or effect of the problem and / or what to fix first. The strategy and plan for solving the problem is determined by the enterprise based on the proposal of the auditors of the DTD&NDT.

Stage 4. Selection of reliable means of technical solutions and development of a professional development program for specialists

The choice of means of technical solutions is determined by the feasibility of their use based on the calculation of the economic effect of their implementation. When calculating, it is necessary to be guided by the selected criteria and requirements for the level of reliability (for example, choose equipment with a higher reliability factor). The choice of means of technical solutions is determined by the enterprise based on the proposals of experienced technical specialists of this enterprise and the concept developed by a group of technical auditors.

The development of an internal quality management standard for an enterprise or department, a reliability standard and periodic certification according to the "Reliability Technologies" standard should be carried out based on a process approach. First of all, it is necessary to approve the block diagram of interaction between the enterprise departments, determine those responsible for reliability, approve job descriptions and powers. Most importantly, the policy of ensuring the reliability and resources of all departments of the enterprise should be clearly defined.

Stage 5. Comprehensive problem solving

Based on the 3rd and 4th stages of the program, a comprehensive solution to the problem of improving the reliability of process equipment is being formed. If the enterprise is certified according to the quality management system, then the managers responsible for product quality need to make a correction in the internal quality manual, taking into account the requirements of the technical department (for example, the department of the chief mechanic or chief power engineer).

Implementation of a comprehensive solution or certification according to the Reliability Technologies standard performed by certified internal or external auditors.

Stage 6. Monitoring the results of the implementation of the program

The process of assessing the level of equipment reliability, adjustment and implementation of improvements should take place at the approved frequency, regardless of whether the set level of reliability is achieved.

Customer satisfaction (the internal consumer of the equipment is technology) from the implementation of the program should have the most important role, which is why it is very important to control, analyze and improve the results of improving the reliability of the equipment.

The whole concept should be implemented in accordance with the requirements of technical supervision in the field of industrial safety expertise of hazardous production facilities (if there is technical supervision).

The team of the DTD&NDT should be taken as the basis for the implementation of the "Technology of Reliability" concept.

Conclusion

Reducing maintenance costs and increasing the reliability of process equipment can be realized with the help of many progressive MRO strategies. From experience, the most important thing is to first clearly define the goals and objectives of optimizing production, for example, reducing financial costs, creating an optimal service strategy, or increasing the reliability of process equipment.

REFERENCES:

1. Michael S. Forsthoffer. 2017. Reliability Optimization. Forsthoffer More Best Practices for Rotating Equipment (2017), 547–596.
2. Niles Pancholi, and M.G. Bhatt. 2016. Performance Reliability Improvement by Optimizing Maintenance Practices through Failure Analysis in Process Industry – A Comprehensive Literature Review. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering 13,6(2016), 66–73.
3. Isabel Lopes, Patricia Senra, Sandrina Vilarinho, Vera Sa, Catarina Texeira, Joao Lopes, Anabela Alves, Jose A. Oliveira, Manuel Figueirido. 2016. Requirements specification of a computerized maintenance management system – a case study. Procedia CIRP 52 (2016), 268–273.
4. Usmanov R.R., Asadullin A.I. Chuchkalov M.V. Povyshenie jeffektivnosti raboty oborudovanija GRS ООО «Gazprom transgaz Ufa» v ramkah realizacii jenergosberegajushhih proektov [Efficiency improvement of GDP equipment operation of Gazprom Transgaz Ufa LLC within the energy-saving projects implementation]. Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2014, No. 12. P. 50–54.

Технологиялық жабдықтың тиімділігін арттыру және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайту К.А.Тулешов

Андатпа. Техникалық қызмет көрсету шығындарын азайту және технологиялық жабдықтың сенімділік деңгейін арттыру кез келген өндірістік кәсіпорынның негізгі және бірінші кезектегі міндеттері болып табылады. Технологиялық жабдықты жөндеуге және диагностикалауға қажетті жыл сайынғы шығындарды теориялық есептеу үшін кәсіпорын басшылары консалтингтік компанияларға жиі жүгінеді. Сонымен бірге бұл кәсіпорынның тәжірибелі мамандары өндірістің тиімділігі мен рентабельділігін арттыру үшін барлық қажетті білімге ие. Технологиялық процестерді оңтайландыруға, өңдеуші кәсіпорындардың барлық секторлары мен ішкі бөлімшелерін қайта құрылымдауға байланысты екі негізгі фактор бірінші орынға шығады - бұл қолданылатын технологиялық жабдық және оған техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүйесі (ТҚКЖЖ). Проблемаларды теңестіру және кәсіпорынның ТҚКЖЖ жүйесін ұйымдастыру тәсілдерін анықтау үшін технологиялық жабдықтың сенімділігі мен жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ететін негізгі факторларды анықтау қажет.

Негізгі сөздер: тиімділікті арттыру, реактивті профилактикалық қызмет көрсету, профилактикалық қызмет көрсету, белсенді техникалық қызмет көрсету, сенімділік технологиялары.

Повышение эффективности работы технологического оборудования и снижение затрат на обслуживание К.А.Тулешов

Аннотация. Снижение затрат на техническое обслуживание и повышение уровня надежности технологического оборудования, являются основными и приоритетными задачами любого производственного предприятия. Очень часто руководители предприятий обращаются к консалтинговым компаниям для теоретического расчета необходимых ежегодных затрат на ремонт и диагностику технологического оборудования. При этом все необходимые знания для повышения эффективности и рентабельности производства есть у опытных специалистов этого предприятия. В связи с оптимизацией технологических процессов, реструктуризацией всех секторов и внутренних подразделений производственных предприятий на первое место выходят два ключевых фактора – это используемое технологическое оборудование и система его технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Для нивелирования проблем и определения подходов к организации системы ТОиР предприятия необходимо определить ключевые факторы, обеспечивающие надежность и работоспособность технологического оборудования.

Ключевые слова: повышение эффективности, реактивное профилактическое обслуживание, планово-предупредительный ремонт, проактивное обслуживание, технологии надежности.

RESEARCH ON THE SELECTION OF CHEMICALS FOR POLYMER FLOODING

M.F. Turdiev², R.T. Suleimenova¹*, S. R. Tuzelbayeva¹,

K. B. Bimagambetov¹

¹Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

²Samarkand State University, Samarkand. Uzbekistan.

Department of "Exact Disciplines"

*raika_83@mail.ru

Annotation. Laboratory and field studies on the selection of chemicals for polymer flooding of oil deposits based on a complex of hydrodynamic studies are discussed.

Polymer flooding is one of the highly effective methods of physical and chemical impact on the productive reservoir. The method is well suited for oil extraction in conditions of various stages of field development with uneven permeability, different reservoir properties and structure. The main property of polymers is the thickening of water, which leads to a decrease in the ratio of oil and water viscosities in the formation and a reduction in the conditions of water breakthrough due to the difference in viscosities or heterogeneity of the formation.

Keywords: Polymer flooding, oil reservoir, oil and water viscosity, oil reservoir heterogeneity, GIS, indicator method, reservoir pressure maintenance.

The main problem of developing oil fields using flooding is the uneven passage of oil and water through the rock due to the difference in viscosity of oil and water, as well as their non-miscibility.

Research and development experience have led to the creation of the following ways to solve this problem:

- 1) application for injection of hot water and water vapor into the reservoir;
- 2) thickening of water with polymer additives and other substances;
- 3) the use of wet and ultra-wet intra-layer gorenje.

At the moment, the most cost-effective of the above is flooding with the use of physico-chemical technologies and, in particular, with the use of polymer compositions. Currently, polymer injection is used at various stages of flooding, and not only at the initial stages, as such a method was positioned at the dawn of its creation. Polymer injection increases the efficiency of reservoir coverage by flooding by improving the water/oil mobility ratio and is intended mainly for low and medium viscosity oils. The technology allows you to extract an additional 5% to 15% of the initial balance reserves of oil.

Geophysical well surveys (GWS). According to the research program, geophysical studies were carried out in the injection wells of the following fields at the selected pilot sites: Karsak, Zaburunye, Vostochny Moldabek. The main tasks of geophysical studies of wells at selected sites for the pilot polymer flooding project were: determination of the absorption profile, the technical condition of the well and the current oil saturation of the formations.

After a thorough analysis of the GWS conclusions, geophysicists reinterpreted the results of well studies of the Zaburunye and V.Moldabek deposits.

According to the research program, control measurements of the flow rate of wells (oil and water). conducted at 13 production wells. The study of the reservoir by the indicator method was carried out in the injection wells of the Zaburunye field. [1-6]

To quantify the hydrodynamic relationship between the injection well and the producing wells, the following parameters were determined based on the results of tracer studies: the speed of movement of labeled liquids through channels of high conductivity, the permeability of the washed channels, the distribution of wells by mass and volume of the tracer removed, the total volume of channels connecting the wells are determined.

Based on the results of the calculations performed, rose diagrams were compiled showing the distributions of volume-weighted velocities and permeability, and the layout of wells with the applied total channel thicknesses is also shown.

The tracer studies carried out at 2 sites of the Zaburunye deposit with subsequent interpretation of the data showed the uneven redistribution of water injected into the reservoir. Thus, more than is filtered through high-conductivity channels. [1-3]

80% of the injected liquid to 7-9 wells. According to the results of the conducted research, the following conclusions can be drawn that:

- the coverage area has been increased by the second row of producing wells and confirmed by the output of the indicator for these wells.

- the studied areas are characterized by high dissection of the Neocom-II formation and the presence of highly permeable channels characterized by high velocity and permeability of the inter-well space.

The obtained results served as the basis for polymer flooding and selection of various high-viscosity polymers. The term of injection of the polymer solution depends on the maximum possible pick-up of the well, at the same time, the condition of not exceeding the hydraulic fracturing pressure must be observed. When using polymer flooding, the efficiency of oil displacement by polymer compositions increases and the oil recovery of the reservoir increases.

Selection and a number of necessary studies on the study of polymers for flooding at the Vostochny Moldabek and Zaburunye fields were carried out at the SNF laboratory in France. Preparation of polymers on reservoir water used for injection, on synthesized water, the effect of polymer on oil preparation, special displacement studies on core samples.

For the reservoir pressure maintenance system (PMS), simultaneously extracted water is used in the fields, and the same water is used for the preparation of polymers for injection. Samples were taken from the tank farm for analysis and studied in the laboratory of oil, gas and water research.

The selection of the polymer used was based on 3 main parameters:

- the reservoir temperature required for the choice of polymer chemistry should remain stable during the process of oil displacement in the reservoir;

- the permeability of the formation is necessary for the correct selection of the molecular weight, to ensure high pick-up during injection and to increase the coverage of flooding;

- mineralization of reservoir water used for injection is necessary to consider various types of chemistry and the degree of hydrolysis to ensure the non-adhesion of polymer chains in water, as well as to increase viscosity.

Taking into account the above three parameters for the selected objects for polymer injection, the main composition of polymer candidates was formed, in which the vast experience of SNF played an important role.

For laboratory studies to study the characteristics of polymer displacing agents at the Vostochny Moldabek deposit, 2 types of polymer were identified according to 2 modifications: Flopaam 5205SH and Flopaam 5205VHM: acrylamide terpolymers, acrylic acid and ATBS; Flopaam 5115SH and 5115VHM: acrylamide terpolymers, acrylic acid and ATBS with a higher content. [4-6]

A number of polymers were selected for the Zaburunye deposit:

- Flopaam 3630S: acrylamide copolymer and acrylic acid;

- Flopaam 6030S: acrylamide copolymer and acrylic acid, after hydrolysis;

- Flopaam 5115VHM, Flopaam 5205SH, Flopaam 5205VHM: acrylamide terpolymers, acrylic acid and ATBS;

- Superpusher C1205: associated polymer (containing both hydrophobic and hydrophilic components);

- FLOCOMB 6725: a post-hydrolysis product with a characteristic salt-resistant monomer;

- Flopaam AN110VHM: acrylamide copolymer and sulfonated monomer.

Laboratory work on the selection of polymers was carried out on a synthesized water model. Preparation of the selected polymers for laboratory studies were made both on models of synthesized water and water delivered from the field.

The production of the reservoir water model was carried out on the basis of the chemical composition of the reservoir water, using the types of salt components. Particular attention is paid to

the chemical composition of reservoir water, since the viscosity of water is dependent on mineralization. Preparation of the reservoir water model was prepared based on the mass.

The polymer most suitable for the deposit was selected according to the following parameters:

- good solubility in reservoir water;
- the highest viscosity at a given concentration;
- good stability;
- economic parameters.

To select the desired polymer from among the candidates according to the above parameters, it was necessary to conduct tests with each of them, according to the "Laboratory Research Methods". After achieving good solubility, the second task is to obtain the necessary viscosity of the polymer.

The target viscosity value is usually determined from the mobility coefficient equation:

$$M = \frac{\lambda_H}{\lambda_B} = \frac{\mu_H/k_H}{\mu_B/k_B}$$

where λ , μ and k are mobility, viscosity and effective permeability, respectively, to the parameters of water and oil.

The process of flooding with the use of polymer can be classified in two ways.

Firstly, when the mobility coefficient during flooding takes an unfavorable value, continuous injection can increase a very small coefficient of reservoir coverage by flooding.

Secondly, even with a favorable mobility coefficient (when $M < 1$) in the case of heterogeneity of the formation, polymer flooding can be used to reduce the mobility of water in highly permeable layers in order to extract oil from layers with low permeability.

At the Vostochny Moldabek and Zaburunye fields, where the oil viscosity is approximately 130 sP and 13.8 sP, respectively, the value of the mobility coefficient is not favorable. It follows from this that an increase in the viscosity of water will improve the coefficient of reservoir coverage by flooding.

Masterbatch solutions with a concentration of 10000 ppm (fractions per million) were prepared on synthesized water. Then, depending on the reservoir temperature (Vostochny Moldabek M-II – 190C, Zaburunye Neokom II – 39 0C), studies were conducted to assess viscosity as a function of polymer concentration. The viscosity value was measured on a Brookfield viscometer with a spindle rotation speed of UL 6 rpm. After 2 hours of dissolution, regardless of the polymer used, the formation of lumps or "fish eyes" was not noticed, filtration to check the degree of hydration also gave a positive result.

Conclusion. Of the studied polymers for the Vostochny Moldabek deposit, the Flopaam 5115VHM polymer turned out to be the most suitable for high solubility and viscosity readings. This polymer allows you to obtain the highest viscosity at a concentration of 2000 ppm, which could be a good target value for this parameter.

The required concentration of the active polymer should be determined on the basis of economic calculations.

For the Zaburunye deposit, Flopaam 5205VHM and FLOCOMB 6725 polymers were selected as suitable options. The required concentration of the active polymer will be approximately 1500 ppm, which corresponds to a viscosity of 13 sP for Flopaam 5205VHM and 16.5 sP for FLOCOMB 6725. FLOCOMB 6725 is a high molecular weight polymer, and the target viscosity value can be achieved at lower concentrations.

The final choice of polymers for the Vostochny Moldabek and Zaburunye deposits was based on the chemical and thermal stability of the molecular characteristics. All selected polymers correspond to the characteristics of the conditions of these deposits.

LITERATURE

1. Moldabayeva G., Suleimenova R.T., Karimova A., Akhmetov N., Mardanov L. Experimental support of field trial on the polymer flooding technology substantiation in the oil field of western Kazakhstan. Periodico Tche Quimica, Volume 17, No. 35, 2020, pp. 963-975, ISSN 2179-0302.
2. Moldabayeva G., Suleimenova R.T., Bimagambetov K.B., Logvinenko A., Tuzelbayeva S.R. Experimental studies of chemical and technological characteristics of cross-linked polymer systems applied in flow-diversion technologies. NEWS of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES, Volume 4, Number 448, pp 50-58, 2021, ISSN 2518-170X.
3. Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Агзамов А.Х., Елефтериadi Д.К., Абилева С. Ж., Балуанов Б. А. Hydrodynamic modeling of field development using enhanced oil recovery methods. Комплексное использование минерального сырья. №2 (317), стр. 14-22, 2021, ISSN 2224-5243.
4. Oil and gas production handbook An introduction to oil and gas. Håvard Devold. ISBN 978-82-997886-3-2. Edition 3.0 Oslo, August 2013.
5. Industrial radioactivity in the UK's onshore oil and gas industry. Loughborough University Institutional Repository. Joel Garner. 2017.
6. Strengthening the Safety Culture of the Offshore Oil and Gas Industry. ISBN 978-0-309-36986-2. Transportation Research Board. Marine Board. 2016.

Полимерлі су айдау үшін химреагенттерді таңдау бойынша зерттеулер М.Ф.Турдиев, Р.Т. Сулейменова, Ш.Р. Тузельбаева К.Б. Бимагамбетов

Андатпа. Бұл мақалада гидродинамикалық зерттеулер кешені негізінде мұнай кен орындарын полимерлі су айдау үшін химиялық реагенттерді таңдау бойынша зертханалық және таңдаулы зерттеулер қарастырылады.

Полимерлі су айдау -бұл өнімді қабатқа физика-химиялық әсер етудің жоғары тиімді әдістерінің бірі. Бұл әдіс біркелкі емес өткізгіштігі бар, қасиеттері мен құрылымы әртүрлі кен орындарын игерудің әртүрлі кезеңдерінде мұнай алу үшін өте қолайлы болып келеді. Полимерлердің негізгі қасиеті-суды окшаулау, бұл резервуардағы мұнай мен судың тұтқырлығының арақатынасының қабаттағы мұнай мен судың және тұтқырлықтың айырмашылығына немесе қабаттың гетерогенділігіне байланысты судың бұзылу жағдайларының төмендеуіне әкеледі.

Су айдау режимін қолдана отырып, мұнай кен орындарын игерудің негізгі проблемасы-мұнай мен судың тұтқырлығының айырмашылығында, сондай-ақ олардың біртекті еместігіне байланысты мұнай мен судың тау жынысы бойынша біркелкі өтуі.

Негізгі сөздер: полимерлі су айдау, мұнай қабаты, мұнай мен судың тұтқырлығы, мұнай қабатының гетерогенділігі, геофизикалық зерттеулер, индикаторлық әдіс, қабат қысымы

Исследования по подбору химреагентов для полимерного заводнения М.Ф.Турдиев, Р.Т. Сулейменова, Ш.Р. Тузельбаева К.Б. Бимагамбетов

Аннотация. В данной статье обсуждается лабораторные и промышленные исследования по подбору химреагентов для полимерного заводнения нефтяных залежей на основе комплекса гидродинамических исследований.

Полимерное заводнение является одним из высокоэффективных методов физико-химического воздействия на продуктивный пласт. Метод хорошо подходит для извлечения нефти в условиях различных стадий разработки месторождений с неравномерной проницаемостью, различных по свойствам и строению коллекторов. Основное свойство полимеров заключается в загущении воды, что приводит к уменьшению соотношения вязкостей нефти и воды в пласте и сокращению условий прорыва воды, обусловленных различием вязкостей или неоднородностью пласта.

Основная проблема разработки нефтяных месторождений с применением заводнения состоит в неравномерности прохождения по породе нефти и воды за счет разницы вязкостей нефти и воды, а также их немешиваемостью.

Ключевые слова: Полимерное заводнение, нефтяной пласт, вязкость нефти и воды, неоднородность нефтяного пласта, ГИС, индикаторный метод, поддержание пластового давления.

ҚАЗАҚСТАН-ҚЫТАЙ ГАЗ ҚҰБЫРЫ С ЖЕЛІСІ 654,3–1304,1КМ УЧАСКЕЛЕРІН ЖӨНДЕУ ЖҰМЫСТАРЫ

А. Тұрсын^{ID*}, Н.Б.Имансакипова
Satbayev University, Казахстан, Алматы қ.
*tursin.aray@gmail.com

Андатпа. Қазақстан-Қытай газ құбырының С желісі жобасы Қазақстан Республикасының Оңтүстік Қазақстан, Жамбыл және Алматы облыстары арқылы өтіп, Қытайдағы Қорғаста аяқталады. Жалпы ұзындығы шамамен 1305км, құбыр материалы Х80, құбыр диаметрі 1219мм, ал жобалық қысым 9,81МПа. Меншік иесі Asia Gas Pipeline LLP. (бұдан әрі «AGP») болып табылады. Кепілдік мерзімі 2019 жылдың қыркүйегінде аяқталды.

2017 жылдың қыркүйек-желтоқсан айлары аралығында AGP пайдалану басқармасы құбырларға ішкі тексерулер жүргізді және тексеру актілері негізінде құбырлардағы 31 коррозиялық зақымдарды талдады. Бұл мәселені тексеру және шешу үшін AGP 1174, 1220, 925, 947, 1105 және 1110 километрде қазба тексеруін жүргізді және ыстық иілген бұрмаың коррозияға қарсы қабатында дөңес, сызаттар және т.б. бар екенін анықтады. Жоғарыда аталған жағдайды негізге ала отырып, AGP Жамбыл облысы мен Алматы облысы аумағында 654,3км-ден 1304,1км-ге дейінгі аралықта 411 ыстық иілген бұрмаың коррозияға қарсы оқшаулау жабындарында сапалық ақаулар бар деп санайды және барлық ыстық иілген бұрманы күрделі жөндеуден өткізуді сұрады.

Негізгі сөздер: газ құбыры; жөндеу жұмыстары; оқшаулау жабындылары.

1. Жөндеу әдісін таңдау

Тау учаскесіндегі бұрмалардың барлығы түйісу нүктелері болып табылады. Құбыр жүргізілетін ордың ортасына бұрмаларды төсеу қиын, ал арыққа жақын жағындағы кеңістік құм себу және тот кетіру талаптарына сәйкес келмейді; батпақты және одан төмен жер асты суларының деңгейінде жер асты сулары мол болады. Арық астындағы коррозияға қарсы құрылыс ортасы салыстырмалы түрде ылғалды, шөлейт бөлігінде ауадағы ұсақ шаң болат құбырдың және жабынның бетіне адсорбцияланады; құбырдың төмен температуралы учаскесіндегі болат құбырдың беті конденсация күйінде. Жоғарыда аталған арнайы аймақтарда еріткішсіз сұйық эпоксидті бүркүді қолдану жөндеу құрылысының пайдалану талаптары мен құрылыс сапасына жауап бере алмайды.

Жөндеу әдісін таңдау: Коррозияға қарсы пленка Densolen AS50 (Densolen маркалы екі жағында бутил резеңке желімделген 3 қабатты таспа).

Коррозияға қарсы таспа Densolen AS50 артықшылықтары :

- 1) Тұтқырлығы күшті, су өткізбейді және жақсы герметикалық ерекшелікке ие.
- 2) Жоғары электрлік оқшаулау қасиеті бар, тозуға төзімді.
- 3) Топырақтың зақымдалуына және күшті соққыға.
- 4) Таспаның бір қабатты орамасы стандартпен талап етілетін қалыпты немесе күшейтілген коррозияға қарсы қол жеткізе алады. Дәстүрлі таспаны бірнеше қабатта орау қажет, бұл коррозияға қарсы жұмыс кезінде коррозияға қарсы жұмыстың сапасына адам факторларының әсерін азайтады және құрылыс құнын төмендетеді.
- 5) Жұмысы қарапайым, жылдам, қату уақыты жоқ, қолмен немесе механикалық аспаппен орауға болады, бұл жұмыс мерзімін қысқартады.

2. Жұмыс өндіріс технологиясы

Жер қазу жұмыстарын бастамас бұрын газ анализаторының көмегімен газ құрамын өлшеу қажет. Ауадағы өлшенген газ мөлшері 1% төмен болса, одан әрі жұмыс істеуге рұқсат етіледі.

- 1) Жер жұмыстары

Құбыр жүргізілетін ордың өңдеу жұмыстары AGPLD-M-CS-PR-0064-000-0 «Кепілдік кезеңді қазу процедурасы» рәсіміне сәйкес жүзеге асырылады. Төменгі жағындағы құбыр жүргізілетін ордың ені кемінде 1,5D (1,6 м) болуы керек.

Құбыр жүргізілетін ордың түбі құбырдың негізге толық жанасуы үшін жоспарлануы керек, түбі игеру аяқталғаннан кейін құбыр жүргізілетін ордың түбінің бойымен сызық тарту арқылы экскаватормен тегістеледі.

Құбыр жүргізілетін ордың түбінде құбырды төсеу кезінде оқшаулауды бұзатын қиыршық тас, қиыршық тас, тастар және қатты топырақ түйіршіктері болмауы керек.

2) Бұрмаларды оқшаулағыш

Бұрмалар AGPLD-M-CS-PR-0010-000-0 «Дәнекерленген қосылыстарды оқшаулау және құбырдың оқшаулағыш жабындарын жөндеу тәртібі» және өндірушінің ұсыныстарына сәйкес DENSOLEN оқшаулағыш таспамен оқшауланады.

а) Қолдану кезіндегі температура шарттары

Құбырдың беті шық нүктесінен кемінде 3 ° C жоғары.

Қоршаған орта -40-тан +60 ° C-қа дейін.

Полиэтиленді таспаның термиялық кеңеюіне байланысты жабынның мыжылуын болдырмау үшін құбырдың бетінің температурасы (қолданғанға дейін және одан кейінгі) және таспа орамының температурасы арасындағы айырмашылық 30 ° C-тан аспауы керек.

б) Оқшаулау жабынының күйін бақылау

Көрнекі тексеру.

Қолданыстағы бұрмалардың оқшаулауының адгезиясын тексеру.

с) Құбыр бетін тазалау

Қолданылатын құбыр беттері таза, құрғақ және шаң мен майсыз болуы керек.

Материалды жағу алдында адгезияға теріс әсер ететін барлық ластаушы заттарды (мысалы, майлар, шаңдар, коррозиядан уақытша қорғау және т.б.) алып тастау керек. Қажет болса, осы мақсат үшін қолайлы еріткіштерді пайдалануға болады.

д) Құбыр бетін кептіру

Құбырда ылғал мен мұз болса, бетін ашық отты қолданбай құрғатыңыз.

е) Құбыр бетін дайындау

Құбыр бетін дайындауды сым щеткасымен немесе құм себу арқылы жасауға болады. Бұл жағдайда тазалау дәрежесі ГОСТ 9.402–2004 (5.12. тармақ, 9-кесте «жалаңаш көзбен қараған кезде қабыршақ, тот, күйік іздері, қалыптау құмының қалдықтары және басқа металл емес қоспалар»), бірақ бетінің кедір-бұдырлығы 20–100 мкм.

Болат беттерді тазалау үшін құм себуді қолдану қажет.

ф) Зауыттық оқшаулауға жанастыру

Зауыттық жабынның екі жиегі шамамен 30 ° C бұрышта кесілген болуы керек. Тегістеу шаңын алып тастаймыз.

г) Зауыттық жабынды дайындау

Көршілес зауыттық жабынды әр жағынан 150 мм аумақта тазалаңыз (қажет болса, сәйкес еріткіш қолданыңыз). Тазаланған зауыт жабынының айналасын шүперекпен сүртіңіз. Тегістеу шаңын алып тастаңыз.

h) Праймер қолданбасы

Қолданар алдында DENSOLEN Primer бастапқы ыдыста ерігенше мұқият араластырылады.

шөгіндінің жоғалуы.

Праймерді щеткамен тазартылған және кептірілген бетке біркелкі жағыңыз немесе роликпен жағыңыз.

Таспаның еніне + 5 см тең аумақта көрші зауыттық оқшаулауды төсеңіз.

Праймерді қолданғаннан кейін баррельді мықтап жабыңыз. щеткамен мен роликтерді бензинді қолданып тазалауға болады.

i) Праймерді кептіру

Праймердің кебуін күтіңіз (ұстағанда жабысқақ болмайды).

Кептіру уақыты қоршаған орта температурасына және ауа айналымына байланысты.

Кептіру макс. 10–30 минутта.

Таспаны төсеуден кейін 6 сағат ішінде жағу керек. Праймерден кейін 6 сағаттан кейін немесе төселген бет қатты ластанған жағдайда, праймерді қайтадан жағыңыз.

ж) Коррозияға қарсы таспаны қолдану

Бетінің ойыстарын DENSOLEN-W / WP Мастикамен тегістеу керек.

Қолмен жағу үшін (таспаның ені макс. 50 мм) дөңгелек ораумен және содан кейін спиральмен қозғалыңыз. Кем дегенде 50 мм зауыттық жабуды алып, зауыттық оқшаулаудан бастаңыз.

Таспаны қолдану (құбырдың бетіне 3 қабатты DENSOLEN таспалары қолданылады) біркелкі керілген және 50% қабаттасатын спираль түрінде жасалады.

Орау кезінде таспа шамамен 1% тарылса, өлшемі дұрыс болады.

Дәнекерленген қосылыстың екі жағындағы зауыттық оқшаулау кем дегенде 50 мм жабылуы керек.

Оқшаулаудың сыртқы бетінің ауданы:

$$S = \pi \times 1.5D^2 \times K \times 2 \times \pi \times \frac{N}{B}, \quad (1)$$

мұнда S - оқшаулаудың сыртқы бетінің ауданы, м²;

D- құбырдың диаметрі, м;

K – 1.05;

N – Бұрмалардың саны.

B=90°, 4 тал; B=45°, 8 тал

к) Орамдық құрылғының қолданылуы

DENSOMAT қайта орағышымен спиральды ораманы дереу орындауға болады (бұл коррозияға қарсы таспаға да, сыртқы таспаға да қатысты механикалық бүлінуден қорғау үшін).

Зауыттық оқшаулағышқа таспаны жағуды бастаңыз, ал оны таспаның енінен кем дегенде 1,5 есе. ретінде ұстау керек.

l) Бақылау

Көрнекі тексеру арқылы қолданылатын таспада бүктемелер болмауы керек.

ҚР СТ ГОСТ Р 51164 -2005 талаптарына сәйкес адгезияға сынауды жүргізіңіз.

Жұмыстың соңында толтыру алдында оқшаулаудың үздіксіздігі ұшқын дефектоскоппен тексеріледі. Сынақ кернеуі: жабын қалыңдығының мм-іне 5 кВ + 5 кВ.

3. Қорытынды

1) Жұмыс режиміндегі газ құбырының жөндеу жұмыстарын жүргізудің талаптары өте жоғары, бұл жерде жұмыс істеп тұрған құбырдың қысымын 30% төмендетіп қоймай, хауыпсыздік және ортаны қорғау талаптарын ескеру керек.

2) Жөндеуге арн-алған жаңа материалдың ерекшеліктері мен лабараториялық тәжірибе құжаттарына анализ жасау, және тұрақтылығын тексеру өте маңызды болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. ҚР ҚН 3.05-01-2013 Магистральдық құбырлар
2. ҚР ҚНЖЕ 1.03.05.2011 «Құрылыстағы еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы»
3. Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің 2015 жылғы 22 қаңтардағы No 33 бұйрығымен бекітілген «Магистральдық газ құбырларын пайдалану қағидалары».
4. ГОСТ Р 51164-2005 «Болат магистральдық құбырлар. Коррозиядан қорғауға қойылатын жалпы талаптар»
5. ГОСТ 25142 Құбыр бетінің кедір-бұдырлығы
6. ISO 8503-1-2010 Бояулар мен лактарды жағу алдында болат беттерді дайындау
7. Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің 2015 жылғы 22 қаңтардағы No 32 бұйрығымен бекітілген Магистральдық құбырларды қорғауды ұйымдастыру қағидалары.
8. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 09.10.2014 жылғы No 1077 қаулысымен бекітілген Өрт қауіпсіздігі қағидалары 08.12.2014 ж.
9. ГОСТ 30852.2-2002, ГОСТ 30852.5-2002 Жарылыстан қорғалған электр жабдықтары

10. Қазақстан Республикасының Жер кодексі (03.04.2019 ж. өзгертулер мен толықтырулармен)
11. Қазақстан Республикасының Кодексі – Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексі (11.04.2019 жылғы өзгерістер мен толықтырулармен)
12. Қазақстан Республикасының 2003 жылғы 9 шілдедегі № 481-ІІ Су кодексі (19.04.2019 жылғы өзгерістер мен толықтырулармен)
13. «Магистральдық құбыр туралы» Қазақстан Республикасының 2012 жылғы 22 маусымдағы № 20-V Заңы (02.04.2019 ж. өзгертулер мен толықтырулармен)
14. VSN 004-88 Магистральдық құбырлардың құрылысы. Технология және ұйымдастыру
15. NACE SP 0188 стандарты
16. AGPLD-M-CS-PR-0012-000-0 «Қазақстан-Қытай газ құбырының күзет аймағына мердігерлерді жұмыстарды орындау үшін жіберу тәртібі»
17. ҚР ПҚ 51.3-003-2004 Магистральдық газ құбырларын пайдаланудағы қауіпсіздік ережелері
18. ҚР ППБ - 2006 Өрт қауіпсіздігі ережелері
19. ГОСТ 12.1.011-78 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі

Ремонтные работы участков 654,3–1304,1км нитка С газопровода Казахстан-Китай

А. Тұрсын, Н.Б.Имансакипова

Аңдатпа. Проект с линии казахстанско-китайского газопровода пройдет по Южно-Казахстанской, Жамбылской и Алматинской областям Республики Казахстан и завершится в Хоргосе в Китае. Общая длина около 1305км, материал трубы X80, диаметр трубы 1219мм, а проектное давление 9,81 МПа. Собственник Asia Gas Pipeline LLP. (далее "AGP"). Гарантийный срок истек в сентябре 2019 года.

В период с сентября по декабрь 2017 года эксплуатационным управлением AGP были проведены внутренние осмотры трубопроводов и на основании актов осмотра проанализирован 31 коррозионный ущерб на трубопроводах. Чтобы проверить и решить эту проблему, AGP провел раскопки на 1174, 1220, 925, 947, 1105 и 1110 километрах и обнаружил, что горячий изогнутый отвод имеет выпуклость, царапины и т. д. В антикоррозионном слое. Исходя из вышеизложенного, AGP считает, что в период с 654,3 км до 1304,1 км на территории Жамбылской и Алматинской областей 411 горячих гнутых отводов имеют качественные дефекты в антикоррозионных изоляционных покрытиях и просил провести капитальный ремонт всех горячих гнутых отводов.

Ключевые слова: газопровод; ремонтные работы; изоляционные покрытия.

A. Tursyn, N.B.Imansakipova

Repair work of sections 654.3–1304.1km of the Kazakhstan-China gas pipeline

Abstract. The project of the c line of the Kazakh-Chinese gas pipeline will pass through the South Kazakhstan, Zhambyl and Almaty regions of the Republic of Kazakhstan and will be completed in Khorgos in China. The total length is about 1305km, the pipe material is X80, the pipe diameter is 1219mm, and the design pressure is 9.81 MPa. Owner of Asia Gas Pipeline LLP. (hereinafter referred to as "AGP"). The warranty period expired in September 2019.

In the period from September to December 2017, the AGP operational management conducted internal inspections of pipelines and analyzed 31 corrosion damage on pipelines based on inspection certificates. To check and solve this problem, AGP conducted excavations at 1174, 1220, 925, 947, 1105 and 1110 kilometers and found that the hot curved tap has a bulge, scratches, etc. In the anti-corrosion layer. Based on the above, AGP believes that in the period from 654.3 km to 1304.1 km on the territory of Zhambyl and Almaty regions, 411 hot bent bends have quality defects in anticorrosive insulation coatings and requested major repairs of all hot bent bends.

Repair work on sections 654.3-1304.1 km of C line of the Kazakhstan-China gas pipeline

Keywords: gas pipeline; repair works; insulation coatings.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СКВАЖИН С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПОДБОРА ГЛУБИННО-НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Л.Г.Утемисова

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

l.utemisova@niikmg.kz

Аннотация. В данной статье приводится описание основных подходов и методов, применяемых при подборе компоновок механизированного фонда скважин. Основной целью усовершенствования автоматизации подбора глубинно-насосного оборудования является снижение преждевременных отказов подземного оборудования, снижение эксплуатационных затрат скважин за счет правильного и эффективного расчета компоновки скважины. Внедрение и массовое использование модуля для подбора подземного оборудования позволит повысить эффективность эксплуатации скважин механизированного фонда за счет автоматической агрегации данных скважины, уточненного расчета режима скважин, расчета компоновки скважины. В данной статье также приведены выгоды, которые будут по результатам внедрения модуля.

Результаты подбора в процессе реализации модуля сравнивались с общепризнанными зарубежными программными комплексами, сравнение результатов подбора также приведено в статье.

Ключевые слова: механизированный добыча, глубинно-насосное оборудование, подбор компоновки, оптимизация работы скважин.

В процессе разработки нефтяных месторождений, как известно, можно выделить четыре основные стадии, в ходе которого проходят закономерные изменения технологических процессов.

Основной фонд месторождений страны, который разрабатывается национальной компанией АО «НК «КазМунайГаз» находится на третьей стадии разработки нефтяных месторождений, для которого характерны постоянный рост обводненности, снижение темпов отбора продукции, в связи с этим львиная доля добывающего фонда представлены механизированным фондом скважин (применение штанговых глубинных, электроцентробежных, электровинтовых и др. типов насосов). В связи с этим, вопрос корректного подбора подземного оборудования является актуальным. Корректный подбор глубинно-насосного оборудования позволяет снизить количество подземного ремонта скважин, тем самым увеличить наработку на отказ глубинно-насосного оборудования.

Повышение наработки на отказ подземного оборудования является одной из важнейших задач компаний, добывающий фонд скважин которых представлен механизированным способом эксплуатации. Путем снижения количества подземного ремонта скважин достигается повышение межремонтного периода скважин, как следствие сокращение времени простоя скважин, и как результат повышение уровня добычи компаний. Также сокращение количества ремонтов глубинно-насосного оборудования приводит к оптимизации затрат компаний.

Помимо применения различных методов по борьбе с осложняющими факторами в работе подземного оборудования, правильный и своевременный подбор оборудования является одним из главных методов повышения надежности работы механизированного фонда скважин.

Детальный анализ отказов скважин показывает, что основными причинами отказов скважин являются обрыв штанг, ввиду перегруженности колонн; протирание штанг, ввиду недочета кривизны ствола скважины; негерметичность НКТ, ввиду коррозионности продукции и использования некондиционного оборудования.

Подбор глубинно-насосного оборудования для скважин необходимо осуществлять на специальном программном обеспечении. На сегодняшний день командой разработчиков ТОО «КМГ Инжиниринг» разрабатывается модуль «Подбор ГНО» информационной системы АВАІ.

Модуль «Подбор ГНО» информационной системы АВАИ – программный инструмент для корректного подбора глубинно-насосного оборудования на основе автоматической агрегации входных параметров работы скважин, построения и анализа модели кривой притока и оценки потенциального режима работы скважины. Основной целью разработки модуля «Подбор ГНО» является снижение количества подземных ремонтов скважин, повышение межремонтного периода скважин, и как следствие повышение экономической рентабельности механизированного фонда скважин.

Модуль «Подбор ГНО» будет являться одним из основных инструментов инженера-технолога для корректного подбора глубинно-насосного оборудования, к примеру, модуль дает возможность анализа текущей информации по скважине, обрисовки потенциала скважины, анализа эффективности способов эксплуатации (оценка рентабельности использования двух способов эксплуатации – ШГН, ЭЦН), оценки глубины спуска насоса на основе данных по инклинометрии скважин, настройки параметров оборудования.

Разработка модуля «Подбор ГНО» началась в августе 2020 года и на данный момент находится на стадии промышленного внедрения на месторождении АО «Мангистаунагаз». На этапе реализации разработка модуля была разделена на 2 основных этапа (рис.1):

- 1) Реализация расчета притока и гидравлики, технико-экономический анализ ШГН, ЭЦН;
- 2) Реализация дизайна ШГН и гидравлики.

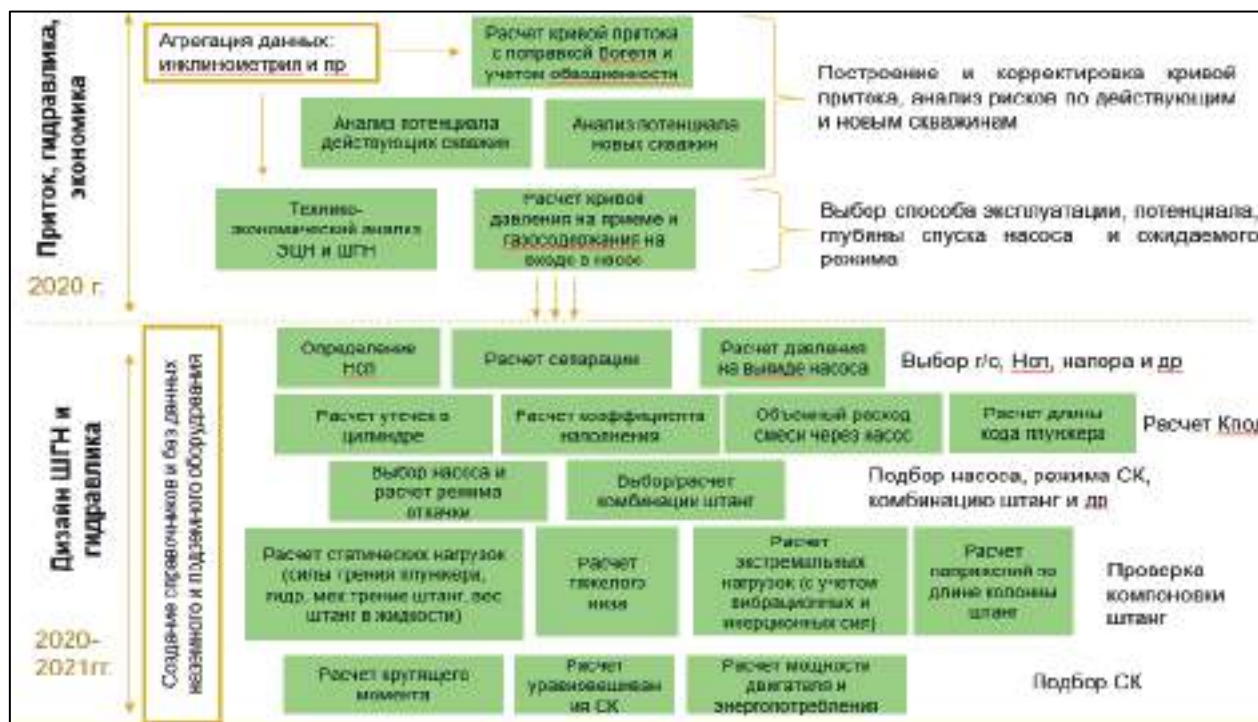


Рисунок 1 – Алгоритм расчета подсистемы «Подбор ШГН»

В процессе реализации модуля «Подбор ГНО» было осуществлено сравнение результатов подбора подземного оборудования на других лицензионных программных комплексах (Rodstar). Посредством сравнения результатов расчета с результатами аналогичных программных обеспечений мировых лидеров была определена корректность и применимость алгоритмов, примененных в модуле «Подбор ГНО».

Дублирование расчетов в альтернативном ПО проводилось по фиксированным входным данным скважин, целевого режима, глубины спуска насоса, режима откачки на 12 скважинах, рассчитанных в модуле «Подбор ГНО». Подбор компоновок был осуществлен под равные условия (диаметр насоса, глубина спуска насоса, режим откачки- число качаний, длина хода). По результатам сравнительного анализа нагрузка на колонну штанг Рмакс, Рмин показали хорошую сходимость (рис.2).

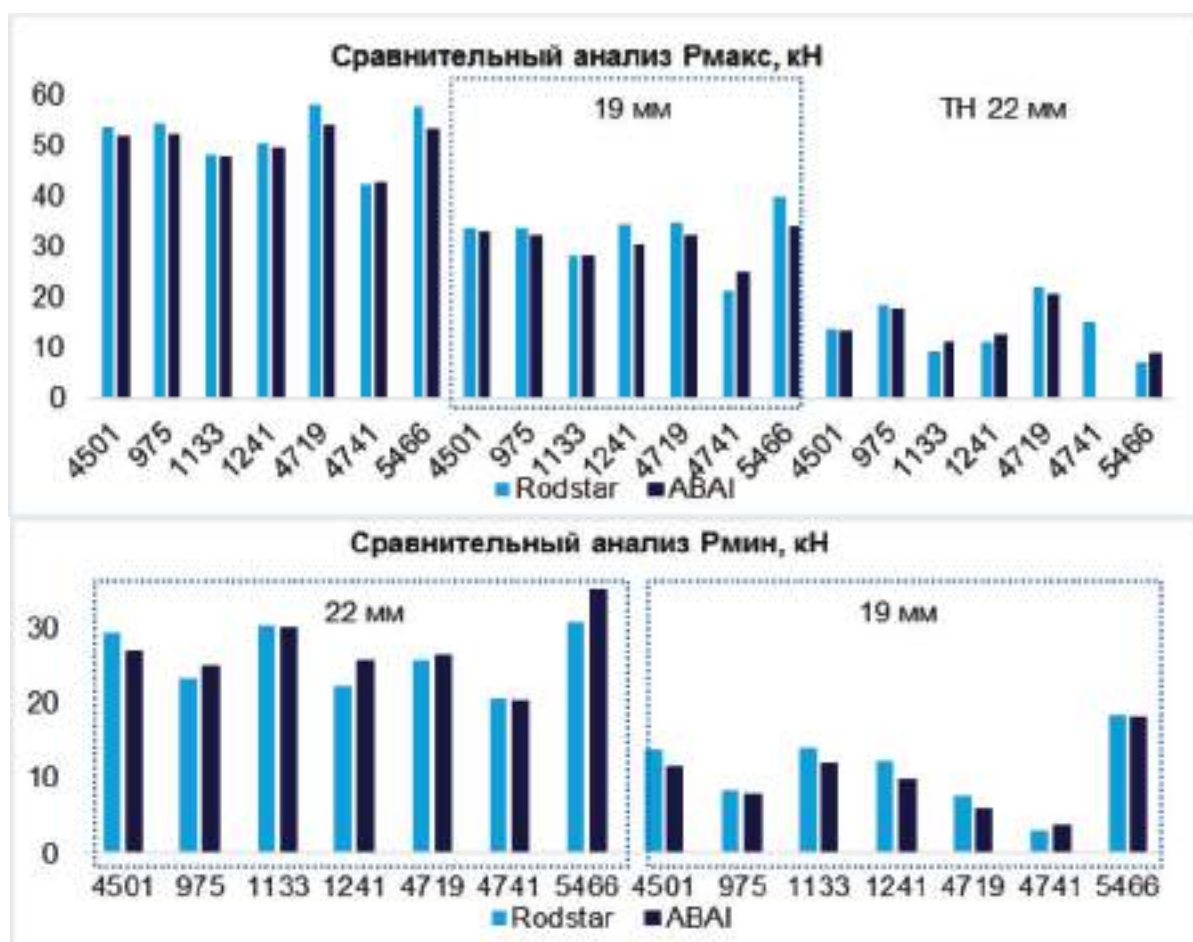


Рисунок 2 – Сравнительный анализ нагрузок на колонну штанг Rodstar vs. ABAI

Промышленное внедрение модуля на месторождениях приведет к качественным и количественным выгодам для недропользователей:

- Качественные показатели:

1) Внедрение системного подхода к подбору ГНО с использованием общепризнанных методик - Обоснованный расчетами корректный дизайн глубинно-насосного оборудования;

2) Повышение скорости и качества подбора ГНО за счет автоматической агрегации данных для расчета дизайна - Экономия времени на определенный бизнес-процесс. Снижение временных затрат технолога на рутинные процессы поиска геологической, технической и исторической информации по скважине.

- Количественные показатели:

1) Экономия от сокращения подземных ремонтов скважин - Сокращение количества подземных ремонтов скважин за счет корректного подбора ГНО;

2) Экономия от сокращения потерь нефти при ПРС - Снижение потерь нефти за счет сокращения простоев на подземный ремонт скважин.

Согласно плану работ по разработке модуля опытно-промышленное использование модуля показало положительные результаты. В ходе ОПИ была продемонстрирована удовлетворительная функциональность модуля Подбор ГНО в части скорости расчетов, корректности агрегации данных, сопоставимых результатов подбора ГНО на пилотном месторождении.

На сегодняшний день модуль «Подбор ГНО» находится на стадии промышленного внедрения на пилотном месторождении, а также ведется тиражирование на месторождениях других недропользователей.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Механизированная добыча нефти и искусственный интеллект: Цифровые технологии в добыче нефти, neftegaz.ru, 2020 г.
2. «Методика по составлению технологических режимов эксплуатации нефтедобывающих скважин АО «НК «КМГ»», 2018 г.
3. PI TR 11L Design Calculations for Sucker Rod Pumping Systems (Conventional Units) 5-th edition, 2008 г.
4. Н.Н. Михайлович РГУ нефти и газа им Губкина. «Повышение эксплуатационных характеристик нефтепромыслового оборудования в территориально-производственном предприятии «Лангепаснефтега»», 2000 г.
5. Márquez R. Modeling downhole natural separation, The University of Tulsa, 2004 г.

Ұңғылық сорғы жабдықтарын кеңейтілген таңдауды қолдану арқылы ұңғымалардың тиімділігін арттыру **Л.Г.Утемисова**

Аңдатпа. Бұл мақалада ұңғымалардың механикаландырылған қорының схемасын таңдауда қолданылатын негізгі тәсілдер мен әдістердің сипаттамасы келтірілген. Терең сорғы жабдықтарын таңдауды автоматтандыруды жетілдірудің негізгі мақсаты, жер асты жабдықтарының мерзімінен бұрын істен шығуын азайту, ұңғыманың орналасуын дұрыс және тиімді есептеу арқылы ұңғымалардың пайдалану шығындарын азайту болып табылады. Жерасты жабдықтарын таңдау үшін модульді енгізу және жаппай пайдалану механикаландырылған қордағы ұңғымаларды пайдалану тиімділігін ұңғыма деректерін автоматты түрде біріктіру, ұңғымалар режимін есептеу, ұңғыманың орналасуын есептеу арқылы арттырады. Модульді енгізу процесінде таңдау нәтижелері танымал шетелдік бағдарламалық кешендермен салыстырылды, таңдау нәтижелерін салыстыру мақалада да келтірілген. Жаңа технологияларды енгізудің тиімділігі тұжырымдарда көрсетілген, мақалада модульді енгізу нәтижелері пайда көру көрсетілген.

Негізгі сөздер: механикаландырылған тау-кен өндіру, ұңғымадағы сорғы жабдықтары, макет таңдау, ұңғыманың жұмысын оңтайландыру

Improving the efficiency of wells using improved selection of downhole pumping equipment **L.G.Utemissova**

Abstract. This article describes the main approaches and methods used in the selection of artificial lift equipment. The main goal of improving the automation of the selection of downhole pumping equipment is to reduce premature failures of underground equipment, reduce well operating costs due to the correct and efficient calculation of the well layout. The introduction and mass use of the module for selecting downhole pumping equipment makes it possible to increase the efficiency of mechanized well operation due to the calculated aggregation of well data, well calculation, well layout calculation. The results of the comparison in the implementation of the modulation were compared with generally recognized foreign software systems, a comparison of the results of the comparison is also the results of the study in the article.

The effectiveness of the introduction of new technologies is beneficial, the article reveals the benefits that will be obtained as a result of using the module

Keywords: artificial lifted well, downhole pumping equipment, optimization of well operation, well layout selection

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

Н.Б.Ермагамбетова^{ID*}, А.Ш.Мұздыбай^{ID}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

[*yermagambetova.nurasar@mail.ru](mailto:yermagambetova.nurasar@mail.ru)

Аннотация. В данной статье проведен аналитический обзор последних достижений и исследований в области повышения нефтеотдачи с применением микробиологических методов. По сравнению с традиционными методами увеличения добычи, как тепловые, газовые, химические, гидродинамические и т.д., микробное производство полимеров (микробиологический метод) предлагает относительно недорогой и экологически безопасный метод контроля соответствия. Микроорганизмы можно использовать для избирательного закупоривания высокопроницаемых зон, чтобы изменить контраст проницаемости пласта и улучшить отбор. Основные механизмы микробиологических методов, ответственные за высвобождение нефти из пористых сред, включают в себя такие процессы, как растворение неорганических карбонатов бактериальными метаболитами; производство бактериальных газов, которые снижают вязкость нефти, поддерживая ее текучесть; производство поверхностно-активных веществ или смачивающих агентов; и высокое сродство бактерий к твердым частиц. Наиболее важный аспект в нефтяной микробиологии - это способность микробов использовать углеводороды в качестве источника углерода и энергии. Биотехнологические исследования улучшились, что повлияло на то, что нефтяная промышленность стала более открытой для оценки микроорганизмов для повышения добычи нефти. Используются как местные, так и инъекционные микроорганизмы, в зависимости от их адаптации к конкретным резервуарам.

Ключевые слова: месторождение, микробиологический метод, положительный результат, биоэмульгаторы, увеличение нефтеотдачи, биополимеры.

В настоящее время большая часть энергии в мире производится из сырой нефти. Большая часть этого ценного и невозобновляемого ресурса остается в земле после использования традиционных методов добычи нефти. Более того, существует острая необходимость добывать больше сырой нефти для удовлетворения растущего мирового спроса на энергию, что свидетельствует о необходимости разработки процессов повышения нефтеотдачи (ПНП). Эти методы пытаются преодолеть основные препятствия для эффективного извлечения нефти, такие как низкая проницаемость некоторых коллекторов, высокая вязкость сырой нефти и высокое межфазное натяжение между нефтью и водой, которое может привести к высоким капиллярным силам, удерживающим нефть в породе коллектора.

Микробное повышение нефтеотдачи пластов (EOR) - это один из методов повышения нефтеотдачи, в котором бактерии и их побочные продукты используются для мобилизации нефти в пласте. В принципе, это процесс повышения нефтеотдачи путем инокуляции микроорганизмов в пласт, направленный на то, чтобы бактерии и их побочные продукты вызвали некоторые полезные эффекты, такие как образование стабильных водонефтяных эмульсий, мобилизация остаточной нефти путем снижения межфазного натяжения и отвод закачиваемых жидкостей через приподнятые участки пласта путем закупорки высокопроницаемых зон[1].

В данной статье представлен подробный обзор механизмов ПНП, его преимуществ перед традиционными методами повышения нефтеотдачи, эксплуатационных проблем. Идея использования микроорганизмов для вытеснения нефти была впервые предложена в 1926 году Дж.В. Бекманом. Лабораторные исследования микробиологических методов были впервые проведены К.Э. Зобеллом, который выделил культуры сульфатовосстанавливающих бактерий из вод нефтяных месторождений и показал, что обработка насыщенных нефтью образцов бактериями вызывает вытеснение нефти, т.е. метаболиты микроорганизмов могут быть использованы для увеличения нефтеотдачи. Микробные технологии становятся признанными во всем мире как экономически эффективные и экологически безопасные подходы к повышению нефтеотдачи пластов.

Анализ лабораторных экспериментов показал, что микробные продукты вызывают закупорку высокопроницаемых зон и повышают пластовое давление, что приводит к вытеснению нефти из макроловушек. В то же время повышение эффективности смачивания породы, изменение межфазного натяжения на границе фаз нефть-вода и снижение вязкости пластовой нефти способствуют вытеснению нефти из микроловушек. Все микробиологические методы воздействия на нефтяные пласты основаны на создании или активизации естественной или искусственной микрофлоры в призабойной зоне пласта и последующем ее перемещении через нефтеносный пласт с пресной водой.

Биометоды делятся на две основные группы: *insitu* - биотехнологии, при которых естественная микрофлора пласта стимулируется питательными веществами с поверхности; *extrasitu* – это культуры микроорганизмов с питательными веществами вводятся в пласт.

Существует более 175 видов бактерий, которые используют углеводороды в качестве единственного источника энергии в своем метаболизме. Сульфатвосстанавливающие бактерии (*Desulfobaculatuolica*, *Desulfobacteriumindolicum*, *D. cetonicum*) потребляют алканы, алкены, ароматические субстраты; денитрифицирующие микроорганизмы (*Thauera*, *Azoacvs*) могут минерализовать ряд ароматических соединений, включая толуол, ксилол, этилбензол, пропилбензол; железовосстанавливающие бактерии (*Geobactermetallireducens*) метаболизируют толуол, фенол, крезол, фенилацетат. Микробное скопление в резервуаре также включает углеводородные и нефтеокисляющие бактерии, ацетогены и метаногены. Благодаря своей высокой приспособляемости бактерии играют важную роль в биотрансформации углеводородов, однако не существует отдельных штаммов, способных полностью разлагать любой сложный класс углеводородов[2].

Микробиологические процессы, вызывающие разложение нефтяных углеводородов, протекают по двум реакциям: аэробной и анаэробной. Аэробные процессы в условиях свободного доступа кислорода протекают с высокой скоростью. При этом нефть подвергается глубокому окислительному преобразованию с разрушением насыщенных и ароматических углеводородов и образованием неуглеводородных соединений и, особенно, асфальтенов и смол. На практике биodeградация происходит в основном в анаэробных условиях. Анаэробная биodeградация представляет собой многоступенчатый процесс, осуществляемый различными группами бактерий. В зависимости от условий окружающей среды, конечные стадии анаэробного биоразложения осуществляются денитрифицирующими, сульфатредуцирующими или метанообразующими бактериями.

Основной целью исследований микробиологических методов воздействия на нефтяное месторождение является снижение вязкости нефти с помощью бактериальных продуктов, меньшее внимание уделяется изучению процесса прямой биodeградации нежелательных компонентов нефти.

В данной статье приведен анализ сравнения трех биосурфактантов, образованных бактериальными изолятами, а именно *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Bacillus cereus*. Среди всех бактерий можно выделить *Bacillus subtilis*, принимая во внимание общее количество, стойкость и стабильность в суровых условиях и влияние на нефтеотдачу. Индекс эмульгирования для биосурфактанта *B. subtilis* достигает 75% для сырой нефти. Это биосурфактант показал хорошую поверхностную активность в снижении поверхностного натяжения среды с 72 до 25 мН/м. Результаты эксперимента по закачке биосурфактанта с использованием *B. subtilis* продемонстрировали 25% извлечение нефти[2]. Этот анализ продемонстрировал целесообразность отбора и выделения микроорганизмов для промышленного использования.

А также проведены исследования влияния биоПАВ, образованных *Enterobacter cloacae* и *Bacillus stearothermophilus* на эффективность третичных методов нефтеизвлечения в карбонатных пластах, их результаты показали, что различные варианты закачки в пласт вместе с использованием необходимого состава бактерий критически влияют на конечную продуктивность микробиологических методов.

Известно, что критерием применимости микробиологических методов для увеличения добычи является способность микроорганизмов существовать в месторождении, содержащем углеводороды и соленую воду. Микроорганизмы, используемые в данной технологии, обладают высокой адаптивностью к экстремальным условиям, характерным для нефтяных месторождений. Основное действие метаболитов, производимых микроорганизмами (таких, как CO_2), заключается в снижении вязкости нефти и улучшении текучести, в то время как органические кислоты улучшают проницаемость и пористость, растворяя карбонатные отложения, образуя поровые каналы в породе. Растворители могут растворять и удалять тяжелые длинноцепочечные углеводороды, а благодаря сродству бактерий к твердым поверхностям, они могут физически вытеснять нефть, поскольку растут на поверхности между нефтью и породой/водой. Химические соединения, образуемые микроорганизмами, изменяют поверхностные свойства среды. Биоэмульгаторы не только повышают биодоступность нефтяных углеводородов, но и улучшают контакт между клетками и нефтью.

Температура может влиять на скорость микробиологических реакций, увеличивая или замедляя их. Как правило, биodeградация нефти протекает при температуре ниже 80°C , при более высоких температурах большинство организмов в процессе биodeградации в пласте существовать не могут. При низкой температуре вязкость нефти увеличивается, летучесть токсичных низкомолекулярных углеводородов уменьшается, препятствуя началу биodeградации. Температура также в разной степени влияет на растворимость углеводородов. Хотя биоразложение углеводородов может происходить в широком диапазоне температур, обычно скорость биоразложения уменьшается с понижением температуры. Способность нефти к разложению зависит не только от состава, но и от температуры инкубации бактерий. При низких температурах преимущественно преобразуются парафиновые углеводороды. Разветвленные парафины, такие как пристан, разлагаются при 10 и 20°C . Это подтверждается низким содержанием парафинов в остаточном материале (после 42 дней инкубации) и более высоким содержанием асфальтеновых соединений по сравнению с исходным образцом[2].

Экологически безопасные микробиологические методы повышения нефтеотдачи применяются в основном на месторождениях, разрабатываемых методом заводнения. Так как для развития пластовой микрофлоры необходимо наличие водной фазы. Воздействие пластового биоценоза на неподвижную малоподвижную нефть носит характер десорбции, которая осуществляется за счет накопленных продуктов метаболизма при биоокислении углеводородов нефти.

Следовательно, если такие живые, подвижные микроорганизмы внедрить в нефтяной пласт, то они могут привести в движение нефть, которая ранее считалась неподвижной и не извлекаемой. Преимуществом этих методов является то, что факторы вытеснения нефти создаются непосредственно в пласте, что повышает их эффективность. Микробиологические методы добычи используются в качестве альтернативной технологии, поскольку этот метод не требует больших затрат энергии, как тепловая стимуляция. Бактерии растут со скоростью, которая увеличивается экспоненциально, что способствует быстрому производству большого количества потенциальных продуктов, используя недорогие и возобновляемые ресурсы.

Микробиологический метод хорошо подходит и для наших отечественных месторождений, в частности для месторождения Каламкас. С 08.09.06 по 13.09.06 были проведены экспериментальные работы по внедрению микробиологического метода повышения нефтеотдачи пласта[3]. Несмотря на то, что данный метод показал положительный результат, из-за отсутствия опытных работ и малой изученности различных вариаций технологии, было принято решение прекратить дальнейшие работы и попробовать другие методы.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hamid Rashedi, Fatemeh Yazdian and Simin Naghizadeh (2012). Microbial Enhanced Oil Recovery, Introduction to Enhanced Oil Recovery (EOR) Processes and Bioremediation of Oil-Contaminated Sites, Dr. Laura Romero-Zerón (Ed.), ISBN: 978-953-51-0629-6, InTech.
2. Р. К. Ибрагимов, С. Д. Молодцов, О. В. Зиннурова Д. В. Баранов, Д. А. Ибрагимова, А. Э. Валиуллин, А. Н. Петрова /МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ: ОБЗОР/.
3. Шарауова, А. Б. Применение микробиологических методов для повышения нефтеотдачи и интенсификации нефтедобычи / А. Б. Шарауова, Л. К. Нуршаханова, Г Тулешева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 8 (67). — С. 307

Мұнайды жоғарылату үшін микробиологиялық әдістерді қолдану Н.Б. Ермағамбетова, А.Ш. Мұздыбай

Аңдатпа. Бұл мақалада микробиологиялық әдістерді қолдана отырып, мұнай өндіруді жақсарту саласындағы соңғы жетістіктер мен зерттеулерге аналитикалық шолу берілген. Термиялық, газдық, химиялық, гидродинамикалық және т.б. сияқты мұнай өндірісін арттырудың дәстүрлі әдістерімен салыстырғанда, полимерлердің микробтық әдіспен өндірілуі (микробиологиялық әдіс) салыстырмалы түрде арзан және экологиялық таза әдісті ұсынады. Микроорганизмдерді қабат өткізгіштігінің айырмашылығын өзгерту және қалпына келтіруді жақсарту үшін жоғары өткізгіштік аймақтарын таңдамалы түрде жабу үшін пайдалануға болады. Мұнайды кеуекті ортадан шығаруға жауап беретін микробиологиялық әдістердің негізгі механизмдеріне бейорганикалық карбонаттарды бактериялық метаболиттермен еріту сияқты процестер; мұнайдың тұтқырлығын төмендететін, оның ағымдылығын сақтайтын бактериялық газдар өндірісі; беттік-белсенді заттар немесе суландыратын заттар өндірісі; және бактериялардың қатты бөлшектерге жоғары жақындығы жатады. Мұнай микробиологиясындағы маңызды аспект-микробтардың көмірсутектерді көміртек пен энергия көзі ретінде пайдалану мүмкіндігі. Биотехнологиялық зерттеулер жақсаруына байланысты, бұл мұнай өнеркәсібінің мұнай өндіруді арттыру үшін микроорганизмдерді еркін бағалай алуына әсер етті. Кен орнына бейімделуіне сәйкес жергілікті және инъекциялық микроорганизмдер қолданылады.

Негізгі сөздер: кен орны, микробиологиялық әдіс, оң нәтиже, биоэмульгаторлар, мұнай өндірісін арттыру, биополимерлер.

Application of microbiological methods to enhance oil recovery N.B. Ermagambetova, A.S. Muzdybay

Abstract. In this article, an analytical review of recent advances and research in the field of enhanced oil recovery using microbiological methods. Compared with traditional methods of production enhancement like thermal, gas, chemical, hydrodynamic, etc., microbial polymer production (microbiological method) offers a relatively inexpensive and environmentally safe method of compliance control. Microorganisms can be used to selectively plug highly permeable zones to change the permeability contrast of the reservoir and improve selection. The main microbiological mechanisms responsible for releasing oil from porous media include processes such as dissolution of inorganic carbonates by bacterial metabolites; production of bacterial gases that reduce oil viscosity, keeping it flowing; production of surfactants or wetting agents; and high affinity of bacteria for particulate matter. The most important aspect in petroleum microbiology is the ability of microbes to use hydrocarbons as a source of carbon and energy. Biotechnological research has improved, which has influenced the oil industry to become more open to evaluating microorganisms to enhance oil production. Both indigenous and injectable microorganisms have been used, depending on their adaptation to specific reservoirs.

Keywords: field, microbiological method, positive, bioemulsifiers, enhanced oil recovery, biopolymers

ҰҢҒЫМАЛАРДА ҚҰБЫРАРАЛЫҚ ҚЫСЫМНЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ

Есимханова А.К. , Ысқақ А.С. *, Ертаева А. 

Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы

*a.yskak@satbayev.university

Андатпа. Дүние жүзіндегі мұнай-газ өнеркәсібінің қалыптасуы мен дамуының ғасырға жуық тарихында құбыраралық қысымдары бар ұңғымалардың орасан зор қоры жинақталды, әсіресе құбыраралық қысымдар (ҚАҚ) мәселесі газ ұңғымалары немесе учаскеде газ қабаттары бар ұңғымалары үшін өзекті болып табылады. Қазіргі уақытта құбыраралық қысымды жою тек Ресей мен Қазақстанда ғана емес, бүкіл әлемде мұнай-газ саласының маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Теңіз, Қарашығанақ сияқты құрамында күкіртті сутегі бар кен орындарындағы құбыраралық қысым мәселесі ерекше өзекті болып табылатыны белгілі. Тұз тектогенезі, тұз массивінің қозғалғыштығын анықтайтын – құбыраралық қысымның потенциалды табиғи қысым көзі және ол шегендеу құбыр бағандарының тұрақты көлемдік немесе тангенциалды бағытталған қысылуы түрінде көрінеді. Бұл мақалада Теңіз кен орнының ұңғымаларында құбыраралық қысымның пайда болу себептерін анықтаудың шағын талдауы қарастырылады.

Негізгі сөздер: құбыраралық қысым, цементті сақина, шегендеу тізбегі, тұз шөгінділері, сақина кеңістік.

Соңғы уақытта газ, мұнай және газ конденсатты кен орындарын игерудегі өзекті мәселелердің бірі құбыраралық қысымның пайда болу болып табылады. Өндірістік тәжірибеге сәйкес, Ресейде және шетелде мұнай және газ кен орындарында ҚАҚ бар ұңғымалардың саны айтарлықтай көп. Мексика шығанағындағы 8000-нан астам ұңғымалар, «Газпром» ААҚ пайдалану ұңғымаларының шамамен 30% (соның ішінде Солтүстіктегі газ кен орындарының ұңғымаларының 50% -дан астамы), Ресейдегі жерасты газ қоймаларының технологиялық ұңғымаларының 40% -дан астамы, Қазақстандағы газ конденсаты кен орындарының ұңғымаларының 30%-ға дейін, Ақ жолбарыс мұнай-газ кен орнының ұңғымаларының 50% (Вьетнам қайраңында) және көптеген басқалар.

Отандық және шетелдік зерттеушілердің пікірінше, себептері барлық салаларға ортақ. Оларға қабат сұйықтығының ҚАҚ ерте көшуін тудыратын сапасыз цементтеу жатады; ұңғыманы пайдалану кезінде цемент қабығына әсер ету нәтижесінде өткізгіш арналардың пайда болуы; ұңғыманың, көтергіштің, өндіруші және қоршау бағандарының жерасты және сағалық жабдықтар элементтерінің саңылаусыздығы. Құбыраралық қысымы бар өндірістік компаниялар пайдаланатын қымбат өңдеу технологиялары жеткілікті тиімді емес және жиі ұңғымалардан бас тарту қажеттілігіне әкеледі. Сонымен бірге СКҚ бар ұңғымалардан бас тарту да күрделі мәселе болып табылады, өйткені Сондай-ақ құбыраралық қысым жабылған (ликвидацияланған) ұңғымаларда пайда болады.

Дегенмен, әлемдік тәжірибеде құбыраралық қысым дамуының қауіптілік дәрежесін анықтауға, сақиналы пайда болу мүмкіндігі мен қарқындылығын болжауға мүмкіндік беретін бірыңғай зерттеу әдістемесі немесе моделі жоқ. Осыған байланысты кез келген көлемдегі рецептілердің құбыраралық қысым пайда болуы ықтимал қауіпті деп санауға болады [1]

Теңіз, Қарашығанақ сияқты құрамында күкіртті сутегі бар кен орындарындағы құбыраралық қысым мәселесі ерекше өзекті болып табылады. Теңіз кен орнының әртүрлі санаттағы ұңғымаларындағы және ұңғымаларындағы ерекшеліктер оларды салу мен пайдаланудың геологиялық-техникалық шарттарының күрделілігіне, сондай-ақ өндірілетін қабат қоспасының бірегей құрамына байланысты. Өнімді башқұрт сатысы шамамен 4000 м тереңдікте орналасқан, онда қабат температурасы 120 °С-қа жетеді, бастапқы қабат қысымы 61,2 МПа (аномалия коэффициенті 1,56). Қабат газы улы және коррозиялық компоненттердің, негізінен күкіртсутек (25 моль %) және көмірқышқыл газының (20 моль %) жоғарылауымен сипатталады [2].

1 Кесте – Теңіз және Королевское кен орнындағы ҚАҚ бар ұңғымалардың жағдайы

Жақсы жағдайлар	Теңіз	Корольдік
Клиникааралық қысымы бар өндіру ұңғылары	4,6,7,8,11,15,20,38,44,106,108,110,121, 122,124	9, 10, 11,16,18, 19
Өндіру ұңғымалары сақиналы қысыммен	1100.5056.6337.7040	
Сақиналы қысымы бар айдау ұңғылары	5646	

Теңізде төрттік дәуірден девон дәуіріне дейінгі кен орындары ашылды. Тұтастай алғанда шөгінді бөлімде үш ірі литологиялық-стратиграфиялық кешен бөлінеді: тұз асты (жоғарғы девон – артинск), тұз (кунгур) және тұз үсті (жоғарғы пермь – төрттік). Тұзасты шөгінділері негізінен әртүрлі фациялы карбонатты жыныстармен ұсынылған. Негізгі материалды және корреляцияны талдау негізінде кезеңдерге толығырақ стратиграфиялық бөлу жасалды. Ашық карбонатты шөгінділердің қалыңдығы 100-ден 300 метрге дейін жетеді. Т-22, Т-24 ұңғымаларында қалыңдығы 1000 метрге жетеді.

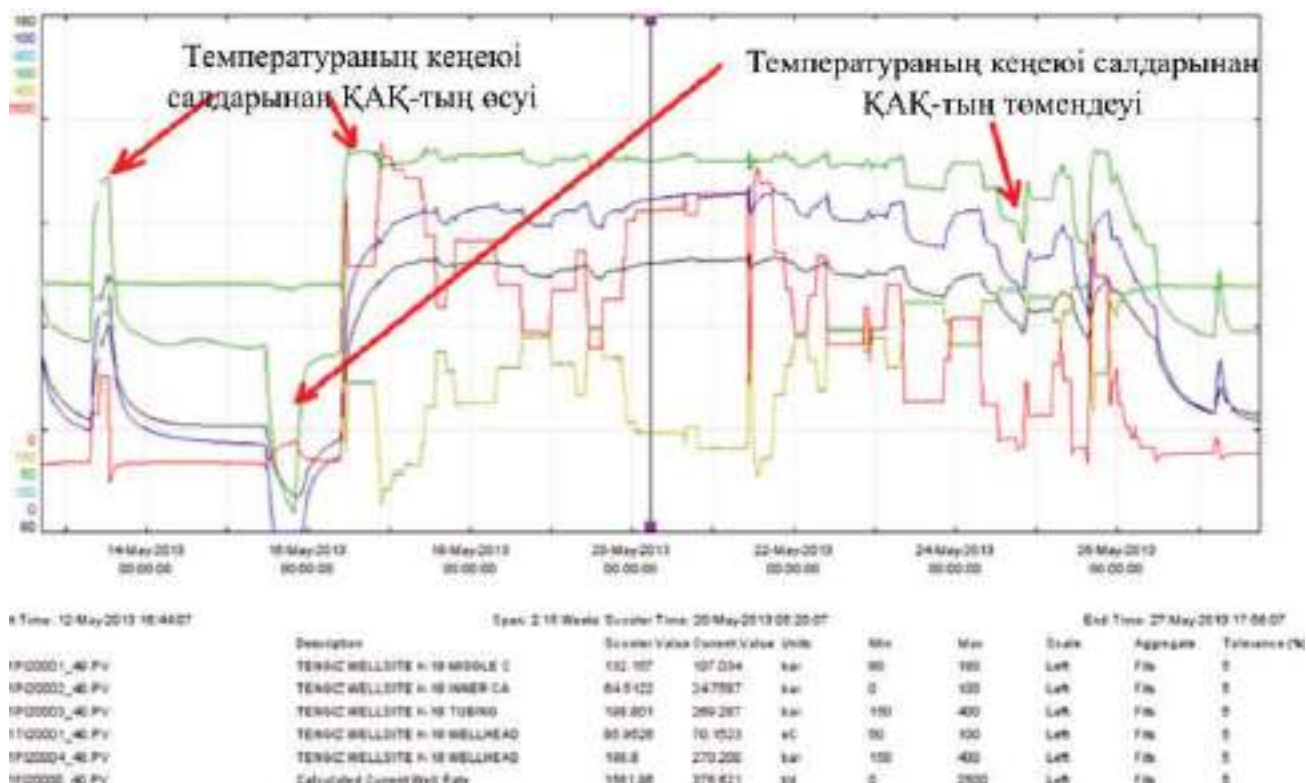
Артин шөгінділері негізінен қайта шөгінділенген әктас сынықтары бар терригендік жыныстардан тұрады. Оның көтерілістің арка бөлігіндегі қалыңдығы 20 м-ден 100 м-ге дейін жетеді. Қанаттарында қалыңдығы 700-1000 м-ге дейін артады. Кунгур уақытының тұзды шөгінділері сульфатты-галогенді жыныстардың қабатымен берілген және үш мүшелі құрылымды: оның астындағы ангидрит қабатынан, тас тұзынан және үстінде жатқан ангидрит қабатынан тұрады. Кунгур шөгінділерінің қалыңдығы 500-ден 1700 м-ге дейін өзгереді. Тұздан кейінгі кешен негізінен Каспий ойпатының бүкіл оңтүстік-шығысына тән терригендік шөгінділермен ұсынылған.

Теңіз су қоймасы үш негізгі блокқа бөлінеді: 3-объект (девон кен орындары); 2 нысан – Тула кен орындары, «Тула» (ерте – орта Дана және Турнай); және 1-объект (Башқұрт кен орындары, Серпухов сатысы, жоғарғы Визе)[2]. ҚАҚ тұз тектогенезі, тұз массивінің қозғалғыштығын анықтайтын және қаптама тізбегінің тұрақты көлемдік немесе тангенциалды бағытталған қысылуы түрінде көрінетін ҚАҚ потенциалды табиғи қысым көзі болып табылады. (1-сурет).

Сурет 1 – Теңіз мүйісіндегі № Т-108 ұңғыма құрылыстарының сұлбасы

№ Т-108 ұңғымада 3204м тереңдіктегі 13" колонна Кунгур -3293м төбені жабады. Сондай-ақ 3635,70м және 3670,00м тереңдікте Бейкер 83-40 ФБ-3 типті буып-түйгіштер, ал 3714-3821м тереңдікте СМ 2035-110У орнатылды, нәтижесінде ағып кетудің салдарынан болуы мүмкін. қосылымның ағуы және 7 " бағандардың эрозиясы.

Сондай-ақ Теңіз кен орнындағы кейбір ұңғымаларды зерттеу деректері бойынша температураның өзгеруі байқалды, т.б. термиялық кеңею (2-сурет), бұл сонымен қатар ҚАҚ көрінісінің себебі болуы мүмкін[2].



Сурет 2 – № Т-124 м.Теңіз ұңғымасын зерттеу деректері

Бағана аралық көріністердің алдын алу бойынша ұсыныстарды екі топқа бөлуге болады:

- ұңғыма сақинасындағы қабаттардың сапалы бөлінуін қамтамасыз ету шаралары;
- қаптама бағанының барлық секцияларының герметикалығын қамтамасыз ету шаралары.

Соңғы жылдары ҚАҚ-ды жоюдың ең перспективалы бағыттарының бірі тығыздағыш сұйықтықтарды пайдалану болып табылады. Тығыздағыш сұйықтықтардың артықшылығы - ұңғыманың сақиналы және цементтелген сақиналы кеңістігін толтыру арқылы сақиналы қысымды жою үшін оларды пайдалану мүмкіндігі.

Сонымен қатар, кезек күттірмейтін міндет - сұйықтықты өткізетін арналарды бітеп тастауға қабілетті және сонымен бірге төсемнің ағып кету орнында болуының барлық кезеңінде технологиялық қасиеттерін сақтайтын гель түзетін композицияларды жасау.

Цементтелген сақиналы кеңістіктің саңылаусыздығын жоғалту сақиналы қысымға, өндірілген мұнайдың мерзімінен бұрын суарылуына немесе қабат қысымын тұщы суға немесе пайдаланылмаған горизонттарға ұстап тұру үшін қабаттарға айдалатын сұйықтық ағынына әкеледі, бұл кен орнын пайдалануды айтарлықтай қиындатады және қымбаттады. Ұңғыманың төсемінің герметикалығын қалпына келтіру көбінесе қайта цементтеу және гидроизоляциямен байланысты, сондықтан бұл жұмыс түрлері жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының жалпы көлемінде айтарлықтай үлесті алады.[3]

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Райкевич С.И. Ұңғымалардағы аралық қысымдар және корпусың артындағы сұйықтық қозғалысы. Мәселені шешу жолдары /«Мұнай және газ өндіруді интенсификациялау» халықаралық технологиялық симпозиумы. Мәскеу, 26.03.2003 ж
2. Теңіз кен орнын игеру туралы есеп, 2012 ж
3. Жадан Ю.Г. «Қақпа сыртындағы сұйықтық көріністерінің себептерін зерттеу және олардың алдын алу әдістерін әзірлеу» Диссертациялық диссертациялар мен авторефераттар ғылыми кітапханасы.

Проявление межколонного давления в скважинах

Есимханова А.К., Ыскак А.С., Ертаева А.

Аннотация. За столетнюю историю становления и развития нефтегазовой промышленности по всему миру накопился огромный фонд скважин с наличием межколонных давлений (МКД), особенно проблема МКД актуальна для газовых скважин или скважин с наличием в разрезе газовых пластов. В последнее время устранение межколонного давления является одной из значимых проблем нефтегазовой промышленности не только России и Казахстана, но и всего мира. Особую актуальность приобретает проблема межколонных давлений на сероводородсодержащих месторождениях, таких как Тенгиз, Карачаганак. Солевой тектогенез, является потенциальным естественным напорным источником МКД, который обуславливает подвижность соляного массива и проявляется в виде постоянного объемного либо тангенциально направленного сжатия обсадных колонн. В данной статье рассматривается небольшой анализ выявления причин возникновения межколонных давлений в скважинах месторождения Тенгиз.

Ключевые слова: межколонное давление, цементное кольцо, обсадная колонна, солевые отложения, негерметичность заколонного пространства.

Annular pressure in wells

Yesimhanova A.K., Yskak A.S., Yertayeva A.

Abstract. Over the century-old history of the formation and development of the oil and gas industry around the world, a huge stock of wells with the presence of annulus pressures (AP) has accumulated, especially the problem of ICP is relevant for gas wells or wells with the presence of gas reservoirs in the section. Recently, the elimination of annular pressure is one of the significant problems of the oil and gas industry not only in Russia and Kazakhstan, but throughout the world. Of particular relevance is the problem of annular pressures in hydrogen sulfide-containing fields, such as Tengiz, Karachaganak. Salt tectogenesis is a potential natural pressure source of annulus pressures, which determines the mobility of the salt massif and manifests itself in the form of constant volumetric or tangentially directed compression of casing strings.

This article discusses a small analysis of identifying the causes of annular pressures in the wells of the Tengiz field.

Key words: annular pressure, cement ring, casing string, salt deposits, leaking of the casing annulus

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF WATER SHUT-OFF OF WELLS

A. S.Yskak^{ib}, A.T. Mukhamedyanova^{ib}, F.S. Khagag^{ib}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

*adelina.mukhamedyanova.pe@gmail.com

Annotation. In the modern world, well cement is widely used for waterproofing in the oil industry. Its main disadvantage is the impossibility of complete injection into a porous medium even at high permeability. The main advantage of this material is high strength and durability. This article is aimed at considering issues for improving the efficiency of water isolation in the reservoir, consider in detail the dependence of the parameters on each other, and also, based on the characteristics of the reservoir, select the material necessary for work.

KeyWords. well, oil, rock, water shut-off, gelant, , microcement.

Introduction

At this time in the fields at certain stages of production such phenomena as rise of water-oil contact and reduction of formation energy are observed, which, in turn, lead to self-sealing of wells and reduction of flow rate respectively.

The most common solution to these problems is standart water shut-off operations, which involve killing the well and installing a cement bridge. During these works the perforation interval is exposed to the silencing fluid, which, in its turn, gets into the formation and irreversibly impairs its filtration-capacitative properties. In most cases after such workover, the well ends up in a number of idle wells. In this connection the development and application of alternative methods of well water shut-off is a very urgent task.

The complexity of solving the problem of isolation works in oil wells is determined by a variety of mining and geological conditions, their construction and repair and organizational and technical constraints in the conduct of technological processes.

Let's consider the main issues on the use of plugging material as portland cement.

Main part

Polymer gels have found wide application as they allow to control excess water formation during mining. Since the 1960s, polymers have been used for enhanced oil recovery. The principle of action was that due to an increase in the viscosity of water and a decrease in the permeability of the reservoir, the mobility coefficient (M) also decreased. The first studies used partially hydrolyzed polyacrylamide. For the first time, silicate gels were used to increase oil recovery by the Hill¹⁴ Company, which patented this method. At the same time, the idea arose to use water-shedding technologies to form a blocking medium in the reservoir. Robertson, Oefelein¹⁵, Cole et al.¹⁶ and Sparlin et al.¹⁷ have tested silica gel technology and confirmed its success in use.

Silicate gels have been used for a long time to reduce water production due to the affordable price. The advantage of compositions based on an aqueous solution of sodium silicate is their good adhesion to rock and metal, stability at high pressure and temperature up to 200 °C, so they are effective in conditions of deep high-temperature reservoirs. However, many gels in the reservoir are take out from the pores due to large drawdown [1].

For more intensive penetration of gels into the reservoir, it was necessary to come up with a new technology. For example, Chauveteau et al. (2001; 2003; 2004) developed an innovative microgel product. Microgels are particles of acrylamide crosslinked with zirconium. An important function is the ability to change the size of microgels during shearing. This is directly affected by shear rate, salinity and pH. Thanks to the microgel, it was possible to change the water injection profile [2].

Ideal system for Water Shut-Off

For a long time, attempts have been made to create an ideal system for controlling formation water.

An ideal chemical system should have the following properties:

1. Resistant to mineralization and hardness
2. Compatible with mixed water
3. Constancy of temperatures

4. Low viscosity
5. High penetration into the formation
6. Shear insensitive. (Chen 1988).

To solve the problems of water blocking, cement mortars are of little use and are unacceptable in combating water intrusion in homogeneous deposits. When watering wells, waterproofing materials are needed that can easily penetrate into the porous medium of the isolated formations in order to fill the porous space. Thus, the durable backfill material will be resistant to water washout. A significant disadvantage of cement mortar is its scope. It is limited to the wellbore. Even the finest particles are unable to penetrate microcracks. Having a considerable number of shortcomings, cement to this day is widely used in view of the widespread availability of the material, its cost, strength and durability. The smallest diameter of the microspheres guarantees greater penetration of the particles in the formation. They can penetrate very narrow pore tunnels where traditional cement would not penetrate.

Microspheres are ideally applicable in the field, as their size adapts to the pore environment of the formation.

Reasons for use:

1. Salt tolerance
2. Ease of injection into the reservoir
3. Elastic properties
4. High penetration into the sandstone formation [3].

Due to the elastic properties, it is possible to adjust the size and shape, which allows you to penetrate deeper into the reservoir, capturing more oil.

Elastic and Expansion Properties

The elastic properties of the microspheres make it easy to overcome the pore channels, since after deformation they easily return to their previous shape. Penetrating into the target zone, the microspheres can change the direction of the water and even completely obstruct the flow. The expansion of microspheres directly depends on the amount of absorbed water. The more salts are contained in the water, the smaller the volume of microspheres and vice versa [4].

Basic Properties of the Microspheres Properties in Count

The microspherical gel has dimensions in micrometers. If we take the diameter of microspheres up to 10 micrometers, then there will be several million spheres per 1 kg. When microspheres are injected into the formation, together with water, they will be carefully separated in the pore space, thereby creating resistance to the water flow and washing out more oil.

A practical feature of the use of microspheres is that there is no need to use large pumping units, since the small size of the spheres makes it easy to separate them and suspend them in water. Polymer gel systems used for water shut-off jobs. Mechanical tools, the traditional cement and inorganic gel squeezers, are often used for waterproofing. Gel-forming systems are also successful and are increasingly used in production every year.

Pore Scale of Sandstone Reservoirs

The criterion of clogging of a porous medium according to A. Abrams indicates that the clogging of the channel occurs when the diameter of the cement particles exceeds 1/3 of the crack diameter [5]. According to the technical literature, the size of the channels through which water flows is 20-40 microns [6]. Knowing this value and taking into account the colmotation criterion, we can conclude that the particle size should not exceed 10 microns. It is important that 95% of the particles have a size of less than 5 μm , i.e. a fineness of $d_{95} < 5 \mu\text{m}$.

The authors [7] would conduct an experiment to monitor the penetrating power of ordinary and microcement in a filter press, where a two-centimeter layer of fine sand (0.2-0.25 mm) was placed. Cement mortar is poured onto a layer of sand. After the passage of cement mortars through a layer of sand, the authors concluded that the microcement completely impregnated the sand filter, unlike ordinary cement. The graph shows the results of particle size distribution.

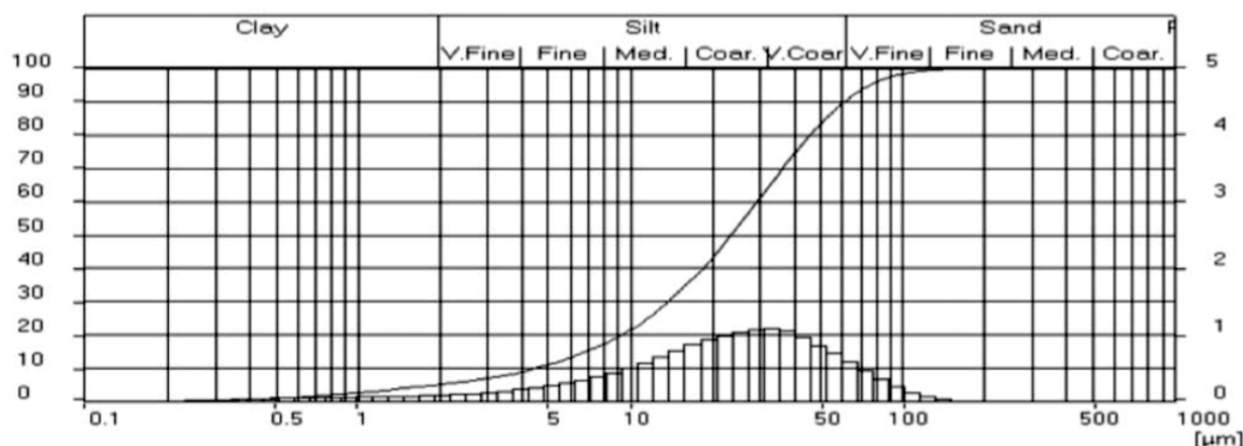


Figure 1 - The distribution of microcement particle sizes [7].

Knowing the diameter of the filtration channels (D), it is possible to calculate the diameter of the microspheres (d) according to the following formula, thereby choosing the microcement necessary for a particular reservoir:

$$d=0.207D. \quad (1)$$

For fine sand, whose particles have a diameter of 200-250 microns, the average pore size is 45 microns. It follows from this that the microcement particle diameter should not exceed 15 μm . If we are dealing with low-permeability reservoirs where the permeability is less than 10 mD, then we can conclude that the dimensions of the filtration channels are very small [8].

Scientists have established a relationship between permeability and porosity, described by an empirical dependence. The following Hong and F.I. Kotyakhov equations show the dependence of the permeability of sandstone rocks, the radius of the pore channel and the permeability [7, 9].

$$r = \sqrt{\frac{8k}{f}} ; \quad (2)$$

$$r = \frac{2}{7 \cdot 10^5} \sqrt{\frac{k\phi}{f}}, \quad (3)$$

Where k - permeability, μm^2 ,
 f - porosity, volume function,
 r - average pore throat radius, μm ,
 ϕ - structural coefficient.

On average, for porous media with a porosity of 0.3–0.4, the structural coefficient varies from 1.63 to 2.71. At average values of porosity and structural coefficient and permeability of 10 mD, the radius of filtration channels will be less than 0.7 μm . For easy passage of microcement, the particle size must be less than 480 nm. When working with such collectors, it is necessary to use colloidal and gel-forming solutions with particle sizes from 5 to 500 nm. Compositions of organic polymers or salts can serve as such solutions. Microcement, being an effective reinforcing material, makes it possible to isolate water in reservoirs with low permeability

On fig.2 photographs of new microspheres obtained using a high magnificent optical microscope are presented. The figure on the right shows the particle sizes obtained 15 minutes after crushing. Here the dimensions are 0.4-1.5 mm (about 400 microns). By crushing through a planetary crusher, increasing the time, it is possible to achieve even smaller particle sizes of Portland cement, like 40-60 microns.

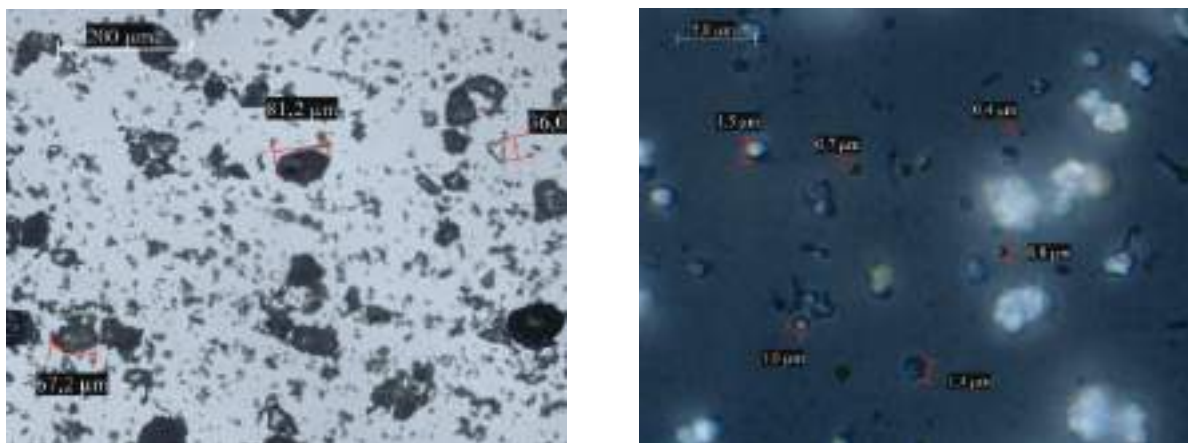


Figure 2 - Electron microscopic images of the original dry cement (a) and a photograph after their crushing through a planetary crusher (b - after 15 minutes of exposure) [7].

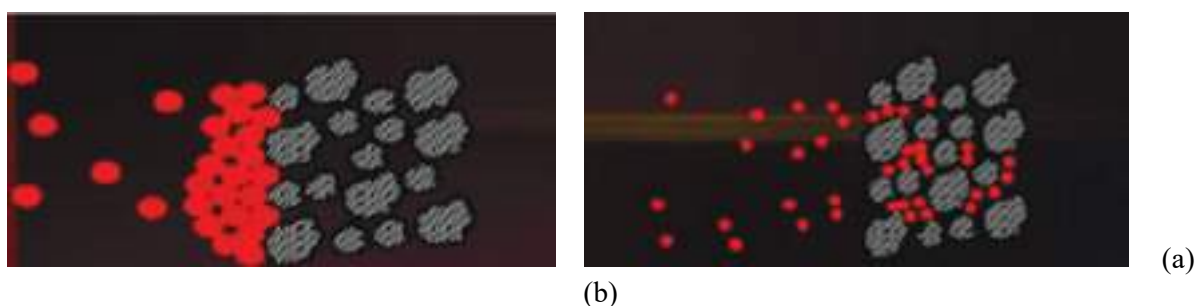


Figure 3 - Penetration of cement particles into the sand formation (a), penetration of microcement particles into the sand formation (b) [7].

Conclusion

Many oil fields in Kazakhstan are characterized by low permeability of productive deposits and high heterogeneity. In order to obtain effective results from carrying out water shut-off in such geological conditions, it is necessary to use compositions that can penetrate deeply into water-saturated interlayers and form screens with reduced filtration properties there.

To select the composition and size of the particles, it is necessary to carefully investigate the characteristics of the formation rocks, in particular their pore sizes. And many microcement slurries can be pumped after basic gelling slurries to set them.

LITERATURE

1. 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.
2. Bai et al. 2008; Dalrymple et al. 2008; Wu and Bai 2008.
3. Improved oil recovery using polymeric gelants: A review, G P Karmakar* & Chandrima Chakraborty, 12 January 2006
4. Chang H L, *J Pet Technol*, 30 (1978) 1113.
5. Mud Design to Minimize Rock Impairment Due to Particle Invasion // JPT. – 1977. – №5. – C. 586-592.
6. Ryabokon S.A. Technological fluids for the production and repair of wells. - Krasnodar: 2009. - 338 p.
7. L.A. Magadova, Doctor of Technical Sciences, Professor; N.N. Efimov, Ph.D.; A.N. Kozlov, Z.A. Shidginov, M.N. Efimov, Russian State University of Oil and Gas named after I.M. Gubkin
8. Gimatudinov Sh.K. Physics of an oil and gas reservoir. – M.: Nedra, 1971. – 310 p.
9. Hong, S.D. 1985. Basic of Reservoir Petrophysics. Beijing Petroleum Industry publishing Company: 65-68.

Ұңғымада суды оқшаулау тиімділігін талдау
Ысқақ А. С., Мухамедьянова А. Т., Хагаг Ф. С.

Андатпа: Қазіргі әлемде ұңғыма цементі мұнай өнеркәсібінде гидроизоляция үшін кеңінен қолданылады. Оның негізгі кемшілігі – жоғары өткізгіштік жағдайында да кеуекті ортаға толық айдаудың мүмкін еместігі. Бұл материалдың басты артықшылығы - жоғары беріктік пен ұзақтылық. Бұл мақала суды оқшаулау тиімділігін арттыру мәселелерін қарастыруға, параметрлердің бір-біріне тәуелділігін, сондай-ақ резервуардың сипаттамаларына сүйене отырып, жұмысқа қажетті материалды таңдауға бағытталған.

Негізгі сөздер: ұңғыма, мұнай, тау жынысы, суды оқшаулау, гел, микроцемент

Анализ эффективности водоизоляции скважин
Ысқақ А. С., Мухамедьянова А.Т., Хагаг Ф. С.

Аннотация: В современном мире скважинный цемент широко используется для водоизоляции в нефтяной резервуарах. Основным его недостатком является невозможность полной закачки в пористую среду даже при высокой проницаемости. Основным преимуществом этого материала является высокая прочность и долговечность. Данная статья направлена на то, чтобы рассмотреть вопросы повышения эффективности водоизоляции в пласте, подробно рассмотреть зависимость параметров друг от друга, а также, исходя из характеристик водоема, выбрать необходимый для работы материал.

Ключевые слова: скважина, нефть, порода, водоизоляция, гель, микроцемент.

МҰНАЙ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ АСФАЛЬТ-ШАЙЫРЛЫ ЖӘНЕ ПАРАФИНДІ ШӨГІНДІЛЕРМЕН КҮРЕСУДІҢ ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ

К.Т. Юлдашев 

Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

kairatzholdas@gmail.com

Андатпа. Қазіргі таңда Қазақстанның көптеген кен орындарындағы ұңғымалардағы асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділермен күрес өзекті және маңызды мәселелердің бірі болып табылады және айтарлықтай материалдық және еңбек шығындарын талап етеді. Бұл шығындарды азайту тиімді әдістерді құру және енгізу негізінде мүмкін болады, ол үшін мұнай өндіру кезінде ұңғымалардың мұнай кәсіпшілігі жабдықтарының бетіндегі органикалық заттардың шөгу процестерін терең зерттеу қажет. Сонымен қатар әрбір кен орын мұнайының физика-химиялық ерекшеліктеріне және қабат жағдайына байланысты зерттеулер арқылы шөгінділерге қарсы әдіс таңдау қажет.

Негізгі сөздер: АШПШ, химиялық әдіс, еріткіштер

Кіріспе:

Асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділермен (АШПШ) күрестің неғұрлым тиімді технологиялық әдістері арнайы әзірленетін химиялық реагенттер болып табылады, олардың жұмыс принципі фазалардың бөліну шекараларында болатын адгезионды-адсорбциялық процестерге негізделген. Бұл қосылыстардың әрекеті бұрыннан қалыптасқан шөгінділерді жоюға немесе олардың пайда болуына жол бермеуге бағытталған. Ингибиторларды қолдану ұңғымада да, шығарылатын желіде де, коммерциялық құбырда да АШПШ түзілуіне жол бермейді. Тәжірибе көрсеткендей, ауыр органикалық қосылыстардың пайда болуын болдырмау оларды үнемі алып тастауға қарағанда арзанырақ әдіс болып табылады [1].

Негізгі бөлім:

Химиялық әдістерге ингибиторларды, модификаторларды, депрессорларды және диспергаторлар қолдану жатады.

1. Ылғал ингибиторларының әсер ету механизмі полярлы жоғары молекулалық полимерден тұратын адсорбциялық қабаты бар технологиялық жабдықтың металл бетін гидрофилизациялауға негізделген. Түзілген қабат парафиннің гидрофобты шөгінділерінің құбырларға жабысуына жол бермейді, осылайша шөгінділерді мұнай ағынымен алып тастауға жағдай жасалады.

Ылғал ингибиторларын тиімді пайдалану үшін мұнай кәсіпшілігі жабдықтарын мезгілді өңдеу қажет. Реагенттің сулы ерітіндісі белгілі бір уақыт ішінде құбыр бетінде тұндырумен СКҚ-ға біртіндеп айдалады. Ұңғымаға айдау алдында оны орнату және құбыр қабырғаларын парафинді шөгінділерден тазарту қажет.

Ылғалдандырғыштар құрамының негізгі компоненттері-полиакриламид, қышқыл органикалық фосфаттар, сілтілі металл силикаттары және синтетикалық полимерлі беттік-белсенді заттардың сулы ерітінділері (органикалық аминдер, сульфаттар, фосфаттар).

2. Модификаторлар-құрамында хлор, азот және күкірт бар беттік-белсенді заттар. Реагенттердің әсер ету механизмі молекулалармен әрекеттесу кезінде парафин кристалдарын модификациялаудан тұрады. Ингибитордың бұл түрі олардың адгезиялық қасиеттерін әлсірету арқылы кристалдардың пішіні мен беттік энергиясын өзгертеді. Бастапқы ине немесе ромбтық формадан айырмашылығы, кристалл дөңгелектенеді. Ингибиторлық процестің нәтижесінде дамымаған дендриттік кристалдар пайда болады, олар құрылымы бойынша бір-біріне қосылмаған. Өлшемдері қалыптастырылған кристалдардың ПҚ шағын, бұл қолдауға ықпал етеді және олардың во взвешенном состоянии көлемінде қозғалыстағы газ-сұйықтық ағыны. Мұнайдың тұтқырлығы қатаю температурасы сияқты төмендейді. Алайда, модификаторлар металл бетінде парафин шөгінділерінің пайда болуының бастапқы кезеңін толығымен болдырмайды, Тек парафин қабатының қалыңдығын азайта отырып, бөлшектер арасындағы үйлесімділік.

3. Депрессорлар-жоғары молекулалы органикалық иондық емес беттік-белсенді заттар (молекулалық массасы 5000-6000). Депрессорлар құрамының негізі-полициклді хош иісті

көмірсутектер. Компоненттер-винил ацетаты бар этиленнің сополимерлері, полиметилакрилаттар, полиолефиндер, эфирлер және жоғары спирттер.

Депрессорлық реактивтер мұнаймен араласады және қатты көмірсутек компоненттерінің беттік қасиеттерін өзгертеді, кристалдану процесін баяулатады. Әсер ету механизмі парафин кристалдарындағы молекулалардың адсорбциясынан тұрады, олардың агрегация қабілетін қиындатады және кристалдардың сольват қабығын түрлендіре отырып, одан әрі өсуіне жол бермейді. Депрессорлар парафин молекулаларының кристалдық торының беріктігін төмендетеді және парафин майының қатаю температурасын төмендетеді.

4. Диспергаторлар-бұл мұнайда еритін аминдер, май қышқылдары немесе олардың тұздары, металл тұздары, Силикат-сульфенол ерітінділері, сульфатталған сілтілі лигнин, көмірсутек және хош иісті еріткіштер. Компоненттер сондай-ақ АШПШ шығарғыш ретінде қолданылуы және шөгінділердің түзілуінің композициялық тежегіштерінің құрамына кіруі мүмкін. Сондай-ақ, реагенттер мұнай эмульсияларымен, коррозиямен және тұзды тұндырумен күресу үшін бірге қолданылады.

Диспергаторлардың әсер ету механизмі ПК кристалдарында реагент молекулаларынан тұратын адсорбциялық қабат түзуден тұрады. Реагенттер пайда болған АШПШ құрылымын бұзу арқылы жұқа дисперсті жүйенің пайда болуын қамтамасыз етеді. Мұнайдың жылу өткізгіштігі жоғарылайды және ПК кристалдану процесі баяулайды. Мұнай ағыны құбыр қабырғаларынан парафин кристалдарын алып кетеді[2].

Еріткіштерді қолдану терең жатқан шөгінділерді алып тастауға, қабаттың түп маңы аймағын өңдеуге мүмкіндік береді, өңдеу кезінде қыйыншылықтар туғызбайды [1]. Тәжірибе көрсеткендей, АШПШ еріткіштерін таңдағанда, шөгінділер компоненттерінің ерігіштігінің әртүрлі дәрежесін ескеру қажет. Осыған байланысты қолдануға ұсынылатын композициялар нафтен, алифат, хош иісті көмірсутектердің композициясы болып табылады [3]. Қазіргі уақытта әзірленіп жатқан еріткіштердің құрамына олардың еріту қабілетін арттыратын және сонымен бірге дисперсті шөгінділерді арттыратын беттік белсенді заттар (ББЗ) қосылады.

Шөгінділердің пайда болуын және шөгуін болдырмау үшін химиялық қосылыстар ұзақ уақыт бойы әзірленіп, өзгертілгеніне қарамастан, оларды әр нақты жағдай үшін таңдау мәселесі өзекті болып қала береді. Зертханадағы реагенттер құрамын сәтті тестілеу нәтижелері жобалау болып табылады және әрқашан тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтармен растауды талап етеді [4]. Көбінесе шөгінділердің компоненттерін, қабат жағдайлары мен мұнай қасиеттерін жеткіліксіз зерттегендіктен, ұсынылған композициялар тиімсіз болуы мүмкін.

Авторлар [7] АШПШ-ның пайда болуын болдырмау және жою технологияларын одан әрі жетілдіру олардың тиімділігін арттыру үшін әртүрлі әдістерді біріктіруге бағытталуы керек дейді. Сонымен, көптеген кен орындарында ингибиторлар ұңғымаға түсірілген жылу кабелімен және термохимиялық өндеумен бірге қолданылады [8].

Ұңғымаларды химиялық реагенттермен өндеу терең мөлшерлегіштермен және реагентті берудің сағалық блоктарының көмегімен жүзеге асырылады. Химиялық құрамдарды жетілдірумен қатар, ұңғымаларды өндеу әдістері де жетілдірілуде, мысалы, әртүрлі конструкциялардың диспенсерлері жасалып, енгізілуде [1]. 2011 жылы "Башнефть-Добыча" ААҚ мамандары Ұңғымаларды еріткішпен шаю тиімділігін арттыру үшін еріткішті таза түрде (өнімдермен араластырмай) терең сорғыны қабылдауға жеткізу әдістемесін әзірледі. Бұл әдіс сорғының астына герметикалық білікшені түсіріп, капиллярлық жеңнің осы білікшесіне енуден тұрады. Ұңғыма тоқтайды және капилляр арқылы таза еріткіштің бір бөлігі сорғыны қабылдауға жіберіледі, содан кейін сорғы іске қосылады. Осы әдістеменің арқасында өндеулердің тиімділігін 2-3 есе арттыруға мүмкіндік туады [9].

АШПШ түзілуі ұңғымада да (егер резервуардағы мұнай температурасы парафиннің кристалдану температурасынан жоғары болса) және резервуардың өзінде де (егер резервуардағы мұнай температурасы парафиннің кристалдану температурасынан төмен болса) пайда болуы мүмкін, бұл каналдардың бітелуіне және өткізгіштіктің төмендеуіне әкеледі. Екінші нұсқа суық суды өнімді қабатқа айдау арқылы суландыру кезінде мүмкін болады. Осыған байланысты резервуарда орналасқан мұнайға ингибиторды қосумен

байланысты технологиялар жасалып, жетілдірілуде. Олардың мақсаты-қабаттағы парафиннің жиналуына жол бермеу, қабаттағы ингибитордың сіңірілуін жақсарту және оның мұнаймен бірге жер бетіне тез шығуына жол бермеу, яғни оңтайлы адсорбциялық-десорбциялық қасиеттері бар қажетті концентрация ингибиторын таңдау. Мұндай зерттеулер зертханаларда әртүрлі мұнай үлгілері мен негізгі материалдарда жүзеге асырылады [10]. Іс жүзінде ұңғыманы тазалап, қайта жуғаннан кейін ингибитордың сіңірілуін арттыру үшін қабат активатормен өңделеді, содан кейін мұнай буфері мен ингибитор сорылады және шикі мұнаймен жуылады. Ұңғыма жабылғаннан кейін бір тәуліктен кейін өндіру қайта басталады. Бұл әдісті Венесуэла, парсы және Мексика шығанақтарында, Адриатика теңізінде қолдану мұнай ағынын арттыруға және ұңғыманы тазарту жиілігін төмендетуге мүмкіндік берді [11].

АШПШ түзілуі мұнай өндіруде қиындық туғызады: ұңғымаларды пайдалану қиындайды, олардың өнімділігі төмендейді және жабдықтың апатсыз жұмыс істеу уақыты қысқарады, әсіресе дамудың соңғы сатысына енген кен орындарында. Олардың көпшілігінде АШПШ пайда болу проблемасы да, өнімнің өсіп келе жатқан сулануы, тұз шөгінділерінің пайда болуы, резервуардан механикалық қоспалардың көбеюі және жабдықтың коррозиясы кездеседі. [4] жұмысында өнімнің сулануының артуы тұрақты СМЭ түзілуіне және тұнба түзілу процесінің күшеюіне әкелетіні көрсетілген.

Бүгінгі таңда АШПШ-мен күресудің химиялық әдістері осы мәселені шешудің ең перспективалы және технологиялық бағыты болып табылады. Сонымен бірге, мұнайдың физика-химиялық қасиеттерінің айырмашылығына, реагенттердің қымбаттығына, көбінесе композициялардың жартылай эмпирикалық таңдауына байланысты химиялық реагенттің әмбебап құрамын әзірлеудің мүмкін еместігі-осы және басқа да мәселелер әлі күнге дейін ғалымдардың алдында тұр және оларды шешу осы саладағы зерттеулерді одан әрі тереңдетудің өзекті міндеті болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Миллер, В.К. Комплексный подход к решению проблемы асфальтосмолопарафиновых отложений из высокообводненных нефтей (на примере нефтей месторождений Удмуртии): Дисс. канд. тех. наук.02.00.13 / Миллер Вероника Константиновна – Москва, 2016. – 196 с.
2. Егоров, А.В. Ингибитор парафиноотложения комплексного действия для нефтяных эмульсий и парафинистых нефтей / А.В. Егоров, В.Ф. Николаев, К.И. СENGATULLIN, И.Я. Муратов, Х.Г. Зайнутдинов // Электронный журнал «Нефтегазовое дело». – 2013. – №2. – С.334-348.
3. Иванова, Л.В. Удаление асфальтосмолопарафиновых отложений разной природы / Л.В. Иванова, В.Н. Кошелев // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – №2. – С. 257-268.
4. Глущенко, В.Н. Оценка эффективности ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений / В.Н. Глущенко, Л.М. Шипигузов, И.А. Юрпалов // Техника и технология добычи нефти. – 2007. – №5. – С. 84-87.
5. Турукалов, М.Б. Анализ проблемы отложения тяжелых органических соединений на примере месторождения вала Гамбурцева // Электронный научно-технический журнал Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем. – 2006. – № 4. – С. 1-6.
6. Переседов, А. Эмаль против АШПШ и коррозии труб // Нефтегазовая вертикаль. – 2012. – № 19. – С. 58-61.
7. Волкова, Г.И., Лоскутова, Ю.В., Прозорова, И.В., Березина, Е.М. Подготовка и транспорт проблемных нефтей (научно-практические аспекты). – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. – 136 с.
8. Герасимова, Е.В., Ахметов, А.Ф., Красильникова Ю.В. Растворители-теплоносители для удаления асфальто-смолистых и парафиновых отложений // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2010. – №2. – С. 37-44.
9. Еникеев, Р.М. Башнефть-Добыча: опыт работы с осложненным фондом скважин / Р.М. Еникеев, С.Е. Здольник, А.Р. Гарифуллин // Нефтегазовая вертикаль. – 2015. – №19. – С. 70-73.
10. Коробов, Г.Ю., Рогачев, М.К. Исследование процессов адсорбции и десорбции ингибитора асфальтосмолопарафиновых отложений в поровом пространстве карбонатного коллектора // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2016. – №1. – С. 89-100.

11. Акбарзаде К. Асфальтены: проблемы и перспективы / К. Акбарзаде, А. Хаммами, А. Харрат, и др. // Нефтегазовое обозрение. – 2007. – С. 28-53.

**Анализ химических методов борьбы с асфальто-смолистыми и парафиновыми
отложениями при добыче нефти
К.Т. Юлдашов**

Аннотация. В настоящее время борьба с асфальто-смолисто-парафиновыми отложениями в скважинах на многих месторождениях Казахстана является одной из актуальных и важных проблем и требует значительных материальных и трудовых затрат. Снижение этих затрат возможно на основе создания и внедрения эффективных методов, для чего необходимо углубленное изучение процессов осаждения органических веществ на поверхности нефтепромыслового оборудования скважин при добыче нефти. Кроме того, в зависимости от физико-химических особенностей нефти каждого месторождения и состояния пласта необходимо выбирать метод борьбы с отложениями путем исследований.

Ключевые слова: АСПО, химический метод, растворители

**Analysis of chemical methods for combating asphalt and paraffin deposits in oil production
K.T. Yuldashov**

Abstract. Currently, the fight against asphalt-smol-paraffin deposits in wells in many fields of Kazakhstan is one of the urgent and important problems and requires significant material and labor costs. The reduction of these costs is possible on the basis of the creation and implementation of effective methods, which requires an in-depth study of the processes of deposition of organic substances on the surface of oilfield equipment wells during oil production. In addition, depending on the physico-chemical characteristics of the oil of each field and the state of the formation, it is necessary to choose a method of combating deposits by research.

Keywords: ASPD, chemical method, solvents

ОСНОВНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

Жумажанов С.Т.¹*, Эфендиев Г.М.²

¹ НАО Атырауский университет нефти и газа имени С.Утебаева

² Институт нефти и газа НАН, Азербайджан

* sa.zhumazhanov@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрен метод механического воздействия, в особенности метод локального гидроразрыва, его сильные и слабые стороны, показана конкретная техника работы и рекомендации, которые позволяют достичь лучшего результата и минимизировать издержки производства.

Результаты исследований гидродинамических скважин при воздействии позволяют оценить не только эффективность технологических процессов обработки скважин, но также решить вопрос, целесообразность проведения иных мероприятий, направленных на повышение производительности скважин.

В ходе проведения расчетов по гидравлическому разрыву пласта следует отметить, что при правильном выборе компонентов (состава разрывной жидкости концентрация песка, жидкости пластовой, жидкости гранулометрического состава песка), качественного оборудования (агрегаты для песка, обвязки и обслуживания устья) и его правильного применения можно считать, что при разрывной жидкости пласта повышается продуктивность пласта, прочность пласта, увеличивается зона дренажа. Это позволяет увеличить дебитовую скважину после ГРП практически в 2 раза.

Ключевые слова: ГРП, механизм, скважина, гидроразрыв, прорыв пласта.

Гидравлические разрывы пласта являются механическими методами воздействия на производственный пласт, в которых порода разрывается по плоскостям максимальной прочности при избыточном давлении, созданном закачкой жидкости с разрывом, которое скважины не успевают поглощать. Флюид, с помощью которого с поверхности к забору скважин переходит энергия, необходимая для прорыва, называется жидкостью прорыва. После прорыва, под давлением жидкости, трещину увеличивают, возникают ее связи с естественным трещинам, не закрываемым скважиной, и зонами более проницаемыми. Поэтому расширяется пластовая область, дренированная скважиной. В образованных трещинах жидкость разрыва транспортирует зернистый материал пропанта, закрепляющий трещины в открытом состоянии после того, как они сняли избыточное давление. [1].

В итоге ГРП значительно повышается дебит нагнетательных или приемных скважин, снизив гидравлические сопротивления в призабойных зонах и увеличив фильтрационную поверхность скважин, также увеличив конечную нефтяную отдачу, благодаря приобщением к выработыванию слабодренированных зон и пластов.

Метод GRP обладает многочисленными технологическими решениями, обусловленными особенностями конкретной обработки объекта и достигнутой цели. Технологии GRP отличаются, в первую очередь, по объему закачки технологической жидкости и проволоки, а также по размеру созданных трещин соответственно.

Наибольшее распространение получили локальные гидроразрывы в качестве эффективного средства воздействия на скважинную зону. При этом достаточно создать трещины длиной от 10 до 20 м с закачиванием десятков куб. м жидкости, а также единицы тонн пропантов. В таком случае скважинный дебит увеличивается в два-три раза.

На протяжении последних лет интенсивно развивается технология создания высокопроводящих трещин с относительно малой протяженностью средних и высоких пластов, позволяющая снижению сопротивления призабойных зон и увеличению эффективного радиуса скважин.

Гидроразрыв, образовав протяженные трещины, приводит не только к увеличению проницаемости скважины, но также к тому, что пласт охвачен воздействием, привлечению к разработке дополнительных резервов нефти, а также к повышению объема нефтеизвлечения. При этом можно снизить текущую обводность добываемого продукта.

Обычно оптимальная длина фиксированной трещины при пропускной способности пласта 0.01-0.05 мкм 2 обычно 40-60 метров, объем закачивания от десятка до сотни куб. м жидкости, от одного до десятка тонн пропанта.

Кроме того, применяются селективные гидроразрывы, которые позволяют вовлекать в разработку, повысить производительность низкопроницаемого слоя.

Для участия в промышленной разработке газового коллектора с сверхнизкой пропускной способностью менее 10–4 мкм в США и Канаде, а также в ряде стран Восточной Европы применяется технология массивированного ГИРП. При этом возникают трещины длиной 1000 метров и выше, при закачке от сотни до тысячи кубических м жидкости, а также от сотни до тысячи тонн пропана. [2].

Технология использования гидроразрыва основывается прежде всего на знаниях механизмов возникновения, распространения трещины в горной породе, позволяющих прогнозировать геометрическую конфигурацию трещины, оптимизировать параметры ее.

Возможность формирования вертикальных или горизонтальных трещин зависит от того, как распределяются тектонические напряжения. На малой глубине вертикальные напряжения могут оказаться намного меньше, чем вертикальные эффективные напряжения, благоприятствующие образованию горизонтальных трещин. В норме считается, что горизонтальная трещина образуется на глубине до 200 метров, вертикальная — на глубине более 400 метров. На промежуточной глубине, где основные напряжения практически равны, направление трещин определяют другие факторы, такие как анизотропия. Поскольку разработанные сейчас нефтяные пласты в основном относятся к значительным глубинкам, большинство теоретических исследований относятся к вертикальным трещинам.

Выбирать скважину для гидроразрыва пласта следует в первую очередь по гидродинамическим характеристикам пласта, зоны забора и пласта. При этом при разработке многопластовых объектов параметры определены каждому пласту или пропластку, вскрытому скважиной в отдельности путем ее исследования методом установленных отборов, а также проведением измерений профилей тока и скважины на каждом этапе.

Гидроразрыв предпочтителен слабопроницаемым сцементированным, крепким породам, то есть гидроразрыв следует проводить прежде всего в скважинах, где породы пласта не разрушаются при опыте или эксплуатации и не наблюдаются пробки песчаных пород.

В скважинах, где отмечается разрушение породы, вынос пластовых песков на скважину с образованием пробок, происходят процессы, также называемые «гидравлическим разрывом». Однако, основной задачей его является заполнение крупнозернистого песка кавернами и каналами, созданными при скважине. При полном насыщении зоны призабой крупнозернистого песка он выполняет функцию фильтра, который препятствует поступлению пластовых песков на забой, а также предотвращает скважинное пробообразование.

Рекомендуется исключать разрывы в глинистой зоне, хотя наличие глинистой линзы не может существенным образом повлиять на результат процесса глинистой зоны.

Отмечаются закономерности изменения гидроразрывных результатов в зависимости от уровня выработки горизонтов, а также в целом месторождений. Лучшим результатом гидроразрыва в добывающей скважине являются пласты высокого давления, меньшая степень дренирования и высокая нефтенасыщенность.

В горизонтах, которые разработаны с поддержкой пластового давления, эффективность гидроразрыва оказалась выше в сравнении с горизонтами, эксплуатируемыми без пластового давления. В то же время гидравлические разрывы нельзя проводить в скважинах добычи, находящихся вблизи скважин или линий нагнетания и водонефтяных контурах, поскольку в этом случае может происходить резкое повышение мощности воды, уменьшение мощности нефтепродуктов.

Гидравлические разрывы можно планировать на скважинах, работающих с высокой газовой напряженностью, чтобы их снизить. Уменьшение газа вследствие гидроразрыва достигается скважинами с небольшой разгазированной областью вокруг скважины, то есть уменьшение высокого газа вследствие гидроразрыва возможно в скважинах, в которых

большой газ не связано с прорывами из повышенного газонасыщенного пласта или с прорывами из газонагнетательной скважины. В последние два случая не следует проводить гидравлические разрывы, поскольку это может еще больше увеличить приток газа.

По мнению экспертов, разрыв слоя в скважинах с открытым заводом более благоприятен в сравнении с обсадными и перфорированными скважинами.

Рекомендуемая толщина рабочей части пласта подверженного разрыву – от 2 до 15 метров. В скважинах, вскрывающих многослойные скважины или слои толщиной больше 15 метров, проводятся многократные и параллельные гидроразрывы.

Гидравлические разрывы не рекомендуется проводить в technically неполадках скважинах с нарушенным фильтром, с ломом или смещением колонны, в случае недостаточной высоты подъемника цемента и плохого состояния цементного колодца за колонной. В скважинах, где из-за разрушения камня цемента или отсутствия цемента в колонне возникла жидкость, нужно цементировать, чтобы исправить кольцо, а потом планировать гидроразрыв. В скважинах, имеющих пластовый приток, желательно проводить гидроразрыв после предварительного изоляции притока воды. [3].

Существенным резервом для совершенствования организаций гидроразрывов является перспективная планировка гидроразрывов, а также другие методы воздействия в проектах по разработке месторождений являются перспективные планы гидроразрыва и другие методы воздействия. Методы влияния должны быть органическим элементом проектирования и входить в проекты в качестве обязательного мероприятия по скважинному строительству.

Технологический эффект бурения пласта, а также другие методы воздействия на скважину до и после обработки, оценивается с учетом производительности и гидродинамики, и скважин после обработки в целом, поэтому после обработки в скважине проводится комплексное термогидродинамическое исследование.

Вывод

Результаты исследований гидродинамических скважин при воздействии позволяют оценить не только эффективность технологических процессов обработки скважин, но также решить вопрос, целесообразность проведения иных мероприятий, направленных на повышение производительности скважин.

В ходе проведения расчетов по гидравлическому разрыву пласта следует отметить, что при правильном выборе компонентов (состава разрывной жидкости концентрация песка, жидкости пластовой, жидкости гранулометрического состава песка), качественного оборудования (агрегаты для песка, обвязки и обслуживания устья) и его правильного применения можно считать, что при разрывной жидкости пласта повышается продуктивность пласта, прочность пласта, увеличивается зона дренажа. Это позволяет увеличить дебитовую скважину после ГРП практически в 2 раза.

ЛИТЕРАТУРЫ

1.Комплекс гидравлического разрыва нефтяных пластов [Электронный ресурс]. ЗАО ПКБ Автоматика, 2006.

2.Майкл Экономидис, Роналд Олайни, Питер Валько. Унифицированный дизайн гидроаза пласта. Орсэ Пресс, Алвин, шт. Техас. Перевод: М. Углов. ПетроАльянс Сервисис Компани Лимитед, Москва 2004 г.

3.Усачев П.М. Гидравлический разрыв пласта. Учебное пособие для учащихся профтехобразования и рабочих на производстве. – М.: Недра, 1986, 165 с.

Гидравликалық үзілістің қабаты туралы негізгі идеялар **Жұмажанов С. Т., Эфендиев Г.М.**

Андатпа. Мақалада механикалық әсер ету әдісі, әсіресе жергілікті гидравликалық әдіс, оның күшті жақтары мен әлсіз жақтары сипатталған, сонымен қатар жақсы нәтижеге қол жеткізуге және өндіріс шығындарын азайтуға мүмкіндік беретін нақты жұмыс техникасы мен ұсыныстарын көрсетеді.

Әсер ету кезінде гидродинамикалық ұңғымаларды зерттеу нәтижелері Ұңғымаларды өндеудің технологиялық процестерінің тиімділігін бағалауға ғана емес, сонымен қатар ұңғымалардың өнімділігін арттыруға бағытталған басқа да шаралардың орындылығын шешуге мүмкіндік береді.

Гидравликалық сынуды есептеу кезінде компоненттерді дұрыс таңдау арқылы (жарылғыш сұйықтықтың құрамы, құмның концентрациясы, құмның түйіршікті құрамы сұйықтығы), жоғары сапалы жабдық (құмға арналған қондырғылар, эстуарийлерді байлау және техникалық қызмет көрсету) және оны дұрыс қолдану арқылы резервуардың жарылуы кезінде резервуардың өнімділігі артады деп болжауға болады.. резервуардың беріктігі, дренаж аймағы артады. Бұл гидравликалық сынудан кейін дебеттік ұңғыманы 2 есе арттыруға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: гидравликалық механизм, ұңғыма, гидравликалық, серпінді қалыптасу.

The main ideas about the mechanism of the hydraulic break layer **Zhumazhanov S.T., Efendiyev G²**

Abstract. The article describes the mechanical impact method, especially the local hydraulic method, its strengths and weaknesses, shows a specific work technique and recommendations that allow you to achieve a better result and minimize production costs.

The results of studies of hydrodynamic wells under impact make it possible to evaluate not only the effectiveness of technological processes for processing wells, but also to solve the issue of the expediency of other measures aimed at improving the productivity of wells.

In the course of calculations on hydraulic fracturing, it should be noted that with the right choice of components (composition of the fracturing fluid concentration of sand, reservoir fluid, fluid granulometric composition of sand), high-quality equipment (aggregates for sand, strapping and maintenance of the mouth) and its correct application, it can be assumed that the fracturing fluid increases the productivity of the formation, the strength of the formation increases the drainage area. This allows you to increase the debit of the well after hydraulic fracturing by almost 2 times.

Keywords: hydraulic, mechanism, well, hydraulic, breakthrough formation.

МЕТОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ “CHOPS” НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРАЖАНБАС

М.Д. Сим^{id}*, А.Т. Тасқали^{id}, Д.К. Мырзатаева^{id}, Б.С. Сагатова^{id}, К.С. Заурбеков^{id}

Satbayev University, Казахстан, г.Алматы

*maksim.sim.pe@gmail.com

Аннотация. За последнее время повышения нефтеотдачи в Казахстане имеет возрастающую тенденцию, так как нефть у нас в большой мере является высоковязкой и тяжелой. В общем отмечаются гидродинамические, физико-химические, газовые, тепловые, волновые и микробиологические методы повышения нефтеотдачи пластов.

В данной статье мы рассмотрели нефтедобычу первичным методом, с акцентом на применение холодной обработки скважин. Были рассмотрены положительные и отрицательные стороны данного метода, а также ее влияние непосредственно на одно из месторождений Казахстана. Объектом нашего исследования является месторождение- Каражанбас.

Ключевые слова: Повышение нефтеотдачи, дебит, месторождение Каражанбас, “Холодная” обработка, вязкая нефть.

Введение.

Месторождение Каражанбас, находящийся в Мангистауской области Западного Казахстана на полуострове Бузачи, обладает высокой вязкостью и большой смолистостью нефти при существенным содержанием сернистых скоплений.

Считается одним из самых больших мелко залегающих месторождений высоковязкой нефти на земли СНГ. В состав Каражанбаской нефти входит никель и ванадий, что препятствует применениям тепловых методов отдачи пластов. [1]

Площадь месторождения Каражанбас поделена на 4 части:

Восточная часть нареченного месторождения считается более многообещающим для разработки. Для последующей разработки предоставленного раздела компания подразумевает пробурить 300 скважин, 1 середина из них станет добывающими и иная – нагнетательными.

Западная часть месторождения располагается меж побережьем Каспийского моря и западной границей участка продуктивных скважин. Этот раздел уступает Восточному по площади и породе припасов, впрочем, он считается экономически привлекательным для разработки.

Северная часть месторождения Каражанбас, площадь которого бесспорно не определена, по сведениям 2-ух разведочных скважин имеет экономически прибыльные припасы нефти. Фирма задумывает пробурить 144 скважины для усовершенствования данного сектора.

Южная часть месторождения в этот момент не разрабатывается, например, как водонефтяной контакт при бурении на предоставленном секторе не был достигнут. Для последующего становления и подготовки к эксплуатации предоставленного раздела.

На месторождении Каражанбас находятся три цеха добычи нефти, которые объединены с цехом подготовки и перекачки нефти. Добыча нефти осуществляется на глубине около 350 метров с семи горизонтов. [2]

Применяемые методы для повышения нефтеотдачи на месторождении Каражанбас. На месторождении Каражанбас были начаты опытно-промышленные работы по реализации (ВВГ) влажного внутрипластового горения и (ПТВ) паротеплового воздействия. Со временем была установлена неудовлетворительная технологическая результативность способов, что отчасти явилось следствием невыполнения проектных решений, а еще существенной зональной и послойной неоднородности пластов на участках с низкими нефтенасыщенными толщинами. [3]

Метод CHOPS (технология «холодной» добычи тяжелой нефти с добычей песка). Этот метод относится к первичному методу, и хорошо известен в Канаде. Там, с помощью «Холодной» добычи, извлекается 15% от общей добычи. На месторождении Каражанбас «Холодная» добыча применяется с начала 2000 года. [6]

Месторождение Каражанбас славится не только высоковязкой нефтью и высокой обводненностью, но и высоким содержанием терригенных пород (песчаников и песков). Поэтому на месторождении применяется метод CHOPS.

Метод CHOPS (Рис.1) осуществляет добычу высоковязкой нефти вместе с песчаниками и песками. Для этого применяют винтовые насосы в наклонных и вертикальных скважинах. За счет извлечения песка (Рис.1), в пласте появляются высокопроницаемые каналы, которые повышают нефтеотдачу. Коэффициент отдачи составляет от 8–15%, что в разы больше, чем от применения других способов. [4]



Рисунок 1 – Способ "холодной" добычи нефти [7]

Преимущества и недостатки метода CHOPS

Преимущества:

- Применение этого метода не требует больших расходов на обустройство и эксплуатацию
- Обеспечивает высокие коэффициенты добычи, а также высокий дебит
- За счет использования винтовых насосов создаются весьма высокие депрессии, что приводит к увеличению дебита скважин.

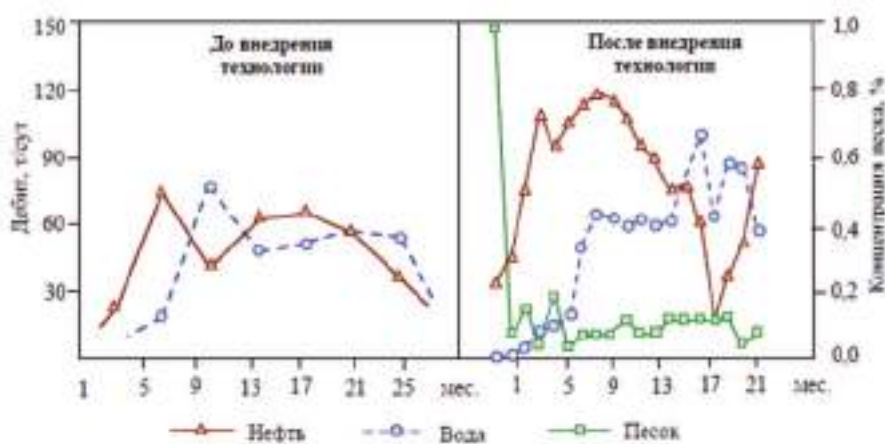


Рисунок 3 – Динамика скважины месторождения Каражанбас [1]

Недостатки:

- Не долгосрочное применения. Так как требуется все время обеспечиваться каналами от добытого песка
- Обводнение. Может привести к высокому содержанию воды в пласте.
- Может отсутствовать приток жидкости, за счет закупориваний создаваемых вблизи от скважин

Закключение. Уровень развития нефтегазовой отрасли в Казахстане остается на среднем уровне развития СССР, но по ряду направлений уже сегодня реализуются передовые технологии, позволяющие значительно увеличить нефтеотдачу и налаживать добычу на усложнённых месторождениях. Месторождение Каражанбас обладает рядом благоприятных характеристик, способствующих добыче холодным методом с песком благодаря неглубокому залеганию пластов, сложенных высокопористым песчаником. Винтовые насосы на месторождении позволяют реализовывать непрерывное извлечение газожидкостной смеси.

Вывод. Метод холодной добычи с песком, хоть и является нетрадиционным методом первичной добычи, широко используются на месторождениях с тяжелой и высоковязкой нефтью и идеально подходит для месторождения Каражанбас на полуострове Бузачи в силу обводненности и наличия множества примесей вроде песка в продукции скважин. Метод CHOPS является на фоне других методов самым технологичным и целесообразным, потому что повышает дебит скважины, как мы могли наблюдать на рис 3, что особенно важно, обводнённость остается на приемлемом уровне.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калешева, Г. Е. Развитие технологии добычи высоковязкой нефти на месторождении Каражанбас / Г. Е. Калешева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 9 (89). — С. 446-451. — URL: <https://moluch.ru/archive/89/17561/>
2. Анализ разработки месторождения Каражанбас. Миннибаева С.Б., Чеботарев С.Ю. и др. Отчет ТОО «Каспиан энерджи ресерч» по договору 006/03, Фонд ОАО «Каражанбасмунай», 2003. об.стр. -220
3. Проект разработки месторождения Каражанбас. Миннибаева С.Б., Чеботарев С.Ю. и др. Отчет «НИПИнефтегаз» по договору 50/00, Фонд ОАО «Каражанбасмунай», 2001. об.стр. -440
4. Повышение эффективности процесса регулирования разработки нефтяных месторождений. Айткулов А.У. М.: ВНИИОЭНГ, 2000 г. об. – 273 стр.
5. CHOPS (Cold Heavy Oil Production with Sand) Development Strategy for the Karazhanbasmunai Joint Venture, Aktau Province, Kazakhstan, Maurice B. Dusseault, University of Waterloo Ph.D., P.Eng. Prepared for Karazhanbasmunai Joint Venture October 2003 page vol.- 422 p.
6. Способы добычи тяжелых нефтей и природных битумов. // М.А.Губина, Н.П.Коновалов // об.стр. 2-5.
7. Савацки Р. Холодная добыча на западе Канады: шаг вперед в первичной добыче нефти / Р. Савацки, М. Уэрта, М. Лондон, Б. Меца // Rogtec. — С. 68–74.
8. Lifejournal.com//Битум - это не только сырье для производства асфальта, но и ценный альтернативный энергоноситель-3//<https://alexeich1976.livejournal.com/>

Қаражанбас кен орнында "CHOPS" мұнай беруін арттыруға арналған әдіс М.Д. Сим^{ib}, А.Т. Тасқали^{ib}, Д.К. Мырзатаева^{ib}, Б.С. Сағатова^{ib}, К.С. Заурбеков^{ib}

Андатпа. Соңғы уақытта Қазақстанда мұнай өндіруді арттыру үрдісі артып келеді, себебі бізде мұнайдың көбі тұтқырлығы жоғары, ауыр болып табылады. Жалпы, гидродинамикалық, физика - химиялық, газ, жылу, толқындық және микробиологиялық мұнай өндіру әдістері бар.

Бұл мақалада біз ұңғымаларды суық өңдеу әдісіне басты назар аударып, үшінші әдіспен мұнай өндіруді қарастырдық. Осы әдістің оң және теріс жақтары, сондай-ақ оның Қазақстанның кен орындарының біріне тікелей әсері қарастырылды. Біздің зерттеу нысаны Қаражанбас кен орны болып табылады.

Негізгі сөздер: мұнай өндіруді арттыру, дебит, Қаражанбас кен орны, "суық" өңдеу, тұтқыр мұнай.

Method for increasing oil recovery "CHOPS" at the Karazhanbas field M.D. Sim^{ib}, A.T. Taskali^{ib}, D.K. Myrzatayeva^{ib}, B.S. Sagatova^{ib}, K.S. Zaurbekov^{ib}

Abstract. Recently, the increase in oil recovery in Kazakhstan has an upward trend, since our oil is to a large extent highly viscous, heavy. In general, hydrodynamic, physico-chemical, gas, thermal, wave and microbiological methods of increasing oil recovery are noted.

In this article, we have considered oil production by the tertiary method, with an emphasis on the use of cold treatment of wells. The positive and negative sides of this method were considered, as well as its impact directly on one of the deposits of Kazakhstan. The object of our research is the Karazhanbas deposit.

Key words: enhanced oil recovery, flow rate, Karazhanbas field, "Cold" processing, viscous oil.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

С.Ж.Абилова^{id}

Satbayev University, Казахстан, г.Алматы,
saulezh007@gmail.com

Аннотация. В данной работе был проделан научный обзор методам повышения нефтеотдачи пластов, а также рассмотрен механизм смешиваемости. Были рассмотрены такие критерии, как глубина, вязкость, проницаемость. Для уверенности были взяты материалы из разных источников, а также был проведен сравнительный анализ. Дано обоснование одному из действенных методов увеличения нефтеотдачи и снижения вязкости нефти- это закачка разных видов газа в пласт. Закачивать газ нужно для поддержания пластового давления, снижения вязкости, а также для проталкивания остаточной нефти, и является хорошим решением для утилизации.

Ключевые слова: методы увеличения нефтеотдачи, закачка газа, вязкость, проницаемость, вытеснение, механизм смешиваемости.

Введение

Основная часть текущей мировой добычи нефти приходится на месторождения, находящиеся на последней стадии разработки. Увеличение извлекаемых запасов нефти из этих пластов – одна из ведущих задач нефтегазовой отрасли.

К основной классификации методов увеличения нефтеотдачи можно отнести: гидродинамические, физико-химические, газовые, тепловые, волновые, микробиологические методы.

Основу гидродинамических методов составляет: изменение направления фильтрационных потоков; вовлечение в разработку не дренируемых запасов; нестационарное (циклическое) заводнение; форсированный отбор жидкости.

К физико-химическим методам относятся: вытеснение нефти водными растворами ПАВ (включая пенные системы); растворами полимеров; щелочными растворами; композициями химических реагентов (в том числе мицеллярные, мицеллярно-полимерные растворы); растворителями.

Основу газовых методов составляют: воздействие на пласт двуокисью углерода; углеводородным газом (в том числе ШФЛУ), азотом, дымовыми газами и др.

К тепловым методам относятся: паротепловое воздействие на пласт; внутрипластовое горение; вытеснение нефти горячей водой; пароциклические обработки скважин.

Также к дополнительным методам увеличения нефтеотдачи относят: волновые методы (вибросейсмические, электромагнитные, акустические) и микробиологические методы.

Необходимо выбрать подходящий для месторождения X метод повышения нефтеотдачи. Исследуемое месторождение нефти – газоконденсатная залежь. Отложения представлены карбонатными и силикатными породами, которые имеют двойную пористость.

Выбор типа карбонатных коллекторов обусловлен тем, что в них находятся большие мировые запасы нефти. Карбонатные слои состоят из рифов, обломочного известняка, хемогенного известняка и доломитов. Однако чаще всего в их структуру входят известняки и доломиты, отличительной особенностью которых является сложная система фильтрации в коллекторе.

Слои карбонатных пород обычно имеют низкую пористость и могут иметь трещины, каверны. При внедрении технологий увеличения нефтеотдачи в карбонатном коллекторе, закачиваемый реагент в большинстве случаев будет проходить через систему трещин и разломов, и обходить нефть в матрице породы. Закачка газа является наиболее распространенным способом для этого типа литологии.

Обычное химическое заводнение подходит для нефти с низкой вязкостью (менее 30 мПа·с), и со средней или высокой проницаемостью (более 50 мД). Однако это серьезная проблема для применения технологии химического заводнения для пластов с более высокой вязкостью (30 – 150 мПа·с) и низкой проницаемостью (1 – 50 мД). С одной стороны высокое

содержание смол и асфальтенов или образование кристаллов парафина при низкой пластовой температуре приводит к высокой вязкости нефти и низкой нефтеотдаче.

С другой стороны, критерии отбора очень важны для поверхностного осмотра, чтобы выяснить, подходят ли пластовые условия или нет. Были рассмотрены такие критерии, как глубина, вязкость, проницаемость. Для уверенности были взяты материалы из разных источников, а также был проведен сравнительный анализ. В приведенной ниже таблице 1 проиллюстрированы характеристики коллектора и свойства нефти. По результатам скрининга смешивающегося вытеснения мы решили, что характеристика коллектора подходит для закачки смешиваемого газа.

Таблица 1-Характеристики коллектора и свойства нефти

Характеристики нефти			Характеристики коллектора			
Вязкость (сР)	Gravity, (API)	Композиционный состав	Тип формации	Средняя проницаемость (mD)	Глубина (feet)	Температура (K)
0,5	41°	Высокий процент от C1 до C7	Карбонатный	<10, NC	>6000	373, NC

Методы увеличения нефтеотдачи являются третичными методами, которые увеличивают количество извлекаемой нефти. Смешивающиеся вытеснение является одним из видов нетермических методов, и в данной работе были использованы пять типов газов: два чистых газа (углекислый газ и азот), три смешиваемых газа, которые состоят из легких и промежуточных углеводородных газов. Для каждого газа есть свои условия, например, для подачи азота требуется высокое давление. Поскольку в нашем пласте нет тяжелых углеводородов, очень уместно использовать смешивающееся вытеснение. Из рисунка ниже мы можем определить, что при закачке газов для достижения смешиваемости требуется, чтобы жидкость находилась на глубине более 6000 футов и имела значение вязкости менее 10 сП. Как было сказано выше, для закачки азота требуется большое значение глубины или давления. С другой стороны, для закачки углекислого газа подходит небольшое значение глубины, а для достижения смешиваемости достаточно низкого значения давления.

Закачка газа

Процесс закачки газа известен как наиболее широко применяемый метод среди всех методов повышения нефтеотдачи (МУН) в карбонатных коллекторах, который также считается эффективным с точки зрения технологии и экономики. Благодаря закачке газа в нефтяной пласт можно повысить нефтеотдачу за счет поддержания пластового давления, а также реализовать такие концепции, как вытеснение нефти и испарение промежуточных и тяжелых фракций.

Когда чистый газ или газовая смесь вводится в пористую среду, происходят различные типы взаимодействий. Процесс начинается с растворения компонентов газа в нефти, тогда как компоненты нефти переходят в газовую фазу за счет установления химического равновесия. Когда газовая и жидкая фазы движутся под наложенным градиентом давления, они сталкиваются с исходной нефтью в пласте, образуя новые смеси, и достигают равновесия.

Некоторые потенциальные газы, такие как природный газ, спирты, СУГ, СПГ, двуокись углерода, азот и многие другие, могут быть использованы в процессе извлечения (Lake, 1989). Очевидно, что в большинстве проектов смешиваемого вытеснения используются недорогие и легкодоступные газы, такие как CO₂ и CH₄.

Механизм смешиваемости

Смешивающиеся вытеснение достигается за счет того, что нагнетаемая и вытесненная фазы смешиваются во всех пропорциях, и все смеси остаются однофазными без межфазного натяжения.

Механизм смешивания при первом контакте достигается, когда впрыскиваемый растворитель полностью смешивается с нефтью. Многоконтактная смешиваемость включает

несколько стадий смешивания и вытеснения. Сначала газ смешивается с нефтью и образует две фазы, после закачки дополнительного газа химические компоненты переносятся между газом и нефтью, создавая вытесняющую фазу или переходную зону. Наблюдается постоянный повторяющийся контакт газа и нефти в пласте, а также массообмен. Процессы испарения и конденсации позволяют развить смешиваемость во время массообмена между закачиваемой жидкостью и сырой нефтью. В процессе испарения промежуточные компоненты испаряются в газ, тогда как в процессе конденсации нагнетаемый газ обогащается промежуточными компонентами. Этот механизм сохраняется до тех пор, пока не исчезнет межфазное натяжение между фазами. Смешиваемость зависит от давления, температуры, чистоты растворителя и молекулярной массы тяжелой фракции пластового флюида (Lake, 1989). Самое низкое давление, при котором закачиваемый газ и сырая нефть могут развиваться, называется минимальным давлением смешиваемости.

Механизм смешиваемости можно проиллюстрировать при исследовании фазового поведения тройной системы, где возможно показать фазовое поведение трехкомпонентных смесей при постоянной температуре и давлении.

Типичная фазовая диаграмма пар / жидкость для трехкомпонентной системы может быть показана на рисунке 1, который демонстрирует информацию о фазовом поведении при фиксированных давлении и температуре.

На этой диаграмме мольные доли компонентов могут быть определены по перпендикулярным расстояниям от точки состава до трех сторон. Наблюдаем, что каждый угол треугольника представляет 100% состав компонента, в то время как противоположная сторона показывает ноль процентов этого компонента. На сторонах тройной диаграммы показаны бинарные смеси двух компонентов, изображенные на этой стороне. Обычно самый легкий компонент, такой как метан, расположен в верхнем углу, а самый тяжелый компонент – в нижнем левом углу. Широкая область, в которой сосуществуют две фазы, называется двухфазной областью или фазовой огибающей. Двухфазная область фазовой диаграммы ограничена линией точки пузырька и линией точки росы с двух сторон, и эти две линии соединяются в критической точке. Точка, в которой при понижении давления появляются маленькие пузырьки газа, называется точкой пузырька, а точка, в которой остается небольшое количество жидкости, называется точкой росы. Критическая точка – это точка, в которой все свойства газа и жидкости становятся идентичными. Соединительная линия – это прямая линия на тройной диаграмме, соединяющая состав равновесного пара с его составом равновесной жидкости.

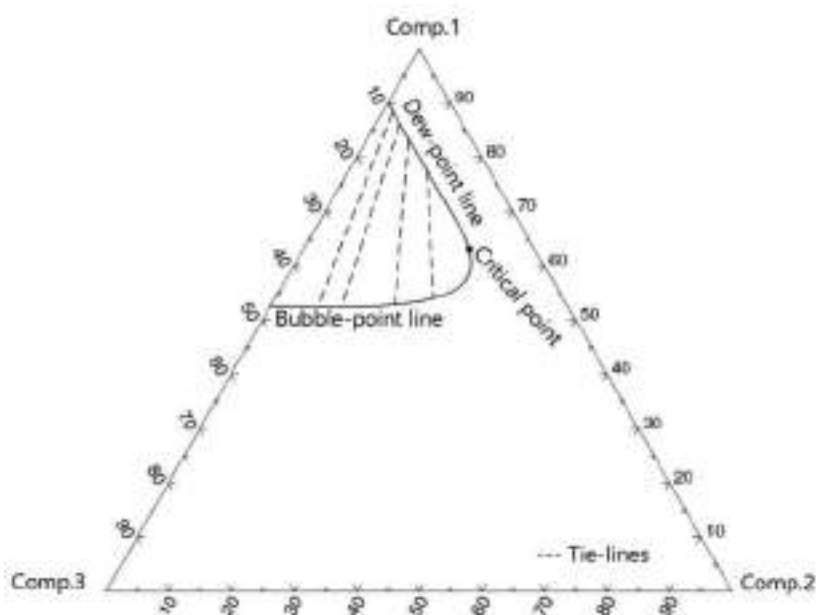


Рисунок 15-Тройная фазовая диаграмма

Графически трехкомпонентную диаграмму состава можно использовать для понимания, являются ли две смеси смешивающимися при первом контакте или две смеси могут развить смешиваемость. Соответствующий размер фазовой оболочки зависит от значений давления и температуры, при низком давлении и температуре двухфазная область, вероятно, будет больше по сравнению с высокими значениями.

Две жидкости смешиваются при первом контакте, если линия, соединяющая две композиции, не проходит через двухфазную огибающую линию на тройной диаграмме. Однако в некоторых системах может развиться смешиваемость при многократном контакте. На рисунке 2 G1 и O2 могут развить смешиваемость за счет процесса вытеснения испаряющегося газа. Согласно рис. 2, промежуточные и тяжелые компоненты, испаренные из исходной нефти O2 в газ G1, при нескольких контактах с O2 образовывали насыщенные газы, пока состав газа не приближался к критической точке, где он может полностью смешиваться с O2.

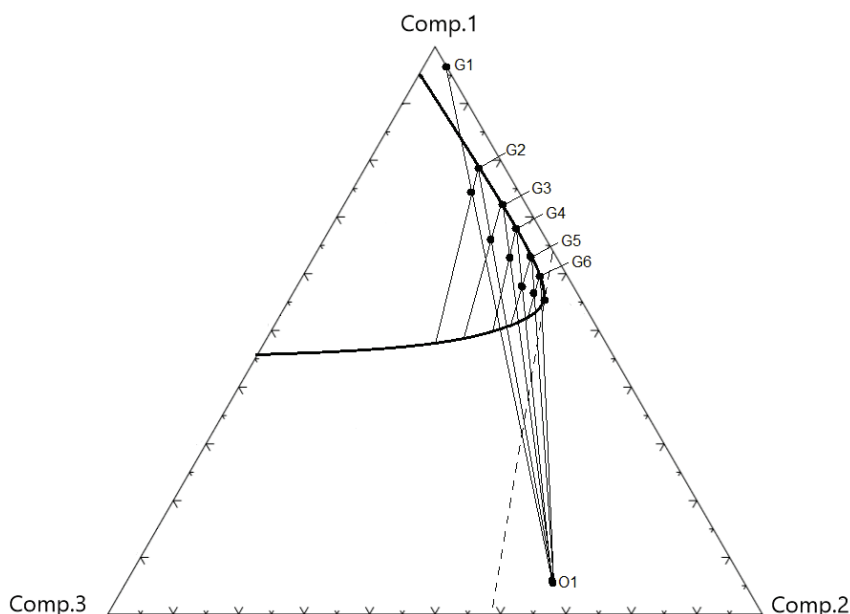


Рисунок 2 – Развитая смешиваемость за счет процесса смешивания с испарением газа

Заключение

И один из наиболее эффективных способов увеличения извлекаемых запасов нефти из этих пластов - закачка газа с дальнейшим смешиванием процесса. Закачка газа в пласт – хорошее решение для поддержания пластового давления и испарения тяжелых компонентов.

Этот процесс основан на впрыскивании растворителя, в котором реагент смешивается с исходной нефтью на месте. Смешиваемость достигается за счет введения реагентов, таких как углеводородные газы, диоксид углерода и азот. При закачке легких газов они смешиваются с пластовой нефтью, увеличивая объем нефти и снижая ее вязкость. Использование углекислого газа достигается путем извлечения нефтяных фракций и называется приводом парообразного газа. Требуемое давление смешения ниже, чем давление смешения углеводородов. Он не отличается от других типов смесительного механизма вытеснения. Смешиваемость с азотным методом обусловлена испарением легких фракций, что является приводом конденсирующего газа.

Стоит отметить, что по большей части закачивание газа необходимо для поддержания пластового давления, снижения вязкости, а также для проталкивания остаточной нефти, и является хорошим решением для утилизации. Поэтому необходимо дальнейшее исследование в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи. – М.: Недра, 1985
2. Ali Danesh. PVT and Phase Behavior of Petroleum Reservoir Fluids-Elsevier Science & Technology Books, 1998.
3. Enhanced oil recovery Book, 1989.
4. Diederik Michiel Boersema. Nitrogen Flooding Versus Methane Flooding in Volatile Oil Reservoirs. -Delft University of Technology, Faculty of Mining and Petroleum Engineering, 1990.

Игерудің соңғы сатысында мұнайдың тұтқырлығын төмендету үшін қабаттардың мұнай бергіштікті арттыру әдістерін зерттеу

С. Ж. Абилева

Андатпа. Бұл жұмыста мұнай бергіштікті арттыру әдістеріне ғылыми шолу жасалды, сонымен қатар араласу механизмі қарастырылды. Тереңдік, тұтқырлық, өткізгіштік сияқты критерийлер қарастырылды. Сенімділік үшін әртүрлі көздерден материалдар алынды, сонымен қатар салыстырмалы талдау жүргізілді. Мұнайдың бергіштігін арттырудың және мұнайдың тұтқырлығын төмендетудің тиімді әдістерінің бірінің негіздемесі келтірілген - бұл қабатқа әртүрлі газ түрлерін айдау. Газды айдау қабат қысымын ұстап тұру, тұтқырлықты азайту, сондай-ақ қалдық мұнайды итеру үшін қажет және кәдеге жарату үшін жақсы шешім болып табылады.

Негізгі сөздер: Мұнай бергіштікті арттыру әдістері, газды айдау, тұтқырлық, өткізгіштік, ығыстыру, араласу механизмі.

Study of methods of enhanced oil recovery to reduce oil viscosity at a last stage of development

S.Zh.Abileva

Abstract. In this paper, a scientific review was made of the methods of enhanced oil recovery, and the mechanism of miscibility was also considered. Criteria such as depth, viscosity, permeability were considered. For confidence, materials were taken from different sources, and a comparative analysis was also carried out. The substantiation of one of the effective methods of increasing oil recovery and reducing the viscosity of oil is given - this is the injection of different types of gas into the reservoir. Injection of gas is necessary to maintain reservoir pressure, reduce viscosity, as well as to push residual oil, and is a good solution for disposal.

Keywords: enhanced oil recovery methods, gas injection, viscosity, permeability, displacement, miscibility mechanism.

СЕКЦИЯ:
ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ГЕОЛОГИЯ

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАХОРОНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ
СТОКОВ В ГЛУБОКИЕ ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ (НА ПРИМЕРЕ
НИЖНЕБАЛАХОНЦЕВСКОГО УЧАСТКА КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ
ПЕРМСКОГО КРАЯ)**

Шадыманов Е.М. 

ТОО «ЭлитСтройПроект, г. Алматы, Казахстан
e.zhangaly@gmail.com

Аннотация. Для выявления и опробования объектов под закачку рассолов пробурена гидрогеологическая скважина № 441/1, расположенная в административных границах Усольского района Пермского края, южнее г. Березники и в 165 км севернее г. Перми. Проведены полевые и камеральные работы, лабораторно-аналитические исследования пород-коллекторов и пластовых вод, пластовых рассолов, пресных подземных и поверхностных вод.

Теоретически рассчитана совместимость намечаемых к закачке рассолов с пластовыми водами пластов-коллекторов выбранных под закачку. На базе математической модели выполнены прогнозные гидродинамические и геомиграционные расчеты. Обоснованы допустимые устьевые и пластовые давления, определено необходимое количество нагнетательных скважин и их расположение, рассчитаны ожидаемые дебиты скважин и объемы закачки в пласт-коллектор. Рассчитаны контура растекания рассолов от нагнетательных скважин, определены параметры горного отвода. Даны рекомендации по опытно-промышленному освоению участка недр и определены требования к подготовке рассолов для закачки. Оценено фоновое экологическое состояние пресных грунтовых и поверхностных вод.

Ключевые слова. Рассолы, пласт-коллектор, подсолевой комплекс, скважина, карбонатные и терригенные отложения, пористость, проницаемость, водопроницаемость, гидрпроницаемость, приемистость, устьевое давление, пластовое давление

Подземный сброс промстоков калийного производства в изолированные водоносные горизонты рассматривается во всем мире как наиболее перспективный способ захоронения техногенных рассолов, снижающий экологическую напряженность и направленный, прежде всего, на охрану подземных и поверхностных вод.

Впервые подземное захоронение жидких калийных стоков было осуществлено в Германии в 20-х годах прошлого столетия, когда избыточные рассолы калийных производств, расположенных в долине р. Верра, через скважины закачивались в трещиноватые известняки и плитчатые доломиты верхнего и среднего палеозоя. Коллектора мощностью 20-25 м залегают на глубинах от 300 до 900 м. С 1925 по 1968 гг. закачено более 400 млн. м³ избыточных рассолов. Приемистость поглощающих скважин достигала 1000 м³/час при максимальном давлении на устье скважин 1,1 МПа.

За время эксплуатации полигонов подземного сброса Германии и Канады в пласты-коллекторы было закачено более 1000 млн. м³ рассолов.

Решение о реализации размещения избыточных рассолов в глубокие горизонты палеозоя на Нижнебалахонцевском участке прямых аналогий не имеет.

Во-первых, на участке иной тип разреза верхнедевонско-турнейских отложений, традиционно используемый нефтяными компаниями для размещения нефтепромысловых стоков – сводовый, а не рифогенный. Во-вторых, предложения по использованию пермских и среднекаменноугольных отложений ранее рассматривались только в теоретическом аспекте и практической реализации на всей территории Пермского края не получили.

Таким образом, бурение и последующие исследования разреза скважины 441/1 фактически впервые реализуют направление поисков и оценки объектов размещения стоков за пределами нефтяных структур Верхнекамского промышленного узла.

Методика исследований

Для изучения реализации размещения избыточных рассолов в глубокие горизонты палеозоя на Нижнебалахонцевском участке были проведены следующие виды исследования и работы:

- лабораторные исследований керн и флюидов
- литолого-петрографические исследования
- подготовительные работы и исследования фильтрационно-емкостных свойств
- петрофизические исследования
- геохимические исследования керн и гидрогеохимические исследования вод
- результаты геофизических исследований в скважине
- виды и объемы промыслово-геофизических исследований
- сопоставление разреза скв. 441/1 с разрезами скважин на соседних площадях
- выделение коллекторов и определение их толщин
- определение фильтрационно-емкостных свойств и характер насыщения коллекторов
- палеонтологические, петрографические и петрофизические исследования
- гидродинамические исследования в процессе строительства поисково-оценочной гидрогеологической скважины № 441/1
- гидрохимическое опробование объектов и результаты лабораторных исследований проб пластовых флюидов
- вскрытие объекта и освоение скважины
- пробные закачки технической воды
- опытная откачка (компрессирование азотной установкой)
- пробная и тестовые закачки технической воды
- опытные закачки технической воды на трех режимах
- анализ результатов опытной закачки рассола
- комплексное геоэкологическое обследование участка работ и его результаты

На основании тщательного исследования работ были получены результаты для дальнейшего построения математической модели

В статье проведен пространственный анализ данных изучаемого участка, с прогнозной оценкой эксплуатации комплекса по закачке рассолов в пласт-коллектор

Полученные результаты и обсуждения

Расчеты для периода, отвечающего этапу промышленной эксплуатации, носят предварительный и оценочный характер, поскольку местоположение и производительность нагнетательных скважин будут зависеть от результатов бурения и опробования разведочно-эксплуатационных скважин, и главным образом от результатов опытно-промышленной стадии освоения участка недр. Длительность расчетного периода, отвечающего этапу ПЭ, в модели составила 20 лет.

Геофильтрационная задача также решалась на аналитической модели путем повариантных расчетов – определялось необходимое количество дополнительных нагнетательных скважин, а также места их расположения, при которых в соответствии с потребностью предприятия, суммарный годовой объем закачки рассолов составлял бы не менее 1 млн. м³, а дебит каждой из них составлял бы не менее 350 м³/сут. Прогнозная продолжительность работы нагнетательных скважин определялась исходя из недопущения в них превышения допустимой величины приращения напора (1560 м).

По результатам серии проведенных повариантных расчетов, для обеспечения объема закачки 1,08 млн м³ в год, на этапе ПЭ к 4-м оборудованным на этапе ОПЭ скважинам, требуется пробурить и оборудовать 4 дополнительные эксплуатационные скважины (условные номера Э-4 – Э-7) дебит которых составит 350–410 м³/сут (см. таблицу 1). Здесь следует отметить, что дальнейшее увеличение количества скважин на модели за счет усиливающегося взаимовлияния между ними не приводит к существенному росту годовых объемов закачки, однако способствует более интенсивному росту давлений в пласте, компенсировать который можно лишь снижая производительность скважин до 300 и менее м³/сут, что является нецелесообразным.

Таблица 1. Результаты прогнозных гидродинамических расчетов для периода промышленной эксплуатации (эксплуатационная толща)

Сква-жина	Дебит скв., м3/сут	Суммарный дебит, м3/сут	Пластовое давление, МПа	Приращени е напора в пласте, (ΔH , м)*	Приращени е давления в пласте (ΔP , МПа)	Забойное давление, МПа	Давление на устье сква- жины ($P_{уст}$, МПа)
5 лет от начала промышленной эксплуатации							
РЭ-4	350	2970	22,3	1295	12,70	35,00	12,90
РЭ-1	360			1268	12,43	34,73	12,63
РЭ-2	350			1287	12,61	34,91	12,82
РЭ-3	360			1280	12,55	34,85	12,76
Э-4	370			1263	12,39	34,69	12,59
Э-5	370			1298	12,72	35,02	12,93
Э-6	410			1272	12,48	34,78	12,68
Э-7	400			1294	12,69	34,99	12,89
10 лет от начала промышленной эксплуатации							
РЭ-4	350	2970	22,3	1448	14,19	36,49	14,40
РЭ-1	360			1416	13,88	36,18	14,09
РЭ-2	350			1436	14,07	36,37	14,28
РЭ-3	360			1421	13,93	36,23	14,14
Э-4	370			1413	13,85	36,15	14,06
Э-5	370			1437	14,09	36,39	14,29
Э-6	410			1410	13,83	36,13	14,03
Э-7	400			1436	14,08	36,38	14,29
15 лет от начала промышленной эксплуатации							
РЭ-4	350	2970	22,3	1559	15,29	37,59	15,49
РЭ-1	360			1524	14,95	37,25	15,15
РЭ-2	350			1545	15,15	37,45	15,35
РЭ-3	360			1527	14,97	37,27	15,17
Э-4	370			1522	14,93	37,23	15,13
Э-5	370			1542	15,11	37,41	15,32
Э-6	410			1514	14,84	37,14	15,04
Э-7	400			1542	15,11	37,41	15,32
20 лет от начала промышленной эксплуатации							
РЭ-4	350	2970	22,3	1648	16,16	38,46	16,36
РЭ-1	360			1611	15,79	38,09	16,00
РЭ-2	350			1632	16,00	38,30	16,21
РЭ-3	360			1611	15,80	38,10	16,00
Э-4	370			1609	15,78	38,08	15,98
Э-5	370			1626	15,94	38,24	16,14
Э-6	410			1597	15,66	37,96	15,86
Э-7	400			1626	15,94	38,24	16,14

За счет гидродинамического влияния новых скважин (Э-4–Э-7) на уже действующие на начало этапа ПЭ скважины (РЭ-1–РЭ-4), приемистость последних несколько снизится и составит 350–360 м3/сут.

Таблица 2. Расстояния (м) между нагнетательными скважинами на этапе ПЭ, определенные по результатам моделирования

Скважина	РЭ-4	РЭ-1	РЭ-3	РЭ-2	Э-4	Э-5	Э-6	Э-7
РЭ-4	$R=ref$	2365	1930	2660	3040	2690	1425	3210
РЭ-1	2365	$R=ref$	3965	3385	2510	4225	2395	1105
РЭ-3	1930	3965	$R=ref$	2055	3375	1135	3255	4495
РЭ-2	2660	3385	2055	$R=ref$	1560	1335	4015	3380
Э-4	3040	2510	3375	1560	$R=ref$	2900	4065	2080
Э-5	2690	4225	1135	1335	2900	$R=ref$	4105	4485
Э-6	1425	2395	3255	4015	4065	4105	$R=ref$	3480
Э-7	3210	1105	4495	3380	2080	4485	3480	$R=ref$
441/1	155	2465	1775	2250	3005	2540	1570	3280

Расчеты на математической модели показывают, что через 15–17 лет промышленной эксплуатации полигона с производительностью удовлетворяющей потребности предприятия – 1,08 млн. м³/год (2970 м³/сут) во всех скважинах произойдет превышение максимально допустимого устьевого давления и концу расчетного периода (20 лет) составит порядка 16–16,5 МПа.

Таким образом предварительно оцененная суммарная длительность работы ком-плекса по закачке рассолов составит около 20 лет, из которых 5 лет отвечает периоду ОПЭ и 15 лет – периоду ПЭ.

За счет наличия принимающей емкости, рост пластового давления, помимо ЭТ, будет наблюдается и в других слоях моделируемой гидродинамической системы.

На северной границе ЛУ Уньвинского месторождения (расстояние от скв. Э-6 – 3 км) прирост давлений в ЭТ составит порядка 3 МПа, в верейско-башкирских отложениях – 2,2 МПа, в бобриковском горизонте – 2,5 МПа.

Решение фильтрационной задачи в виде полей приращения напора подземных вод для эксплуатационной толщи, бобриковского горизонта и верейско-башкирских отложений на конец периода ПЭ (15 лет) представлены на рисунках 4.1-4.3.

На расстоянии 1 км от виртуальных нагнетательных скважин (в направлении от центра скважинной системы) на конец этапа ПЭ (15 лет) приращение давление в верейско-башкирских отложениях составит – 4,5–5 МПа, в ЭТ – 6,5–7 МПа, в бобриковском горизонте – 4,5–5 МПа.

На расстоянии 3 км от нагнетательных скважин приращение давлений к концу этапа ПЭ в верейско-башкирских отложениях составит – 2,5–3 МПа, в ЭТ 3,5–4 МПа, в ЭТ– 6,5–7 МПа, в бобриковском горизонте – порядка 3 МПа.



Рис. 1. Повышение напора подземных вод в ЭТ (м) через 15 лет от начала этапа промышленной эксплуатации



Рис. 2. Повышение напора подземных вод в верейско-башкирских отложениях (м) через 15 лет от начала этапа промышленной эксплуатации



Рис. 3. Расчетное приращение напора подземных вод в бобриковском горизонте (м) через 15 от начала этапа промышленной эксплуатации

Результаты прогнозных расчетов контуров распространения рассолов по пласту-коллектору

Расчеты контуров распространения рассолов от нагнетательных скважин по пласту-коллектору выполнены на момент окончания эксплуатации комплекса по закачке рассола, суммарная длительность которой составляет 20 лет (5 лет – этап ОПЭ, 15 лет – этап ПЭ), с целью предварительного обоснования параметров горного отвода. Расчеты проведены по методике, аналогично таковым для этапа ОПЭ. Согласно [Методические указания...] границей горного отвода участка закачки, является прогнозируемый контур распространения закачиваемых вод в пласте-коллекторе. Результаты расчетов параметров ореолов распространения рассолов от нагнетательных скважин представлены на рисунке 4 и в таблице 3.

Контуров ореолов на конец расчетного периода ожидаемо имеют ассиметричную форму, что обусловлено особенностями структуры геофильтрационного потока в условиях взаимодействия нагнетательных скважин – вытеснение рассолов идет в направлении от центра скважинной системы.

Таблица 3. Результаты расчета радиуса ореола растекания рассола на аналитической модели на конец этапа промышленной эксплуатации (20 лет)

Скважина	Дебит скважины, м ³ /сут	Длительность эксплуатации скважин	Радиус ореола по длинной оси (R, м)
РЭ-4	370*	20	1200
РЭ-1	380*	20	1280
РЭ-2	370*	20	1300
РЭ-3	380*	20	1310
Э-4	360	15	1170
Э-5	350	15	1250
Э-6	400	15	1200
Э-7	370	15	1210

* – Дебит скважин принимался как средневзвешенный по времени (с учетом периода ОПЭ)

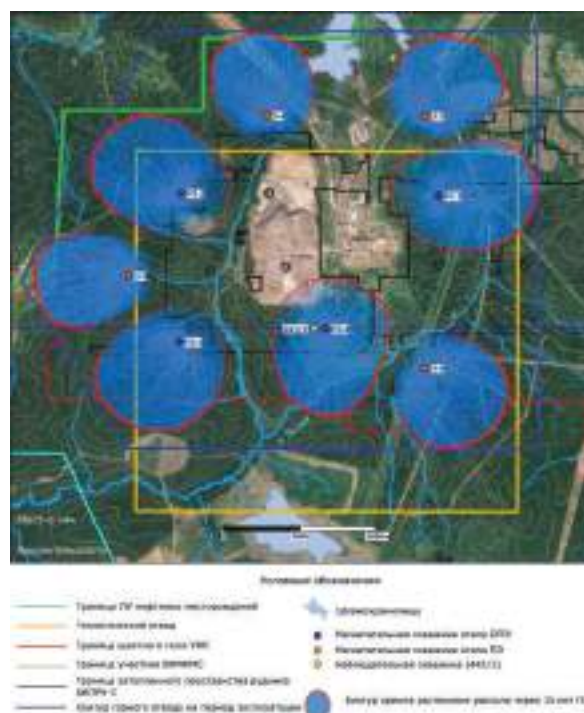


Рис. 4. Прогнозные ореолы распространения рассолов от нагнетательных скважин по пласту-коллектору к концу этапа ПЭ

Контуры ореолов на конец расчетного периода ожидаемо имеют ассиметричную форму, что обусловлено особенностями структуры геофильтрационного потока в условиях взаимодействия нагнетательных скважин – вытеснение рассолов идет в направлении от центра скважинной системы.

Модельные расчеты, выполненные для стадии ПЭ показывают, что при закачке 1,08 млн. м³ рассолов в год в течение 15 лет, границы ореолов растекания рассолов сместятся на расстояние не более 1300 м от нагнетательных скважин и не достигнут лицензионных участков ближайших нефтяных месторождений. Вместе с тем, поскольку ореолы рассолов распространяться за границы текущего геологического отвода, потребуется расширение площади участка недр для размещения рассолов в промышленных объемах.

Совмещенный с границами ореолов распространения рассолов предварительный контур горного отвода для этапа промышленной эксплуатации (рисунок 4) в проекции на горизонтальную плоскость представляет собой пятиугольник площадью 34,47 км² и с размерами: в субмеридиональном направлении – 5750 м, в субширотном направлении – 6700 м. В разрезе верхняя граница соответствует кровле верхней буферной толщи, представленной башкирскими отложениями (C2b), нижняя граница – подошве нижней буферной толщи, отвечающей веневскому и михайловскому горизонтам (C1vn+mx).

Выводы. Таким образом, на основе комплексного анализа результатов работ и исследований, проведенных на поисково-оценочной стадии установлено, что выявленный пласт-коллектор в серпуховских карбонатных отложениях обладает необходимой эксплуатационной емкостью, а геолого-гидрогеологическая изученность Нижнебалахонцевского участка доста-точна для пользования недрами с целью строительства и опытно-промышленной эксплуа-тации комплекса по закачке рассолов калийного производства.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Богатырева О.А. К оценке перспектив подземного захоронения промстоков в карбонатные комплексы Соликамской впадины (район Соликамско-Березниковского промузла). // Прогноз состояния и управление качеством окружающей среды в районах промышленных узлов. – Пермь, 1980.
2. Богатырева О.А. Прогнозная оценка возможности подземного захоронения промстоков в комплексах карбонатных отложений палеозоя Пермского Приуралья // Вопросы охраны окружающей среды. – Пермь, 1978.
4. Гольдберг В.М, Скворцов Н.П., Лукьянчикова Л.Г. Подземное захоронение промышленных сточных вод. – М.: Недра, 1994. – 282 с.
7. Зуева А.С. Геологическое строение поглощающих горизонтов визейско-башкирских отложений Соликамской впадины // Геология нефтяных и газовых месторождений, их поиски и разведка. – Пермь, ППИ, 1988. – С.117-125.
8. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. –367 с.
9. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. – М.: Из-во МГУ, 1995. – 368 с.
10. Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пеимской области. – Пермь, Пермск. кн. изд-во, 1973. – 197 с.
11. Яковлев Ю.А. О выборе эксплуатационных горизонтов для подземного захоронения стоков на нефтяных месторождениях. // Современные проблемы геологии Западного Урала. Тезисы докл. науч. конф. (16-17 мая 1995 г). – Пермь, 1995. – С.82.
12. Яковлев Ю.А., Шардаков В.А. Критерии гидрогеологического обоснования глобального подземного захоронения нефтепромысловых стоков в Пермском Приуралье // Геология, разработка, бурение и эксплуатация нефтяных месторождений Пермского Прикамья. Вып.2. – Пермь, ПермНИПинефть, 1999. – С.228-234.

13. Зуева А.С., Зуев А.С., Толкачев Г.М. К вопросу захоронения рассолов калийной промышленности на территории Соликамской впадины / Докл. геол.секции XXI научно-технической конференции. Деп. в ВИНТИ №4111-82. – С.195-206.

14. Зуева А.С., Зуев А.С., Толкачев Г.М. К вопросу захоронения рассолов калийной промышленности на территории Соликамской впадины. В сб.: Геология, поиски и разведка горючих полезных ископаемых. – Пермь, ППИ, 1983. – С.110-118.

Өнеркәсіптік қалдықтарды терең сулы горизонттарға орналастырудың гидрогеологиялық аспектілері (пермь өлкесінің калий-магний тұздарының нижебалахонцев ауданы мысалында)
Е.М. Шадыманов

Аңдатпа. Пермь өлкесінің Усольский ауданының әкімшілік шекарасында, Березники қаласының оңтүстігінде және Пермь қаласынан солтүстікке қарай 165 км жерде орналасқан тұзды ерітінділерді айдау объектілерін анықтау және сынау үшін № 441/1 гидрогеологиялық ұңғыма бұрғыланды. Қабат жыныстары мен қабат суларына, қабат тұздарына, тұщы жер асты және жер үсті суларына далалық және іс жүргізу жұмыстары, зертханалық және аналитикалық зерттеулер жүргізілді.

Теориялық тұрғыдан айдауға жоспарланған тұзды ерітінділердің айдау үшін таңдалған коллекторлардың қабат суларымен үйлесімділігі есептелді. Математикалық модель негізінде болжамды гидродинамикалық және геомиграциялық есептеулер жүргізілді. Ұңғыманың сағасы мен қабатының рұқсат етілген қысымдары негізделді, айдау ұңғымаларының қажетті саны және олардың орналасуы анықталады, ұңғыманың болжамды дебиттері мен қабатқа айдау көлемдері есептеледі. Айдау ұңғымаларынан тұзды ерітінділердің таралу контурлары есептеледі, тау-кен учаскесінің параметрлері анықталады. Жер қойнауы учаскесін тәжірибелік игеру бойынша ұсынымдар берілген және айдауға арналған тұзды ерітінділерді дайындауға қойылатын талаптар айқындалған. Тұщы жер асты және жер үсті суларының фондық экологиялық жағдайы бағаланды.

Негізгі сөздер: Тұзды сулар, қабат, тұзасты кешен, ұңғыма, карбонатты және терригенді кен орындары, кеуектілігі, өткізгіштігі, су өткізгіштігі, гидравликалық өткізгіштігі, айдағыштығы, ұңғыма сағасының қысымы, қабат қысымы.

Hydrogeological aspects of industrial waste disposal into deep aquifers (on the example of the nizhnebalakhontsevsky site of potassium-magnesium salts of the perm territory)
Y.M. Shadymanov

Abstract. Hydrogeological well No. 441/1 was drilled to identify and test objects for injection of brines, located within the administrative boundaries of the Usolsky district of the Perm Territory, south of the city of Berezniki and 165 km north of the city of Perm. Field and office work, laboratory and analytical studies of reservoir rocks and formation waters, formation brines, fresh underground and surface waters were carried out.

Theoretically, the compatibility of brines planned for injection with formation waters of reservoirs selected for injection was calculated. Based on the mathematical model, predictive hydrodynamic and geomigration calculations were performed. Permissible wellhead and reservoir pressures are substantiated, the required number of injection wells and their location are determined, the expected well flow rates and injection volumes into the reservoir are calculated. The contours of the spreading of brines from injection wells are calculated, the parameters of the mining allotment are determined. Recommendations are given for the pilot development of a subsoil area and requirements for the preparation of brines for injection are determined. The background ecological state of fresh ground and surface waters was assessed.

Keywords. Brines, reservoir, subsalt complex, well, carbonate and terrigenous deposits, porosity, permeability, water conductivity, hydraulic conductivity, injectivity, wellhead pressure, reservoir pressure.

БОЗАШЫ ТҮБЕГІНІҢ МҰНАЙ ЖӘНЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ГЕОХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН

Рахимқызы^{1*}  Т.А.Енсебаев¹

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

*<mailto:rakhimkyzy.n@gmail.com>

Аңдатпа. Бұл мақалада Бозашы түбегінде орналасқан кенорындарды зерттеу барысында жасалынған мұнайдың геохимиялық зерттеулерінің нәтижелері қарастырылады. Толық кешенді геохимиялық талдау-газохроматография, көміртектің изотоптық талдауы және мұнайдың биомаркерлік таралуы негізінде мұнайдың резервуарлық геохимиясын зерттеу нәтижелеріне негізделген тұжырымдар келтірілген. Зерттеудің негізгі мақсаттары мұнайдың шығу көзін анықтау, генерация кезіндегі термиялық жетілу тұрғысынан мұнай материалының тау жыныстарының сипаттамалары, шөгу жағдайлары, кероген типі және бастапқы органикалық заттар тұндырудың тотығу жағдайлары және басқа да күрделі мұнай өзгерістерін резервуарлық жағдайларда, сондай-ақ оның миграциясын, яғни көші қон процесін анықтау болды. Физико-химиялық қасиеттері бойынша Бозашы көтерілімінің мұнайы Солтүстік Үстірт ойысының кенорындарының юра мұнайларынан күрт ерекшеленеді, олар төмен тығыздығымен, күкірттің аздығымен және парафиндердің жоғары құрамымен сипатталады.

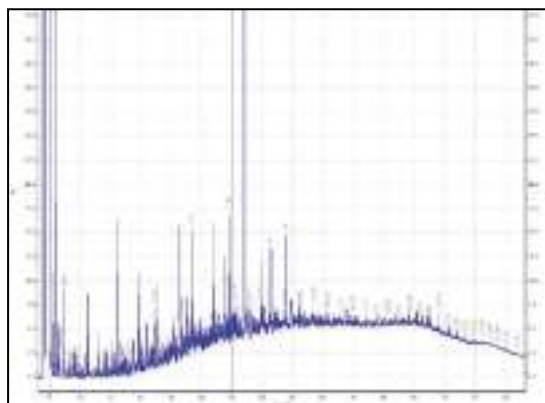
Негізгі сөздер: газохроматограмма, биодеградация, кероген, алкан, пристан мен фитанстеран, гопан, стеран, рок-эвал пиролизі.

Геохимиялық зерттеулердің көмегімен көмірсутектердің (әрі қарай КС) қайталама көші-қонын зерттеуге перспективалы құрылымдарды іздеумен тікелей айналысатын көптеген мамандар қызуғышылығын танытуда. Мұнайдың геохимиялық таңдауларының нәтижелері бірегей параметрлерге ие, олардың негізінде КС қайталама миграция бағытын және КС шоғырларын қалыптастыру (толтыру) шарттарын болжауға болады.

Бозашы түбегіндегі мұнай және газ кенорындары бұрыннан бері игеріліп келеді және игерудің соңғы сатысында және дәлелденген геологиялық қорлар бойынша ҚР ірі кенорындарының бірі болып табылады. Осы кенорындардың құрылымдары анықталған Солтүстік Үстірт Бозашы иілу және көтерілу жүйесінің Бозашы күмбезі КС жаңа кенорындарын анықтау тұрғысынан зерттеушілердің назарын аударуда. Осы уақытқа дейін Бозашы күмбезінің терең құрылымы жеткіліксіз зерттелген, негізгі параметрлік ұңғымалар 80-ші жылдары бұрғыланған. Даулы мәселелер негізінен юра стратиграфиялық кешеннің құрылымын бағалау да көрінеді. Кенорындардың шоғырлары 0,3-1 км тереңдікте юра шөгінділерінде орналасқан. Мұнайдың бастапқы дебиті тәулігіне 1,2-76,8 м³ құрап, мұнай тығыздығы 900-944 кг/м³ және күкірт мөлшері 0,1-2,2% барады [2].

Мұнай сынамаларының хроматограммалары қалыпты C10-C12 алкандарының шыңдарына келетін ең жоғары концентрацияны, ауыр компоненттер концентрациясының төмендеуін көрсетеді, бұл мұнайдың жоғары биодеградациясын көрсетеді. Үлгілерді хроматографиялық талдау изопреноидтардың қатысуымен н-алкандардың шамалы қалдықтарын көрсетті, бұл биодеградацияның үшінші және төртінші дәрежесіне сәйкес келеді (Сурет 2).

Газ - сұйық хроматографияның нәтижелері (жоғарғы молекулалық н-алкандарға бейімділік), пристан мен фитанның қатынасы, барлық мұнай сынамаларында C30 стеранның болуы теңіз шөгінділерінің жиналу түрін көрсетеді, өйткені бұл стерандардың прекурсорлары теңіз балдырлары мен стеролдар болып табылады.



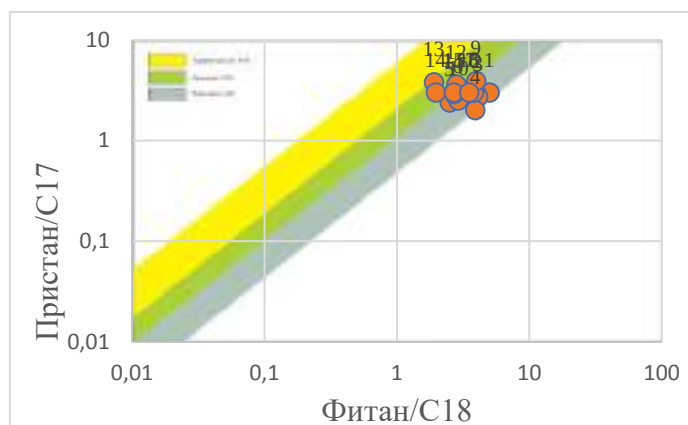
1-сурет. Негізгі н-алкандардың жоқтығын және қисық базалық сызықты көрсететін мұнайдың жалпы хроматограммасы

Стерандардың гопандарға қатынасы C_{29}/C_{30} 1,89-дан 2,62-ге дейін өзгереді және теңізден шыққан КС-ді көрсетеді, ал фитанға (абсцисса осі) қатынасының алынған мәні 1,5-тен аз, бұл оттегі жоқ және әлсіз тотығу жағдайын айқын көрсетеді (Сурет 2) [1].



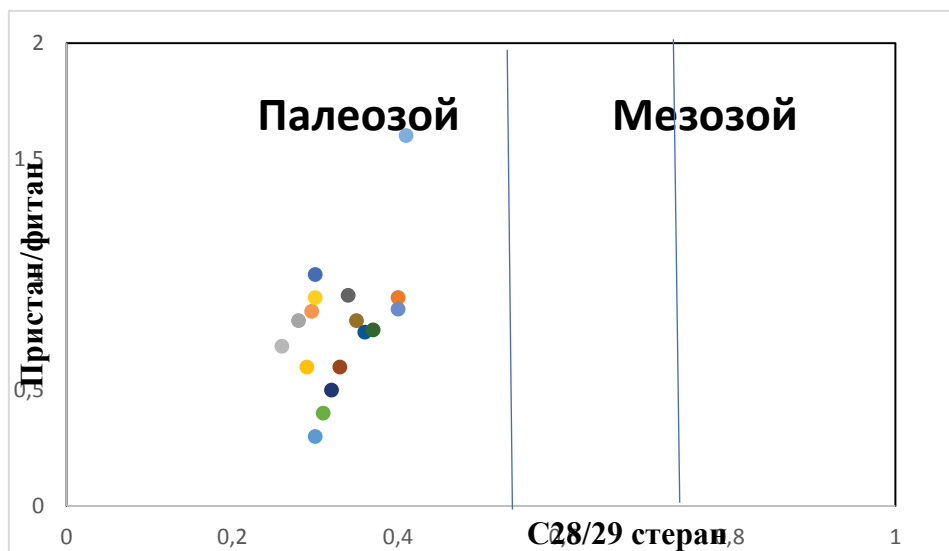
2-сурет. Пристан/фитан (Pr/Ph) стерануcқа тәуелділік графигі C_{29} /гопанға C_{30}

Пристанның фитанға қатынасы C_{17} / C_{18} тәуелділігі NMP карбонаттылығының жоғарылағанын көрсетеді (3-сурет). Бұл C_{24} -тетрациклді терпандар мен 2-альфа-гопандардың болуымен, сондай-ақ барлық үлгілерде Тс/Тм гопан коэффициенттерінің төмен мәндерімен расталады [1].



3-сурет. Пристанның фитанға қатынасы C_{17} / C_{18} тәуелділігінің графигі

Фитанға Пристан/Фитанның қатынасының мәні 1,5-тен аз үлгілердің көпшілігі үшін оттегісіз және төмен оттегі жағдайларын көрсетеді. Барлық зерттелген үлгілер орташа жетілу майына жатады. Барлық үлгілерде C28/C29 (0,5-тен аз) арақатынасының төмен мәндері НМП палеозой жасын көрсетеді (Сурет 4).



4-сурет. C28/C29 стеран пристанға/Фитанға тәуелділік графигі

Осылайша, эксперименттік мәліметтер негізінде Бозашы түбегінің мұнайлары негізінен бірыңғай генетикалық типке – палеозой жасындағы теңіз карбонатты мұнай материалының жынысына жататындығы анықталды.

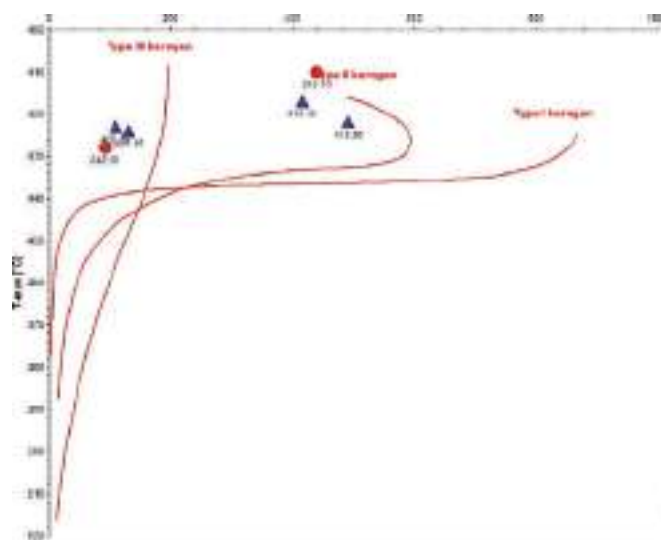
Сонымен қатар, рок-эвал пиролизінің нәтижелерін зерттей отырып, өнімділік индексінің Т-мах-қа тәуелділік графигі барлық үлгілердің нәтижелері жетілмеген және негізгі КС генерациясының мұнай терезесіне жетпейтінін көрсетеді, бұл зерттелген үлгілердің КС түзе алмайтындығын көрсетеді. Пиролиз (Т-мах) және оптикалық-микроскопиялық зерттеу нәтижелері бойынша зерттелген үлгілер жетілмеген болып табылады және тиісінше Бозашы түбегінің мұнайы үшін қолданыстағы мұнай аналық таужынысы болып табылмайды. Юра және бор дәуірінің жетілмеген үлгілері жеткілікті тереңдікке енбеді және мұнай-газ түзілу аймағына кірмеді, өйткені Ro витринитінің шағылысуы 0,34-тен 0,50-ге дейін.

Сонымен, талдау нәтижелері бойынша рок-эвал пиролизі мен витринит үшін іріктелген керн мұнайға қаныққан учаскелерінің сығындылары арасында генетикалық ұқсастық анықталған жоқ, яғни Бозашы мұнайы осы жыныстарда пайда болған жоқ. Осыған орай Бозашы күмбезінің солтүстік беткейіндегі Каспий маңы ойпатының оңтүстік шетіне тән палеозойлық аналық жыныстармен келтіруге болады.

Алайда Бозашы аумағындағы палеозой жыныстарының (жоғарғы девон және таскөмір шөгінділері) талданған шағын үлгілері қалдық генерациялық әлеуеттің кедейлігін айғақтайды. Жыныстардағы органикалық зат құрамы (ЖОК) 0,23-тен 1,03% - ға дейін, PI (S1+S2) шамасы 0,13-тен 0,68-ге дейін ауытқиды. Үстіртте орналасқан кенорындардың мұнай сынамаларының хроматограммасын Бозашы түбегінің мұнайымен салыстырғанда компоненттердің бөлінуін көрсетеді - мұнда көп мөлшерде ауыр КС бар - C27-ге дейін, бұл керогеннің құрамында органикалық заттар мен қарашірік түрі бар екенін білдіреді, өйткені мұнайда ауыр КС болуы жерүсті өсімдіктерінің болуымен дәлелденеді. Яғни, бұл аралас гумусты-сапропел типінен шыққан, әрине таяз-теңіз немесе көлдік типтің шөгу жағдайларына жатады [1].

Үстірт мұнайлары фитанға қатысты 1,5-тен асатын, сондай-ақ стеранның C29-дан гопанға дейінгі C30 арақатынасының өте төмен мәндері оттегі, тіпті жер бетіндегі шөгу жағдайын көрсетеді. Пристан/C17 мен фитан /C18 арақатынасы бұл жақтағы кен орындар

мұнайын өндіретін тау жыныстары гумусты (III типті кероген) тотығу (оттегі) жағдайында пайда болғанын көрсетеді.



5-сурет. HI индексі мен Tmax арақатынасының графигі

Сондықтан, Үстірт аумағындағы кен орындарының мұнайында жер үсті өсімдіктерінің органикалық заттардың құрамына үлкен үлесі бар сазды құрамның (III типті кероген) континентальды шығу тегі бар екендігі, яғни терригенді тау жыныстар екені туралы қорытынды жасалды, ал бұған дейін біз қарастырған Бозашы түбегінің мұнайлары карбонатты типке жататынын дәлелдеген болатынбыз [3].

Сутегі индексі HI-10-46. Т-мах мөлшері бойынша (428 °C - 496 °C) тау жыныстары мұнай түзілу сатысынан өтіп, газ өндіру аймағында орналасқан деп айтуға болады. Ол жерде максималды КС генерациясының температурасы (Т-мах) - бұл жылу пиролизі кезінде ең көп КС мөлшері керогеннен және тау жынысынан бөлінетін температура мәні. Алайда, Т-мах органикалық зат белгілі бір тереңдікке көму кезіндегі температураны білдірмейді, керісінше органикалық заттың жетілу деңгейі. Әдетте, Т-мах мәні 435°C-тан аз, жетілмеген органикалық зат/кероген туралы айтады. Т-мах мәні 445°C-ден 460°C-қа дейін мұнай терезесінің шарттары, яғни мұнай генерациясы үшін қолайлы. 460°C-ден 470°C-қа дейінгі мәндер аралық болып саналады. 470°C-тан жоғары мәндер артық КС/керогенге тән және сұйық газды шығаруға қолайлы. Өнімділік индексінің Т-мах-қа тәуелділік графигі барлық зерттелген үлгілер жетілмеген және негізгі КС генерациясының мұнай терезесіне жетпегенін көрсетеді, бұл тереңдік шөгінділерінің төмен болуына байланысты және осы зерттелген үлгілер КС генерациялауға қабілетсіз екенін көрсетеді. Бұл жұмыста барлық үлгілердің Т-мах мәндерін сенімді деп санауға болады, өйткені S2 0,2 кг/т-дан асады және жалпы органикалық көміртегі (ЖОК) 0,5-тен асады (сурет-5).

Сол себепті, Бозашы күмбезінің генезисіне қатысты Бозашы мұнайын өндіру көзі Каспий маңы ойпатында болуы мүмкін деген болжамдар келтіруге болады. Бозашы күмбезінің тектоникалық жағдайын ескере отырып, оның кен орындарының пайда болу мүмкіндігіне Каспий маңы аймағының батқан аудандарынан оңтүстік бағытта КС-нің бүйірлік-сатылы көші-қоны нәтижесінде жол беріледі деген болжамға келуге болады.

Бозашы кенорындарының мұнайлары биомаркерлер құрамы бойынша теңіз терригенді-карбонатты кешендерінің генерациялану белгілері бар және бірқатар сипаттамалары бойынша Каспий маңы ойпатының оңтүстігінің Оңтүстік Ембі аймағында таралған мұнайға жақындайтын бір генетикалық типке жатады деген болжам келтіруге болады.

Қорытындылай келе, Бозашы түбегінде жасалынған газохроматограмма, рок-эвал пиролизі және толық геохимиясының анализдеріне сүйене отырып, осы бассейн мұнайды өзі

генерация жасай алмайтынына көз жеткіздік. Сондықтан маңындағы мұнай газды облыстарымен салыстыру керек немесе терең ұңғыма бұрғылап палеозой жасынан мұнай алып, соның нәтижесін жете анализ жасау қажет. Мағлұматтар аз және нақты болмағандықтан, нақты жауап айту қиын. Сол себепті бұл маңайда геологиялық барлау жұмыстарын көбейту қажет, өйткені көптеген аудандар тарихи карталарға негізделген және егжей-тегжейлі түсіндіру мен талдауды талап етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Отчет по геохимическим исследованиям проб керн и нефти месторождения. ТОО НИИ «Каспий Мунай Газ», г.Атырау, Казахстан, 2017 г.
2. Сарсенбеков Н.Д., Сейпазнев Е.Ш., Абнев М.А., Канрбеков С.Б. Статья особенности и пути вторичной миграции нефти месторождений Каражанбас и Каламкас. ТОО НИИ «Каспий Мунай Газ», г.Атырау, Казахстан, 2019г.
3. Марабаев Ж.Н., Жолтаев Г.Ж., Утегалиев С и др. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Северного и Среднего Каспия, г.Астана, 2005г., 194 с.
4. «Анализ разработки месторождения Каражанбас», отчет АО «КазНИПИМунайгаз», г.Актау, 2015г.
5. Liliana López and Salvador Lo Mónaco-Trupiano Comparison Of Crude Oil Source-Related Indicators Based On C_{15-} , C_{15+} And C_{40+} Parameters. c.t.f Cienc. Tecnol. Futuro vol.6 no.3 Bucaramanga Jan/June 2016.

Геохимические особенности нефти и органических веществ полуострова Бузачи

Н. Рахимкызы, Т.А.Енсеппаев

Аннотация: В данной статье рассматриваются результаты геохимических исследований нефти, на основе которых было проведено доизучение приуроченных месторождений на полуострове Бузачи. Приведены выводы, основанные на результатах исследования пластовой геохимии нефти на основе полного комплексного геохимического анализа-газохроматографии, изотопного анализа углерода и биомаркерного распределения нефти. Основными целями исследования были определение происхождения нефти с точки зрения термической зрелости при генерации определение характеристик горных пород нефтяного материала, условий осадки, типа керогена и исходных органических веществ, окислительных условий осаждения и других сложных нефтяных изменений в пластовых условиях, а также его миграции, т.е. в процессе миграции. Имеющиеся данные позволяют четко дифференцировать две группы нефти по физико-химическим и геохимическим свойствам. По физико-химическим свойствам нефть Бузачинского подъема резко отличается от юрских нефтей месторождений Северного Устюртского плато, которые характеризуются низкой плотностью, низким содержанием серы и высоким содержанием парафинов.

Ключевые слова: газохроматограмма, биodeградация, алкан, пристан и фитантеран, кероген, гопан, стеран, пиролиз, рок-эвал.

Geochemical features of oil and organic substances of Buzachi peninsula

N. Rakhimkyzy, T.A.Yenseppayev

Abstract: This article discusses the results of geochemical studies of oil, on the basis of which a further study of the confined deposits on the Buzachi peninsula was carried out. The conclusions based on the results of the study of reservoir geochemistry of oil on the basis of a complete complex geochemical analysis-gas chromatography, carbon isotope analysis and biomarker distribution of oil are presented. The main objectives of the study were to determine the origin of oil from the point of view of thermal maturity during generation, to determine the characteristics of rocks of petroleum material, precipitation conditions, type of kerogen and initial organic substances, oxidative deposition conditions and other complex oil changes in reservoir conditions, as well as its migration, i.e. during migration. The available data make it possible to clearly differentiate the two groups of oil by physico-chemical and geochemical properties. In terms of physico-chemical properties, the Buzachinsky rise oil differs sharply from the Jurassic oil fields of the Northern Ustyurt Plateau, which are characterized by low density, low sulfur content and high paraffin content.

Keywords: gas chromatogram, biodegradation, alkane, pristane and phytanteran, kerogen, gopan, steran, pyrolysis, rock-eval.

ВЛИЯНИЕ УДАЛЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЙСАНСКОЙ ВПАДИНЫ

Ш.Х. Маметов 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

[*sh.mametov@gmail.com](mailto:sh.mametov@gmail.com)

Аннотация. Зайсанская впадина представляет собой сложно сформированный осадочный бассейн в Восточном Казахстане, заложение которого связано с циклами осадконакопление-сжатие. Ранее выполненные работы по схематической палеотектонической реконструкции района демонстрируют четыре этапа сжатия территории. Для оценки причин сильной компрессии необходимо проанализировать локальные, региональные и глобальные процессы, имевшие место в указанные отрезки времени. Структурный анализ геологических данных, включая анализ надвиговой системы в южной части Зайсанской впадины указывает, что основное направление давления в пост-пермское время на впадину оказывалось с юга. На формирование Зайсанской, Джунгарской и других прилегающих впадин, оказывали влияния как локальные тектонические события, так и достаточно удаленные значительные коллизионные события, энергия от которых импульсом передавалась на исследуемые территории. К существенным коллизионным событиям в пост-пермское время южнее исследуемых территорий можно отнести коллизию Кiangтангского блока с Таримом, коллизию блока Лхаза с Кiangтангским блоком и коллизию Индостана с Евразией. Ключевую роль играет Таримский бассейн, который оказывает давление на Джунгарский бассейн и бассейны Восточного Казахстана.

Ключевые слова. Зайсанская впадина, Джунгарский бассейн, коллизионные события, Таримский бассейн, Кiangтангский блок, блок Лхаза, Индостан, Евразия.

Зайсанская впадина расположена в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан и, в настоящий момент, является единственным нефтегазоносным бассейном области, где ведется промышленная добыча углеводородов, в частности газа. Зайсанская впадина представляет собой сложно сформированный осадочный бассейн, заложение которого связано с циклами осадконакопление-сжатие. Пробуренными ранее скважинами вскрыт разрез, покрывающий отложения от карбона до четверичного включительно. Проведенный комплекс геолого-геофизических исследований выявил ряд элементов, подтверждающих компрессионные события, разной степени интенсивности, имевшие место в разные периоды геологической истории формирования впадины. К таким элементам можно отнести стратиграфические угловые несогласия, крутые углы залегания пластов, серии разрывных нарушений, явно выраженная надвиговая тектоника.

Ранее выполненные работы по схематической палеотектонической реконструкции района демонстрируют четыре этапа сжатия территории. Первый этап сжатия территории относится к концу перми, и характеризуется слабой энергией, проявившейся в незначительном подъеме территории и размыву небольшой части ранее аккумулярованных пермских отложений. Наибольший интерес представляют дальнейшие компрессионные стадии, характеризующиеся большей энергией и значительно влияющие на преобразование территории. В конце триаса территория испытала серьезное сжатие, что привело к выходу на поверхность под крутыми углами и частичному размыву ранее отложенных триасовых и даже пермских пород. В последующем, данные отложения были перекрыты в период юрского осадконакопления, сформировав при этом угловые стратиграфические несогласия между триасом и юрой, пермью и юрой, карбоном и перекрывающими его отложениями. Следующий этап компрессии относится к концу юры, когда территория испытала подъем, при этом стоит отметить полное отсутствие меловых отложений на территории. Последний этап значительного сжатия территории связан с неотектоническими движениями, что привело местами к образованию надвига Саур-Тарбагатайской горной системы (рис 1) [1].

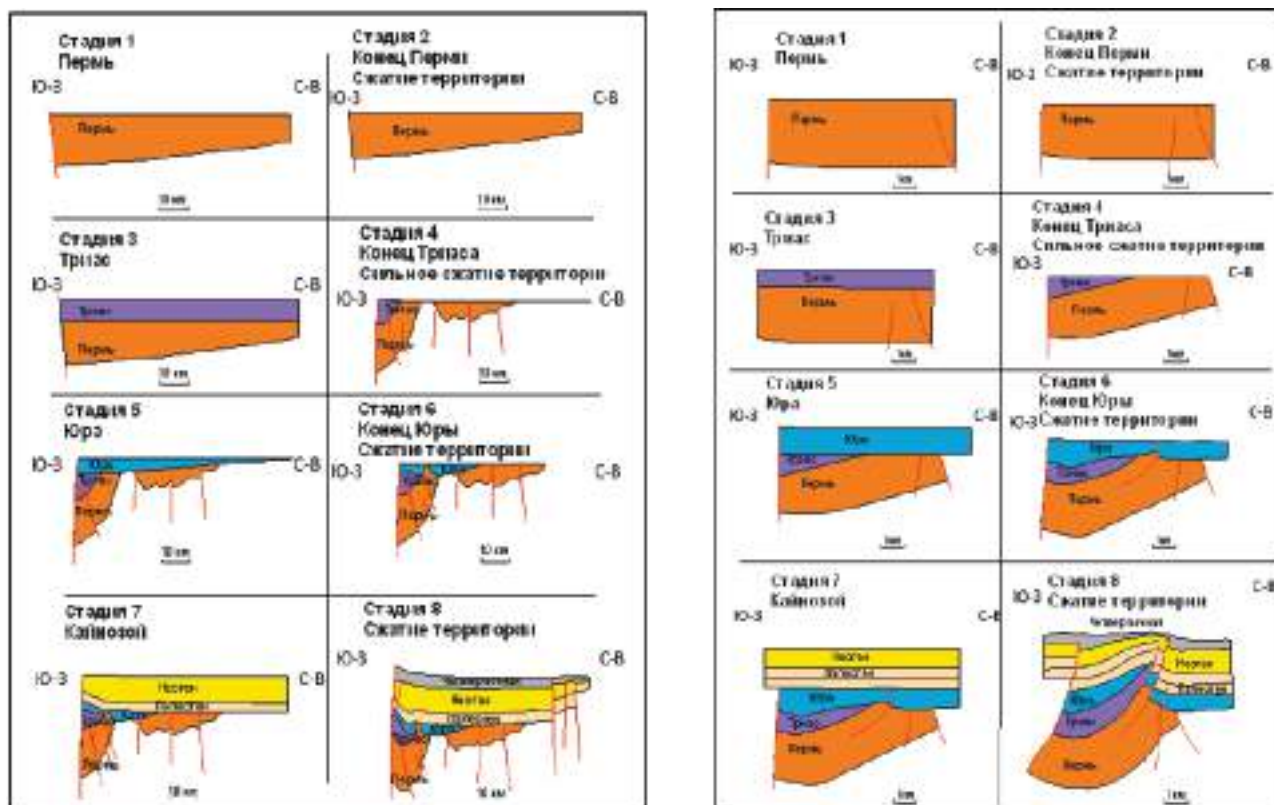


Рисунок 16. Схематическая палеотектоническая реконструкция профилей Зайсанской впадины. Отмечены этапы сжатия территории.

Таким образом, можно отметить основные периоды компрессии территории Зайсанской впадины и оценить интенсивность проявления тектонической активности (таб.1).

Таблица 2. Этапы и интенсивность компрессионной активности территории.

Этап	Интенсивность сжатия
Поздняя Пермь	Слабая компрессия
Поздний Триас	Сильная компрессия
Поздняя Юра	Сильная компрессия
Неоген	Сильная компрессия

Для оценки причин сильной компрессии необходимо проанализировать локальные, региональные и глобальные процессы, имевшие место в указанные отрезки времени. Закрытие Иртыш-Зайсанского / Обь-Зайсанского океана произошло в конце карбона, что подтверждено детальными исследованиями в работах по изучению plutonites северной части Западно-Джунгарского бассейна [2]. Структурный анализ геологических данных, включая анализ надвиговой системы в южной части Зайсанской впадины указывает, что основное направление давления в пост-пермское время на впадину оказывалось с юга. Изучение материалов Джунгарского бассейна как ближайшего осадочного бассейна указывает на общность в тектонических процессах, влиявших на его формирование. Джунгарский бассейн имеет более вариативное строение в связи с большей территорией бассейна. Южная его часть, характеризуется надвиговой системой Северного Тянь-Шаня на территорию бассейна, что подтверждает направление компрессии с юга. Отсюда следует, что значительное влияние на передачу энергии компрессии на Джунгарский и соответственно Зайсанский осадочные бассейны должен был оказывать Таримский бассейн, представляющий собой палео-микроконтинент резистивный к серьезным деформациям. Известно, что амальгамация Таримского микроконтинента, Центрального и Южного Тянь-Шаня имела место в конце

карбона [3], соответственно, Таримский бассейн являлся звеном в передаче энергии с юга в пост-пермские циклы компрессии, отмеченные в Джунгарском и Зайсанском бассейнах. Анализ данных исследований, проведенных южнее Таримского бассейна, позволяет выделить коллизионные события, происходившие в конце триаса, в конце мела и неогене. Особое внимание следует уделить геодинамике Кинтангского, Лхаза, и Гималайского блоков (рис.2).

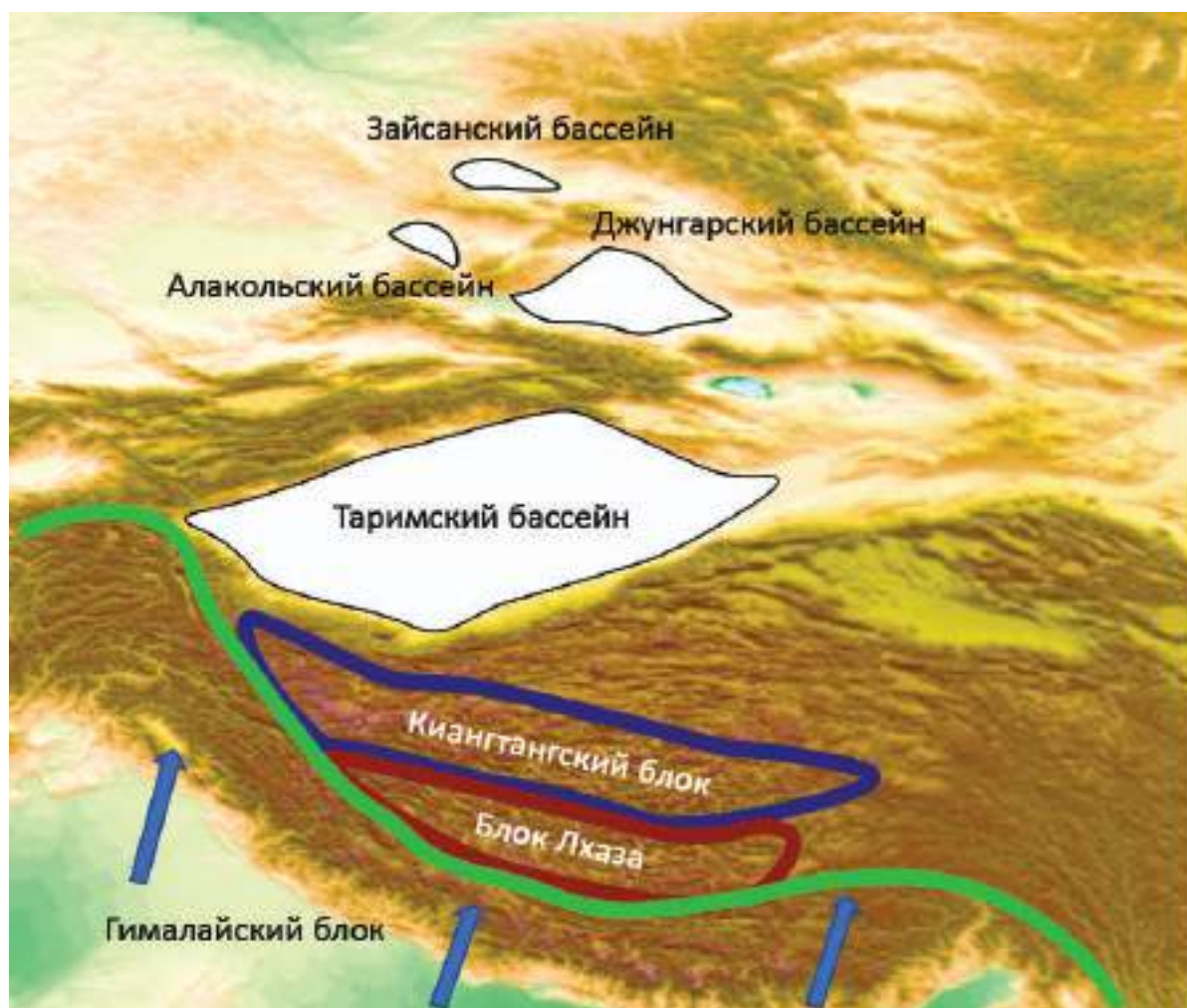


Рисунок 17. Расположение впадин и направление движения Кинтангского блока, блока Лхаза и Гималайского блока.

Коллизия Кинтангского блока с Таримским бассейном произошла в конце триаса. При этом стоит отметить, что движение Кинтангского блока было существенным. По различным оценкам, до коллизии блок переместился за сорок миллионов лет на 45 градусов по широте [4]. Высокая скорость движения блока и последующая коллизия с Таримским бассейном оказали значительное влияние на передачу импульса энергии. Следующим существенным этапом удаленной тектонической активности была коллизия блока Лхаза с Кинтангским блоком, произошедшая в конце юры-начале мела. Кульминационным моментом является одно из наиболее известных событий в тектоническом развитии данного региона – коллизия Индостана с Евразией, что предопределило современный вид территории (рис.3).

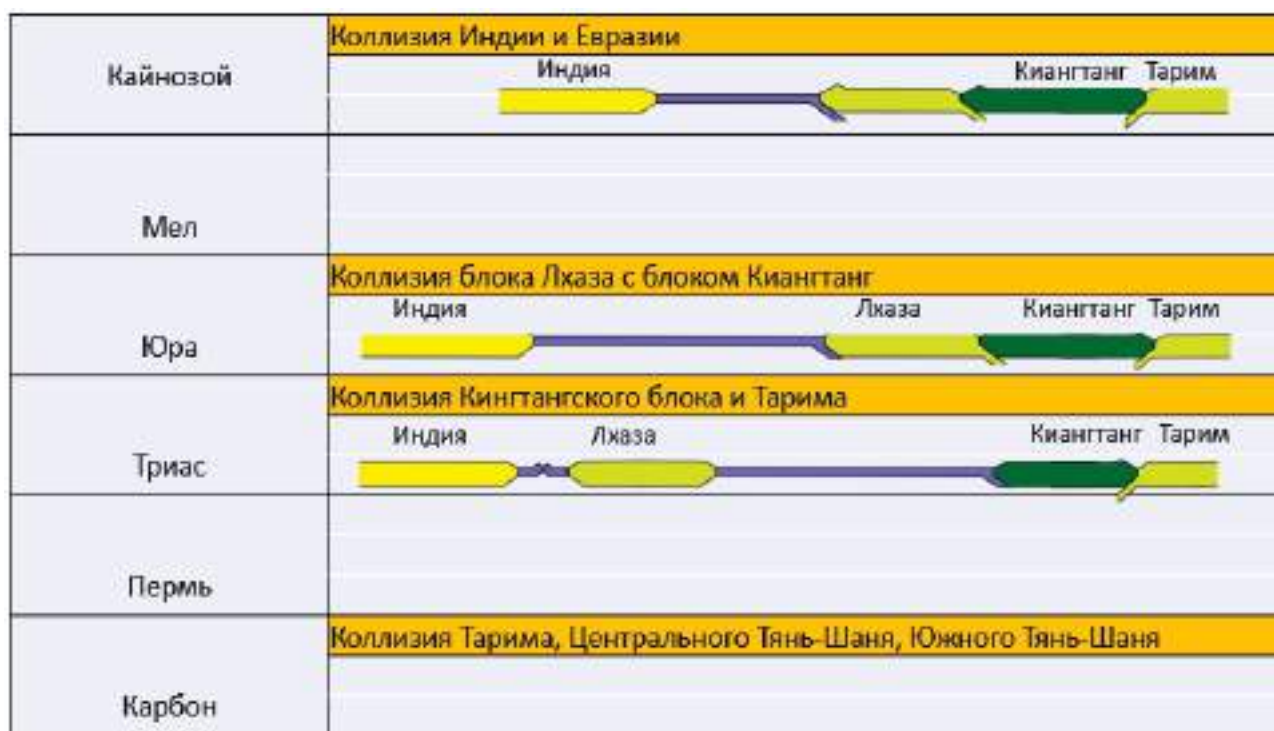


Рисунок 18. Этапы коллизионных событий Киангтангского блока, блока Лхаза и Гималайского блока.

Таким образом, на формирование Зайсанской, Джунгарской и других прилегающих впадин, оказывали влияния как локальные тектонические события, так и достаточно удаленные значительные коллизионные события, энергия от которых импульсом передавалась на исследуемые территории. К существенным коллизионным событиям в пост-пермское время южнее исследуемых территорий можно отнести коллизию Киангтангского блока с Таримом, коллизию блока Лхаза с Киангтангским блоком и коллизию Индостана с Евразией. Ключевую роль играет Таримский бассейн, который оказывает давление на Джунгарский бассейн и бассейны Восточного Казахстана. С учетом активной геодинамики всего региона нельзя однозначно расценивать указанные события, как единственные, повлиявшие на формирование бассейнов события. Однако, влияние комплекса удаленных тектонических событий на формирование современного структурного плана осадочного бассейна не вызывает сомнений и требует дальнейшего детального изучения.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маметов Ш.Х. Формирование залежей углеводородов в Зайсанской впадине. Труды Сатпаевских чтений. Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК, Алматы, 2019.
2. Liu B, Chen J, Ma X, Liu J, Gong E, Shi W, Han B. Timing of the final closure of the Irtysh–Zaysan Ocean: New insights from the earliest stitching pluton in the northern West Junggar, NW China. *Geological Journal*, стр. 2810-2823, 53(6), 2018.
3. Charvet J, Shu L, Laurent-Charvet S, Wang B, Faure M, Cluzel D, Chen Y, de Jong K, Liangshu S, Bo W, Yan C. Palaeozoic tectonic evolution of the Tianshan belt, NW China. *NW China. Sci China Earth Sci*, стр. 166-184, 54(2), 2011.
4. Yan Y, Zhao Q, Zhang Y, Huang B, Zheng W, Zhang P. Direct Paleomagnetic Constraint on the Closure of Paleo-Tethys and Its Implications for Linking the Tibetan and Southeast Asian Blocks. *Geophysical Research Letters*, стр.14368-14376, 46(24), 2019.

Зайсан ойпатының қалыптасуына шалғайдағы тектоникалық құбылыстардың әсері **Ш.Х. Мәметов**

Аннотация. Зайсан ойысы Шығыс Қазақстандағы күрделі шөгінді бассейн болып табылады, оның бастамасы шөгінді-сығу циклдерімен байланысты. Ауданды схемалық палеотектоникалық реконструкциялау бойынша бұрын орындалған жұмыстар аумақтың қысылуының төрт кезеңін көрсетеді. Күшті қысу себептерін бағалау үшін көрсетілген уақыт аралықтарында орын алған жергілікті, аймақтық және жаһандық процестерді талдау қажет. Геологиялық мәліметтердің құрылымдық талдауы, оның ішінде Зайсан ойпатының оңтүстік бөлігіндегі тартылыс жүйесін талдау ойпатқа кейінгі пермь дәуіріндегі қысымның негізгі бағыты оңтүстіктен болғанын көрсетеді. Зайсан, Жоңғар және басқа іргелес алаптардың қалыптасуына жергілікті тектоникалық құбылыстар да, энергиясы зерттелетін аймақтарға импульспен тасымалданатын айтарлықтай алыстағы елеулі соқтығысу оқиғалары да әсер етті. Кiangтан блогының Тариммен соқтығысуы, Лхаза блогының Кiangтан блогымен соқтығысуы және Үндістанның Еуразиямен соқтығысуы зерттелетін аумақтардың оңтүстігінде Пермь дәуірінен кейінгі уақыттағы маңызды соқтығысты оқиғаларға жатқызылуы мүмкін. Жоңғар ойпаты мен Шығыс Қазақстан бассейндеріне қысым жасайтын Тарим ойпаты шешуші рөл атқарады.

Негізгі сөздер. Зайсан алабы, Жоңғар бассейні, соқтығыс оқиғалары, Тарим алабы, Кiangтан блогы, Лхаза блогы, Үндістан, Еуразия.

The Influence of distant tectonic events on the forming of Zaysan Basin **Sh.Kh. Mametov**

Abstract. The Zaisan depression is a complex sedimentary basin in East Kazakhstan, which evaluation is associated with sedimentation-compression cycles. Previously performed work on the schematic paleotectonic reconstruction of the area demonstrates four stages of compression of the territory. To assess the causes of strong compression, it is necessary to analyze the local, regional and global processes that took place in the indicated time intervals. Structural analysis of geological data, including analysis of the thrust system in the southern part of the Zaisan depression, indicates that the main direction of pressure in the post-Permian time on the depression was from the south. The formation of the Zaisan, Junggar and other adjacent basins was influenced by both local tectonic events and fairly distant significant collision events, the energy from which was transmitted by impulse to the study areas. The collision of the Qiangtang block with the Tarim, the collision of the Lhasa block with the Qiangtang block, and the collision of Indostan with Eurasia can be attributed to significant collisional events in the post-Permian time to the south of the studied territories. The key role is played by the Tarim Basin, which puts pressure on the Junggar Basin and East Kazakhstan basins.

Keywords. Zaisan basin, Junggar basin, collisional events, Tarim basin, Qiangtang block, Lhasa block, Indostan, Eurasia.

ӨЗЕН ЖӘНЕ ҚАРАМАНДЫБАС КЕН ОРЫНДАРЫ МЫСАЛЫНДА ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ЖӘНЕ КЕРОГЕННІҢ ТҮРІН АНЫҚТАУ

А.А.Кулиева^{1*}, Т.А.Енсепаев¹
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.
[*anelkuliyeva@mail.ru](mailto:anelkuliyeva@mail.ru)

Андатпа. Кероген-бұл шөгінді жыныстардағы органикалық заттардың көп пайызын құрайтын органикалық химиялық қосылыстардың қоспасы. Жер қыртысында оңтайлы температураға дейін қызған кезде керогеннің кейбір түрлері мұнай және/немесе табиғи газ шығарады. Керогеннің түрін анықтау тау жыныстарынан түзілген көмірсутектердің түрлерін анықтау үшін маңызды. Органикалық заттардың түрін анықтаудың ең көп таралған әдісі-Ван Кревелен диаграммасындағы геохимиялық мәліметтер нәтижелерінің орналасуы. Бұл мақалада кероген мен бастапқы органикалық заттардың сипаттамасы барлық 10 үлгіні талдау және сутегі индексіне (Hydrogen Index – HI), көмірсутектердің максималды генерация температурасына (T-max) және жылу пиролизі кезінде шығарылатын көмірсутектердің мөлшеріне (S2 параметрі) тәуелділіктің графигін құру арқылы жүзеге асырылды. Ван Кревелен диаграммасы негізінде үлгілер арқылы керогеннің түрі III (газ шығаратын), сондай-ақ II және III түрі (мұнай-газ шығаратын) болып табылады. Керогеннің (II/III) түрі бойынша көмірсутектің түрі мұнай және/немесе газ болады деп болжауға болады.

Негізгі сөздер: Кероген, Ван Кревелен диаграммасы, органикалық заттар, оттегі индексі, сутегі индексі, геохимия.

Органикалық химиялық қосылыстардың қоспасының негізгі түрі кероген болып табылады. Жер қыртысында оңтайлы температураға дейін қызған кезде керогеннің кейбір түрлері мұнай және/немесе табиғи газ шығарады. Тау жынысы құрамындағы керогеннің түрлері тау жыныстарынан түзілген көмірсутектердің түріне үлкен әсер етеді, өйткені керогеннің әртүрлі түрлерінде көміртек пен оттегі атомдарына қатысты сутегі атомдарының саны әртүрлі. Бұл көмірсутектерді өндіру процесінде мұнай немесе газ өнімділігін бақылайтын фактор болып табылатын керогеннің сутегі құрамы. Егер тау жынысында өнімді керогеннің едәуір мөлшері болса, мысалы, жанғыш тақтатастарда, бұл потенциалды мұнай материалы болып табылады.

Керогеннің түрін түзілген көмірсутектердің түрлерін анықтау үшін маңызды. Атап айтқанда, I және II керогеннің типі әдетте көл мен теңіз тектес органикалық заттарға ие және негізінен сұйық көмірсутек шығарады. I типті кероген керогендердің басқа түрлерімен салыстырғанда мұнайдың көп мөлшерін шығарады. II типті кероген негізінен мұнай және газ шығарады. III типті кероген, әдетте, ағаш және өсімдік материалдарынан түзіледі және негізінен газ шығарады. IV типті кероген, әдетте, инертті материалдардан тұрады және мұнай түзетін потенциалы жоқ[1].

Органикалық заттардың түрін анықтаудың негізгі әдісі-Ван Кревелен диаграммасы (сутегі индексінің оттегі индексіне тәуелділігі).

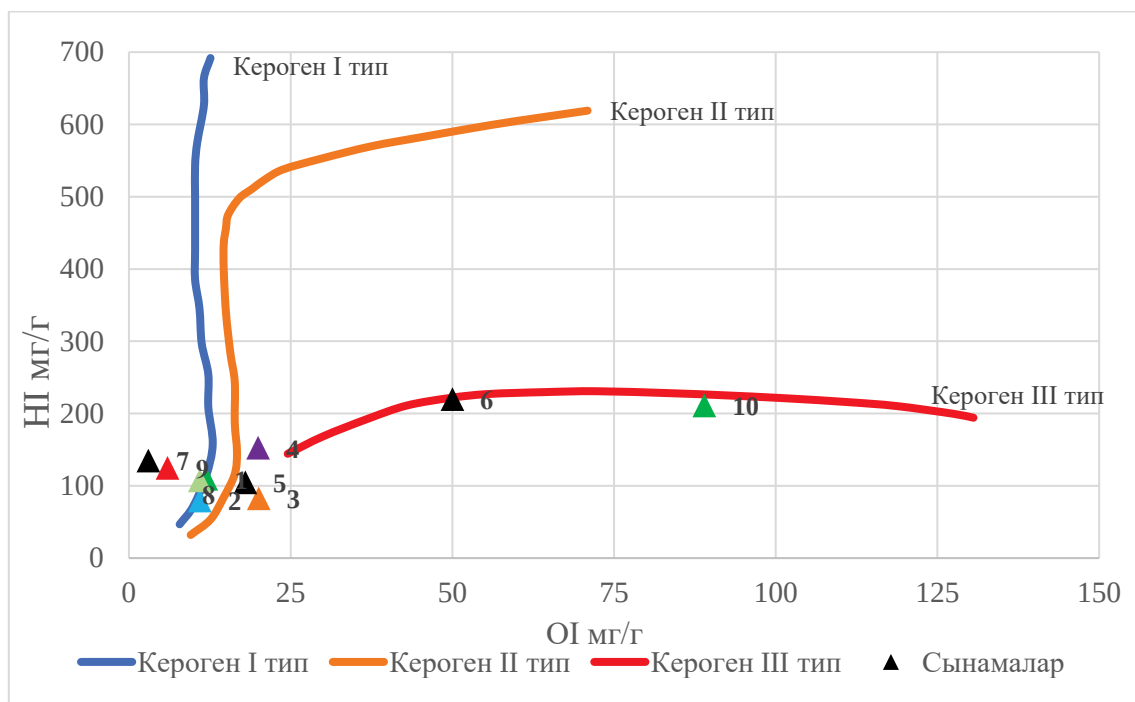
Кероген мен бастапқы органикалық заттардың сипаттамасы 10 үлгіні талдау және сутегі индексіне (Hydrogen Index – HI), көмірсутектердің максималды генерация температурасына (T-max) және жоғарыда айтылған S2 параметріне тәуелділіктің графигін құру арқылы жүзеге асырылды (1 кесте). Ядродағы HI-нің төмен мәні тау жынысында органикалық заттардың айтарлықтай концентрациясының болмауымен оңай түсіндіріледі.

Осы диаграммадағы керогеннің негізгі түрлерінің эволюциялық қисықтары жетілмеген органикалық заттар үшін айтарлықтай ерекшеленеді және органикалық заттардың жетілуіне қарай жақындайды. Барлық үлгілер үшін оттегі индексі (OI) 3-тен 89-ға дейін өзгереді. Бұл диаграмманың кемшілігі-карбонатты тау жыныстарын талдау кезінде оттегі индексінің мәні сенімсіз болуы мүмкін. Өзен 6244 тау жынысындағы оттегі индексінің (OI-50) жоғары мәні (2192 M интервал) жыныста минералды көміртектердің салыстырмалы түрде жоғары мәні (8.21% MinC), бұл жыныстың карбонаттылығының жоғарылағанын көрсетеді. Қарамандыбас жынысындағы оттегі индексінің (>50) өте жоғары мәні 397 (аралығы 1545 м) жетілмегендігін

айғақтайды. 1-суретте көрсетілгендей, мерзімді деректердің көп бөлігі III және II типті керогенге сәйкес келеді.

Кесте-1. Bulk Rock режиміндегі рок-Эвал пиролизінің нәтижелері

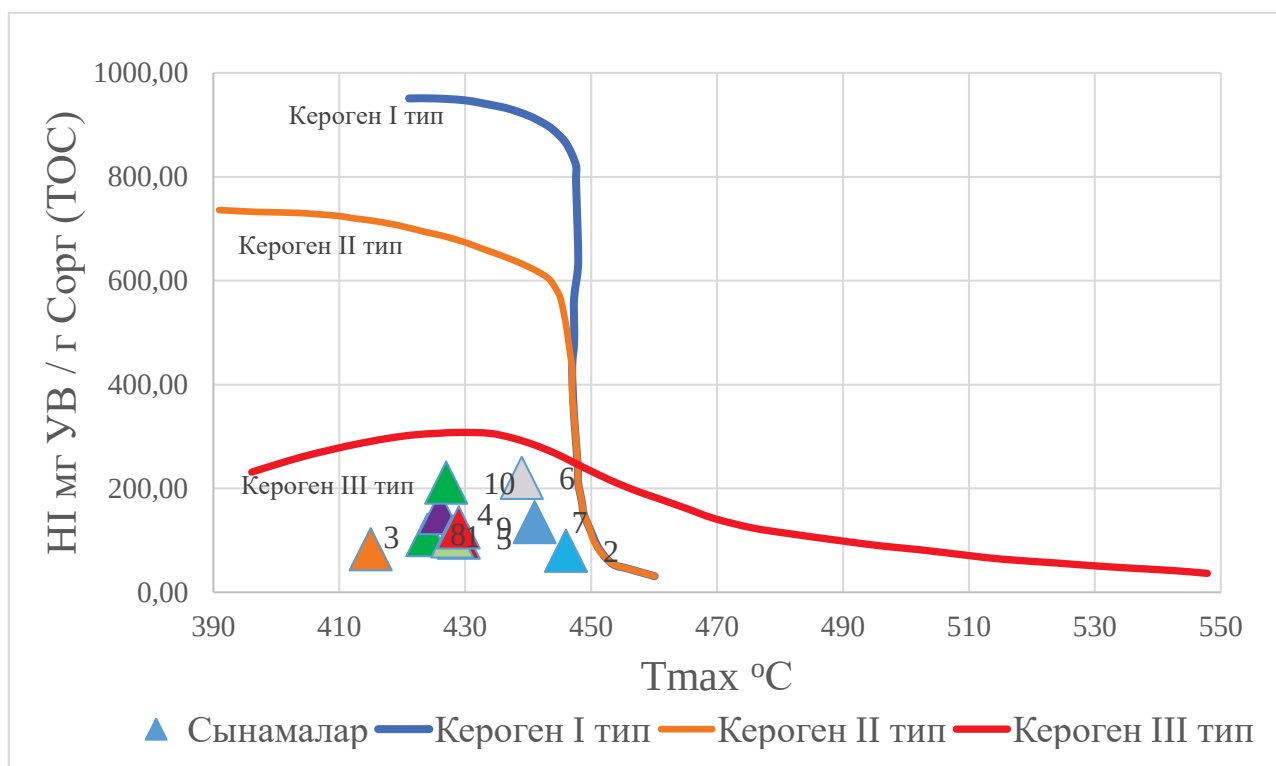
Сынама номері	Ұңғыма номері	Іріктеу аралығы, м	Жалпы органи-калық көмір-тек	Пиролиз			Темпе-ратура	Тау жыныс-тың генера-циялық потен-циалы	Өнімді-лік индексі	Сутегі индексі	Оттегі индексі
			%	мг/г	мг/г	мг/г	°С	мг УВ/ г породы	ОРІ	мг УВ/ г ТОС	мг СО2/ г ТОС
			ТОС	S ₁	S ₂	S ₃	T _{max}	PP	PI	HI	OI
1	U4781	1445-1446	55,94	0,51	61,3	6,71	424	61,83	0,01	109,62	12,00
2	U4781	1695-1696	0,63	0,12	0,5	0,07	446	0,62	0,19	79,37	11,00
3	U4781	1074-1075	4,2	0,54	3,46	0,84	415	4,00	0,14	82,38	20,10
4	U4781	1074,5-1074,5	3,93	0,87	5,99	0,78	426	6,86	0,13	152,42	20,00
5	U4781	1075-1076	2,28	0,35	2,39	0,41	429	2,74	0,13	104,82	18,00
6	U6244	2192-2193	0,2	0,16	0,44	0,1	439	0,60	0,27	220,00	50,00
7	K397	1329-1330	2,59	0,46	3,5	0,08	441	3,96	0,12	135,14	3,00
8	K397	1543-1544	72,68	10,4	77,9	7,99	428	88,40	0,12	107,28	11,00
9	K397	1543,5-1544	14,23	4,25	17,7	0,85	429	21,97	0,19	124,53	6,00
10	K397	1544,8-1544,5	0,09	0,11	0,19	0,08	427	0,30	0,37	211,11	89,00



1-сурет. Ван Кревелен Диаграммасы
(Сутегі индексінің оттегі индексіне тәуелділігі) (P:IGI бойынша)

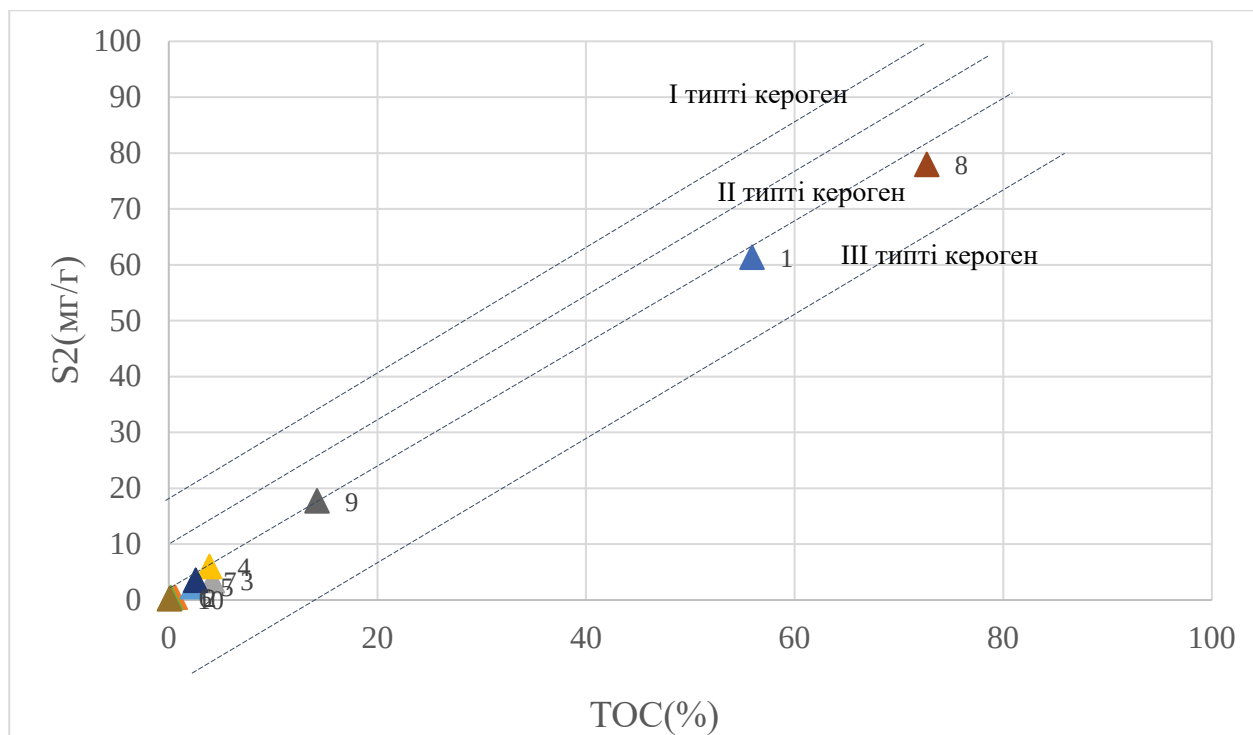
HI-нің T-мах-қа тәуелділік графигі (2-сурет) керогенде болатын сутегі мөлшерін, сондай-ақ қысқа уақыт ішінде пиролиз жағдайында осы керогеннен көмірсутектерді өндіруге қажетті энергия мөлшерін көрсетеді. Сонымен, графикте керогеннің түрі III (газ шығаратын), сондай-ақ II және III қоспасы (мұнай-газ шығаратын) және жетілу дәрежесі "жетілмеген-жетілген" деп белгіленгенін көрсетеді.

1445-1446 М аралықтан (4781 ж.) алынған үлгілер үшін ТОС-тің жоғары мәндерін төменгі генеративті потенциалы бар қалдық көміртектің (RC) жоғары мәндерімен түсіндіруге болады. Көміртектің бұл мөлшері II және III типті кероген үшін кез-келген жетілу дәрежесінде тұрақты болып қалады. Көмірдің күшті сіңіру қабілетіне байланысты кейбір "бос" көмірсутектер пиролиз кезінде S1 шыңы ретінде шығарылмайды, бірақ S2 шыңының өсуіне ықпал етеді. Көші-қон мұнайының болуы, әдетте, өнімділік коэффициентін арттырады және S2 шыңын береді[2].



2-сурет. Сутегі индексінің тәуелділік графигі
Максималды генерация температурасы УВ (Tmax) (P:IGI бойынша)

Ұқсас нәтиже ТОС – тің S2-ге тәуелділік графигін көрсетеді-бұл жағдайда керогеннің түрі III және II тип ретінде анықталады. Көптеген мәндер "III Тип" аймағына түседі, ал кейбір көмір үлгілері "II тип және III тип" аймағына келетін мәндерді береді (3-сурет). Бұл зерттелген үлгілер сұйық көмірсутектерді өндіру мүмкіндігі шектеулі газды шығаруы мүмкін дегенді білдіреді[3].



3-сурет. Жалпы органикалық көміртектің (TOC) S2-ге тәуелділік графигі (P:IGI бойынша)

Бұл мақалада Өзен және Қарамандыбас кенорындарының мысалында органикалық заттардың түрі және керогеннің түрі анықталды. Ван-Кревелен диаграммасы арқылы Көптеген мәндер "III Тип" аймағына түседі, ал кейбір үлгілер "II тип және III тип" аймағына келетін мәндерді береді. Керогеннің (II/III) түрі бойынша көмірсутектің түрі Мұнай және/немесе газ болады деп болжауға болады.

Зерттелетін үлгілер үшін TOC мәні 0,09-дан 72,68-ге дейін өзгереді бұл бізге генеративті потенциалды аз потенциалдан үлкен потенциалға дейін береді. Талданған үлгілерде S2 параметрі бір грамм тау жынысына 0.19-ден 77,97 мг көмірсутектерге дейін өзгереді, бұл бізге генеративті потенциалдың кең спектрін береді, бұл өзектің ең сазды бөліктерінде максималды мәнге ие.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Бакиров, А. А. Геология и геохимия нефти и газа / А. А. Бакиров. – М. : Недра, 1982. – 287 с.
2. Кордус В.И., Грибков В.В., Богомолов А.И., Чихачева Е.М. Геохимические особенности нефтей и органического вещества пород юры и триаса месторождения Узень. -Геология нефти и газа, 1973, № 2, с.34-38.
3. Васильев, В. В. Методы оценки качества нефтегазоматеринских пород: учеб. пособие / В. В. Васильев. – Ухта : УГТУ, 2012. – 56 с.

Определение типа органического вещества и типа керогена на примере месторождения Узень и Карамандыбас

А.А.Кулиева

Аннотация. Кероген представляет собой смесь органических химических соединений, которые содержат большой процент органических веществ в осадочных породах. При нагревании до оптимальной температуры в земной коре некоторые виды керогена выделяют нефть и/или природный газ. Определение типа керогена важно для определения типов углеводородов, образующихся в горных породах. Наиболее распространенным методом определения вида органического вещества является расположение результатов геохимических данных на диаграмме Ван Кревелена. В этой статье описание керогена и исходного органического вещества осуществлялось путем анализа всех 10 образцов и построения графика зависимости от индекса водорода (Hydrogen Index – HI), максимальной температуры генерации углеводородов (T-max) и количества углеводородов, выделяемых при

тепловом пиролизе (параметр S₂). По образцам на основе диаграммы Ван Кревелена тип керогена является III (газообразующим), а также тип II и III (нефтегазодобывающим). По типу керогена (II/III) можно предположить, что типом углеводородов будет нефть и/или газ.

Ключевые слова: Кероген, диаграмма Ван Кревелена, органические вещества, кислородный индекс, водородный индекс, геохимия.

Determination of the type of organic matter and the type of kerogen on the example of the Uzen and Karamandybas deposits

A.A.Kuliyeva

Abstract. Kerogen is a mixture of organic chemical compounds that contain a large percentage of organic substances in sedimentary rocks. When heated to the optimum temperature in the earth's crust, some types of kerogen emit oil and/or natural gas. Determining the type of kerogen is important for determining the types of hydrocarbons formed in rocks. The most common method of determining the type of organic matter is the location of the results of geochemical data on the Van Cravlen diagram. In this article, the description of kerogen and the initial organic matter was carried out by analyzing all 10 samples and plotting the dependence on the hydrogen index (Hydrogen Index – HI), the maximum temperature of hydrocarbon generation (T-max) and the amount of hydrocarbons released during thermal pyrolysis (parameter S₂). According to the samples based on the Van Krevelen diagram, the type of kerogen is III (gas-forming), as well as type II and III (oil and gas producing). According to the type of kerogen (II/III), it can be assumed that the type of hydrocarbons will be oil and/or gas.

Keywords: Kerogen, Van Crevelin diagram, organic substances, oxygen index, hydrogen index, geochemistry.

ПЛАНИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ 3D МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДЕТАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.Ж. Кенесары^{1*} , Т.Х. Парагульков

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

*Abzal999@gmail.com

Аннотация. Современное развитие технологий сейсморазведочных полевых работ, методик обработки и интерпретации данных в значительной степени позволяют получить качественный материал для решения задач не только структурных особенностей, но и для углубленного анализа анизотропии пород, в том числе для детального понимания пространственной неоднородности литологических и петрофизических свойств с прогнозированием характера флюидонасыщения, а также для анализа мелкодизъюнктивной тектоники, плотности и геометрии распространения трещиноватости.

Немало важным этапом при проведении полевых сейсморазведочных работ и обработки является контроль качества на всех его этапах. Необходимо понимать, что контроль качества заключается не только в рассмотрении промежуточных работ определенных этапов, а именно непосредственное участие в процессе работ от начала планирования сейсморазведочных работ до получения финального результата и интерпретации.

В данной статье рассмотрена важность полного технического сопровождения проведения сейсморазведки от планирования и дизайна полевых работ, для решения поставленных геологических задач, до выбора оптимального графа обработки, результаты которой в значительной степени окажут эффект на структурную и динамическую интерпретацию. На примере месторождения Южно-Торгайского бассейна, детально подобранный дизайн сейсморазведочных работ, использование новейших технологий полевых работ и обработки данных позволил получить более полную геолого-геофизическую информацию.

Ключевые слова: Сейсморазведка, высокоразрешающая сейсморазведка, ВРС, 3Д-МОГТ, полевые работы, обработка сейсмического материала, инверсия сейсмических данных.

В связи с истощением запасов УВ и падением уровня добычи по месторождению, перед компанией встала задача поиска потенциала прироста ресурсной базы для обеспечения рентабельной добычи и продления жизни месторождения. Было принято решение провести площадные 3-х мерные сейсмические исследования в модификации высокого разрешения, которые были направлены на решение геологических задач:

- Определение распространение многослойных песчаных коллекторов;
- Выявление литологически экранированных ловушек;
- Выявление малоамплитудных тектонических нарушений и приуроченных к ним зон трещиноватости;
- Уточнение зон распространения остаточных извлекаемых запасов для оптимизации системы разработки;
- Поиск новых потенциальных проспектов;
- Изучение строения палеозойских отложений.

Полевые работы

Для решения вышеперечисленных задач были рассмотрены различные варианты дизайна полевой системы наблюдений для выбора оптимальных параметров. Выбор параметров исходил из потребности изучения продуктивных горизонтов, расположенных на относительно не больших глубинах, но, при этом получить оптимальное качество изображения глубокозалегающих пород. Окончательные параметры полевой съемки, отвечающие всем геологическим требованиям, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры полевой съемки

№ п/п	Наименование параметров	Фактические параметры съемки 2001г.	Начальные параметры съемки 2019г.	Окончательные параметры съемки 2019г.
1.	Полная кратность	30	638	880
2.	Размер бина [м х м]	25×25	10×10	12,5×12,5
3.	Максимальное удаление "взрыв-прием"	2308	3183	5044
4.	Соотношение полуосей шаблона (Aspect Ratio) = $X_s:X_r$	Максимальная глубина – 0,83	Максимальная глубина – 0,95	Глубина 5043м – 0,57, Глубина <2200м – 1
5.	Вибрационный источник	IVI NEMI-50, 4вибр*2св/ПВ, 8-96 Гц	KZ28LF, 2виб.*1свиб/ПВ, 1.5-110Hz	KZ28LF, 2виб.*1свиб/ПВ, 1.5-110Hz

В итоге выбран последний вариант (таблица 1) с бином 12,5 на 12,5, высокой кратностью (880) и большой глубиной исследования до 5044 м. Также система является полноазимутальной до глубины 2200 м, что позволило детально изучить геологию продуктивных пластов. Использование большого количества техники и оборудования для выполнения сейсмических исследований в выбранной модификации не превысило плановый бюджет.

В результате достигнуто существенное улучшение следующих параметров полевой системы наблюдения:

1. Сейсмическая съемка проводилась с более широким азимутом наблюдений с целью увеличения разрешения в продольном и поперечном направлении для сложных пространственных структур;

2. Получен более широкий диапазон частот, в результате чего существенно увеличено разрешение сейсмических данных, что позволит эффективнее решать вопросы изображения сложных пространственных структур, улучшая соотношение сигнал/помеха и повысит вероятность прогноза по результатам инверсии сейсмических данных;

3. Путем уменьшения шага дискретности (сгущение) элементов системы достигнута более высокая плотность, что позволило значительно улучшить качество и точность изображения свойств структур по латерали, а также обнаружение линий тектонических нарушений и трещиноватости.

Ниже представлен наглядный пример влияния данных параметров на примере фотографий (рисунок 1).



Рисунок 1. Улучшение качества сейсмического материала на примере фотографий

Можно отметить улучшение качества геологического разреза и увеличение разрешающей способности (детальность до 16-20 м) сейсмического материала (рис. 2-4).

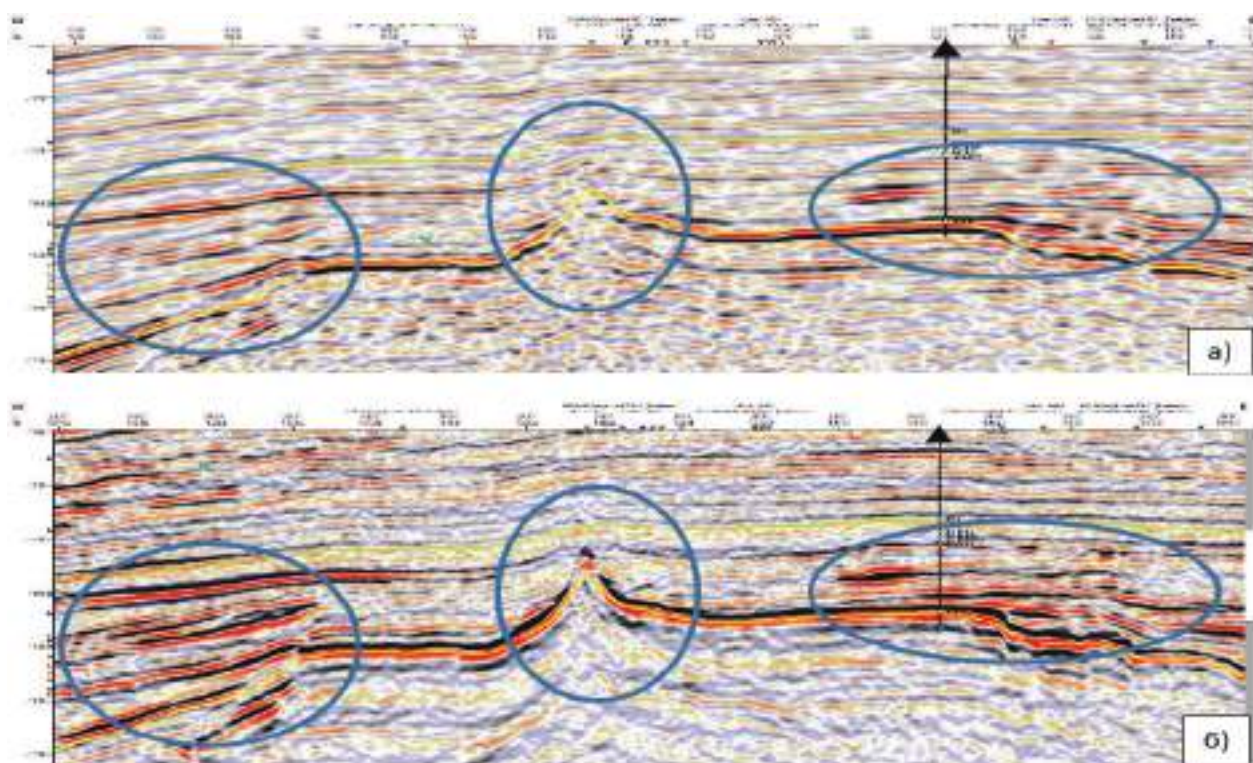


Рисунок 2. Сейсмический разрез PSTM: а) сейсмозащита 2001 г.; б) ВРС 2019 г.

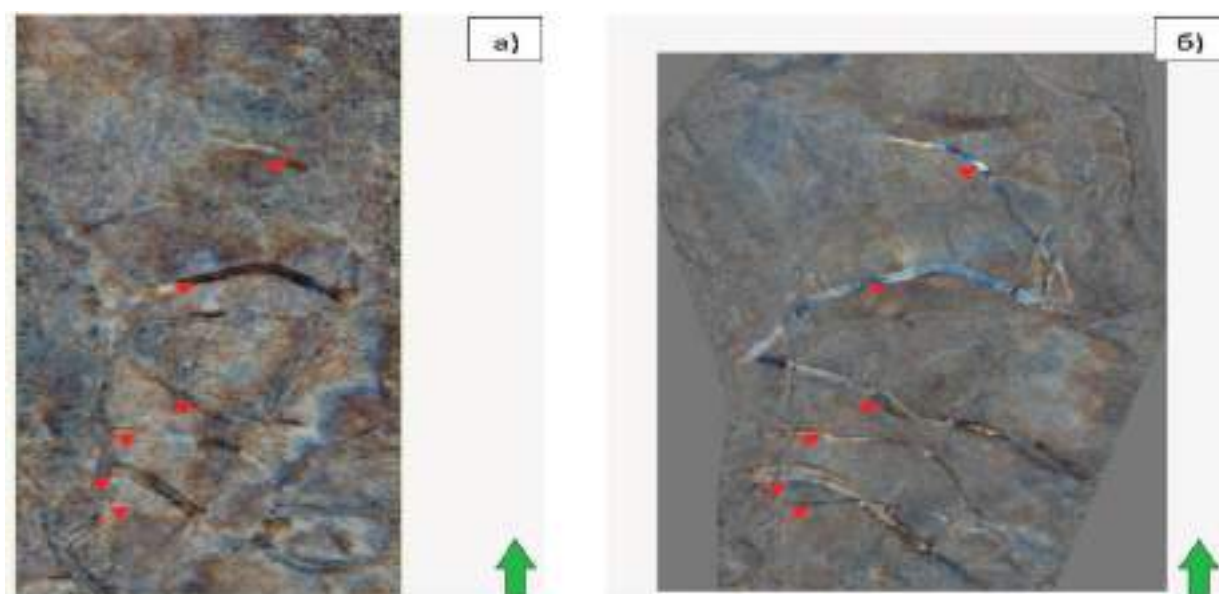


Рисунок 3. Сейсмический слайс атрибутного куба Exchrome:
а) сейсмозащита 2001 г.; б) ВРС 2019 г.

Использование низкочастотных вибраторов предоставила возможность расширить спектр частот в сторону низких и высоких частот (3-110 Гц), что позволяет в дальнейшем выполнить более достоверную сейсмическую инверсию.

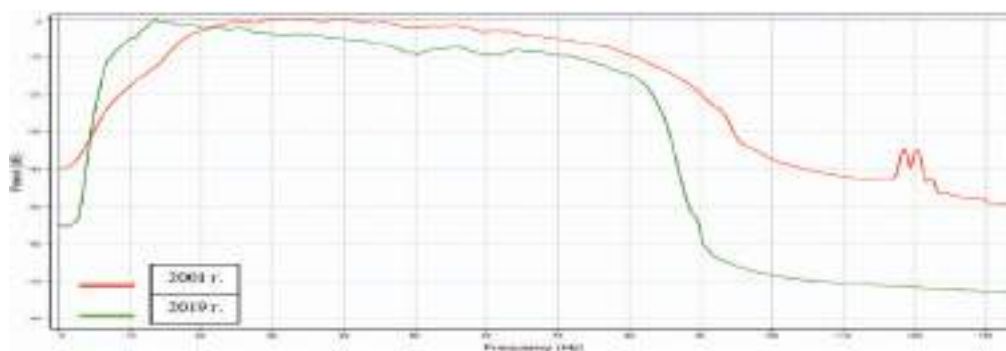


Рисунок 4. Амплитудно-частотный спектр

Обработка сейсмических данных

Учитывая результаты обработки (2005 г.) старых материалов, а также новые мировые тенденции в обработке данных, специалистами был составлен оптимальный граф обработки для решения геологических задач. В рамках работ по обработке были привлечены две ведущие компании в области обработки, с разными технологиями, с целью получения качественного материала. На рис. 7 представлен амплитудно-частотный спектр, который хорошо демонстрирует разницу двух результирующих кубов PSTM, выполненными разными компаниями. Компании 1 получилось добиться лучших результатов в сохранении низких частот материала, тогда как компания 2 улучшила спектр в сторону высоких частот.

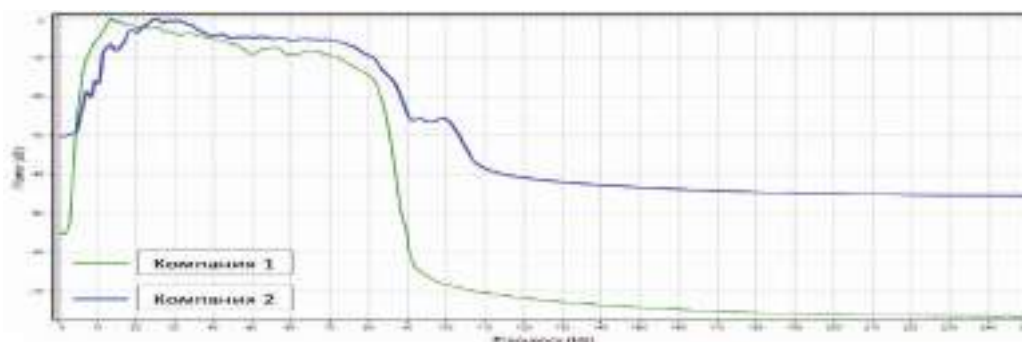


Рисунок 7. Амплитудно-частотный спектр двух кубов PSTM по результатам обработки полевой сейсмической съемки исследуемой территории

В ходе выполнения работ, супервайзерами работ тщательно контролировались этапы статической поправки, подавления линейных помех, коррекции амплитуд, деконволюции, анализа скоростей, подавлении кратных волн и случайных помех, миграции для улучшения качества материала. После окончания каждого этапа все выбранные параметры согласовались с супервайзерами, и после получения одобрения, работы переходили на следующий этап. Ниже представлены результаты работ двух независимых компаний (рис. 8-9).

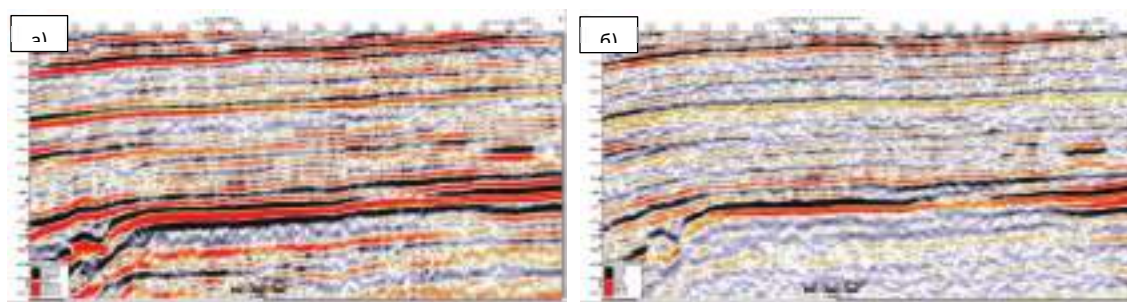


Рисунок 8. Временной сейсмический разрез: а) Компания 1; б) Компания 2

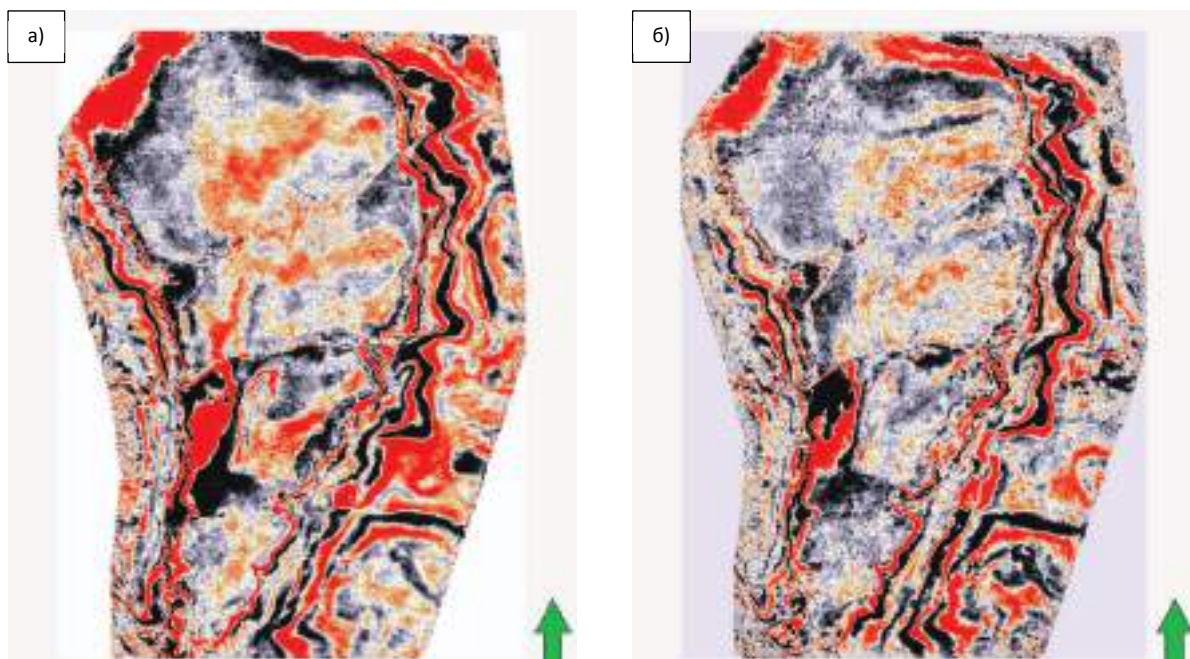


Рисунок 9. Временной сейсмический слайс на уровне 1500 мс:
а) Компания 1; б) Компания 2

При сравнении результатов обработки двух компаний, результаты первой показали хороший диапазон частот и непрерывную синфазность относительно результатов второй компании.

В результате комплексного подхода к моделированию дизайна площадной системы наблюдений, качественному проведению сейсмической съемки и обработки удалось получить качественный сейсмический материал. На основе полученного материала компания смогла детализировать геологию продуктивных горизонтов, и глубокозалегающих отложений палеозоя.

Основываясь на результатах работ, можно отметить, что был получен хороший прирост геологической информации по сейсмическим данным, а именно уточнена геометрия литологических неоднородностей, граница фундамента, детализированы структурные нарушения и расширен частотный спектр для сейсмической инверсии. По результатам бурения и испытания во всех скважин был получен промышленный приток нефти, которые были заложены на основе новых данных 3Д ВРС.

На основе проведенных работ и полученного опыта, рекомендуется в начале проведения сейсморазведочных работ проводить анализ системы наблюдений полевых работ для выбора оптимального варианта для решения геологических задач и выполнить тестирование обработки сейсмических данных разными компаниями на небольшом секторе в рамках пилотных проектов для определения Исполнителя. Полное техническое сопровождение при выборе параметров на всех этапах процесса обработки. В процессе супервайзинга фокусироваться на этапы статической поправки, шумоподавления, подавлении кратных волн, деконволюции и миграции.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет о результатах обработки и интерпретации данных высокоразрешающих сейсморазведочных (ВРС) работ 3Д-МОГТ, 2020 г.
2. Статья «Сейсмика нефтяного месторождения и направления ее развития в Казахстане», Атырау-2019, Калмагамбетов Ж., 2019 г.

Кен орынның егжей-тегжейлі геологиялық моделін құру үшін сейсмикалық 3d материалдарды жоспарлау және талдау
А.Ж. Кенесары, Т.Х. Парагульков

Аңдатпа. Сейсмикалық барлау жұмыстары технологияларының, деректерді өңдеу және түсіндіру әдістемелерінің қазіргі заманғы дамуы геологиялық құрылымдық ерекшеліктер міндеттерін шешу үшін ғана емес, жыныстардың анизотропиясын терең талдау үшін, оның ішінде литологиялық және петрофизикалық қасиеттердің кеңістіктік гетерогенділігін флюидпен қанықтыру сипатын болжай отырып егжей-тегжейлі түсіну үшін, сондай-ақ ұсақ дизъюнктивті тектониканы, жарықтың таралу тығыздығы мен геометриясын талдау үшін сапалы материал алуға мүмкіндік береді.

Далалық сейсмикалық барлау жұмыстарын жүргізу және өңдеу кезіндегі маңызды кезең оның барлық кезеңдеріндегі сапаны бақылау болып табылады. Сапаны бақылау белгілі бір кезеңдердің аралық жұмыстарын қарастырудан ғана емес, атап айтқанда сейсмикалық барлау жұмыстарын жоспарлау басталғаннан бастап соңғы нәтиже алу мен түсіндіруге дейінгі жұмыстар процесіне тікелей қатысудан тұратынын түсіну қажет.

Бұл мақалада далалық жұмыстарды жоспарлау мен жобалаудан бастап, алға қойылған геологиялық міндеттерді шешу үшін, өңдеудің оңтайлы графигін таңдауға дейінгі сейсмикалық барлауды жүргізуді толық техникалық сүйемелдеудің маңыздылығы қарастырылған, оның нәтижелері айтарлықтай құрылымдық және динамикалық түсіндіруге әсер етеді. Оңтүстік Торғай бассейнінің кен орны мысалында сейсмикалық барлау жұмыстарының егжей-тегжейлі таңдалған дизайны, далалық жұмыстар мен деректерді өңдеудің жаңа технологияларын пайдалану геологиялық-геофизикалық ақпаратты толық алуға мүмкіндік берді.

Негізгі сөздер: сейсмикалық барлау, жоғары ажыратымдылық сейсмикалық барлау, ЖАСБ, 3Д-ЖТӨ, далалық жұмыстар, сейсмикалық материалды өңдеу, сейсмикалық деректерді инверсиялау.

Planning and analysis of seismic 3d data to build a detailed geological model of the field
A.ZH.Kenessary, T.Kh.Paragulkov

Abstract. The modern development of seismic field work technologies, data processing and interpretation techniques to a large extent allows obtaining high-quality material for solving problems not only of structural features, but also for in-depth analysis of the anisotropy of rocks, including for a detailed understanding of the spatial heterogeneity of lithological and petrophysical properties with predicting the nature fluid saturation, as well as for the analysis of fine disjunctive tectonics, density and geometry of fracture propagation.

Quality control at all its stages is a very important stage in carrying out field seismic exploration and processing. It is necessary to understand that quality control consists not only in considering intermediate works of certain stages, but in particular direct participation in the process of work from the beginning of planning seismic works to obtaining the final result and interpretation.

This article discusses the importance of full technical support for seismic exploration from planning and design of field work, to solving the geological problems, to choosing the optimal processing graph, the results of which will largely have an effect on structural and dynamic interpretation. On the example of the South Torgai Basin field, the detailed design of seismic surveys, the use of the latest fieldwork and data processing technologies made it possible to obtain more complete geological and geophysical information.

Key words: seismic exploration, high-resolution seismic exploration, HRS, 3D-CDPM, field works, seismic data processing, seismic inversion.

СЕДИМЕНТОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КАРБОНАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ЮЖНОМ БОРТУ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАШАГАН)

А. М. Габдуллин 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

[*g.assembek@mail.ru](mailto:g.assembek@mail.ru)

Аннотация. В статье привели общее геологическое описание уникального карбонатного месторождения Кашаган, расположенного в пределах Прикаспийской впадины. Дана краткая характеристика седиментологии карбонатной платформы и основные зоны в пределах платформы. Кроме того, описаны условия осадконакопления и основные лито-фациальные группы составляющих карбонатную платформу. Методы позволившие более детально охарактеризовать и разделить месторождение фациально и позволившее облегчить задачи по проектированию и заложению последующих скважин.

Основной акцент делается на необходимость совершенствования геологических методов, направленных на полномасштабное изучение резервуара, так как мы все еще находимся на раннем этапе добычи и много задач стоит перед оператором проекта для эффективного построения будущих задач с минимальным риском как для экологии так и экономии.

Благодаря таким месторождениям как Кашаган, Тенгиз, Карачаганак нам удалось поднять свой мировой авторитет не только как владелец, но и умелый пользователь своими богатствами и только усовершенствую свою технологическую базу мы сумеем всегда конкурировать на равне с другими развитыми странами.

Ключевые слова: карбонатная платформа, окраина/рим, сейсморазведка, седиментология

Месторождение Кашаган является гигантским месторождением, обнаруженным за последние 40 лет. Расположено оно на море, в 80км от административного центра Атырау, Республики Казахстан. Кашаган простирается по площади примерно на 75х45км и названа в честь казахского поэта XIX века.

Коллектор образовался в мелководной морской среде около 350млн лет назад. По последним подсчетам, нам известно, что месторождение содержит около 35млрд баррелей нефти. По оценкам, с обратной закачкой попутного газа извлекаемые запасы могут достичь 11 млрд баррелей.

Открытие месторождения Кашаган. На казахстанском шельфе Каспийского моря в 1930г проводились полевые и технические исследования. Кашаганская структура была выявлена в ходе сейсморазведочных работ, выполненных в 1993-1997гг, после чего был проведен сейсмостратиграфический анализ, разработаны структурные карты и даны рекомендации по разведочному бурению.

В 2000г было открыто месторождение Кашаган, при испытании скважины Восточный Кашаган 1, был получен приток нефти из подсолевой карбонатной части структуры Кашаган. После выполнения дальнейших работ по разведке было выявлено гигантское месторождение нефти в карбонатной платформе каменноугольного разреза.

Географическое местоположение и описание Кашаганской платформы. Месторождение Кашаган расположено в южной части Прикаспийской впадины, на южном фланге Астрахано-Актюбинской системы поднятий фундамента и входит во внутрибассейновую Тенгиз-Кашаганскую карбонатную платформу.

Подсолевая структура состоит из изолированных карбонатных построек позднедевонского и среднекаменноугольного возраста, названными как Кашаган, Юго-западный Кашаган и Актоты. В эту постройку также входит структура Кайран, имеющий возраст нижнего перми. Все эти платформы располагаются на шельфе Каспийского моря, а Каратон, Тенгиз, Королевское и Ансаган – вблизи прибрежной полосы западного Каспия. (Рисунок 1).

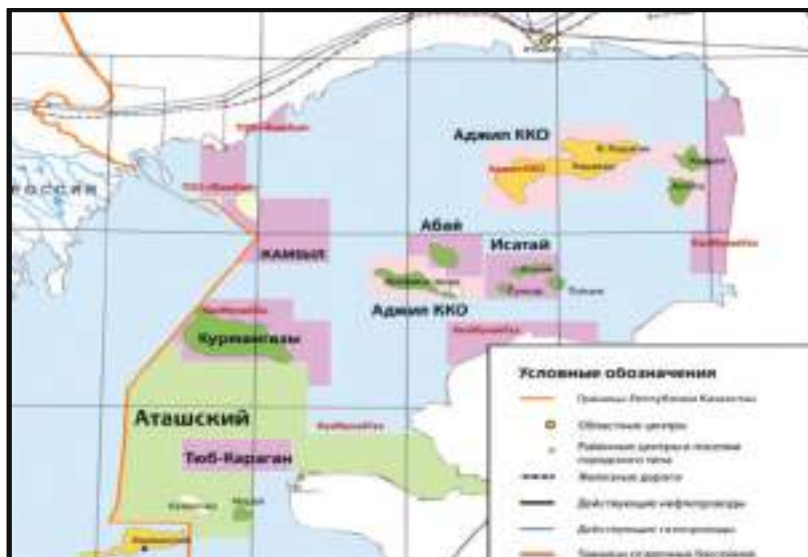


Рисунок 1. Местоположение карбонатной платформы Кашаган.

Структура Кашаган представляет собой изолированную подсолевую карбонатную платформу. Структура ориентирована с северо-востока на юго-запад и, хотя представляет собой единую платформу, геоморфологически подразделяется на восточную платформу (Кашаган Восточный) и западную платформу (Кашаган Западный), соединенные узким «перешейком» - Кашаган Перешеек.

Платформа наклонена на юго-запад, верхний резервуар находится на высоте от 3800 м до 4300 м. Внутренняя часть платформы образует относительно плоскую область, а край платформы (окраина, рим) образует узкий приподнятый гребень высотой до 200 м по отношению к внутренней части и лучше всего развит в Восточном Кашагане (как показано на Рисунке 2). Фланги месторождения (склон) имеют крутой уклон – до 20°-25° и часто подвержены гравитационным разломам.

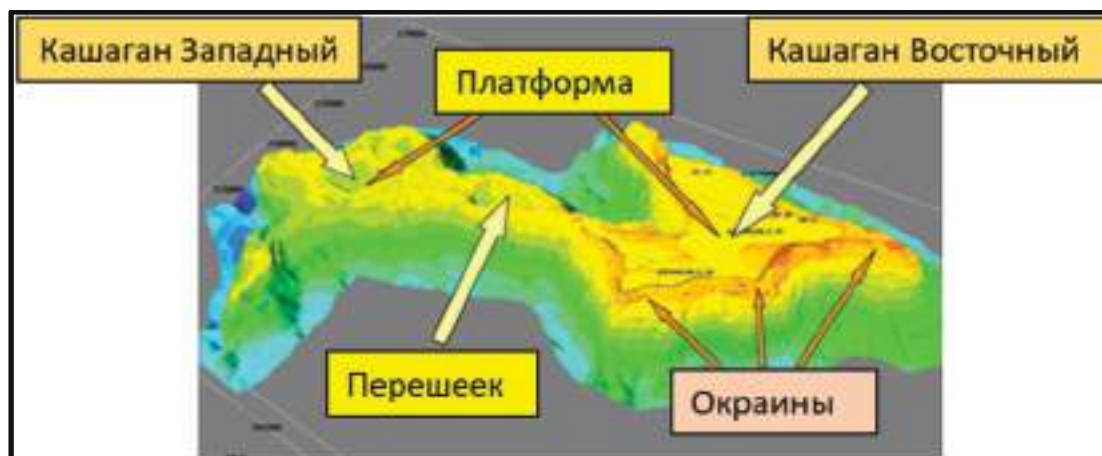


Рисунок 2. Кашаганская Платформа

Стратиграфия. Стратиграфический разрез Кашаганского месторождения представлен отложениями, имеющими возраст от верхнего девона до неогена. Нижнепермские эвапориты (кунгурский ярус) делят стратиграфию на две единицы:

- верхняя (надсолевая), мезозойско-кайнозойская терригенная толща,
- нижняя (подсолевая), палеозойская карбонатная толща.



Рисунок 3. Общая стратиграфическая колонка

С точки зрения геолого-генетических особенностей палеозойские отложения, слагающие Кашаганскую платформу, делятся на три толщи: девонскую (с нижнетурнейскими отложениями), турнейско-ранневизейскую и окско-башкирскую.

По результатам скважин и установленному положению водонефтяного контакта (ВНК) наиболее важной для разработки Кашаганского месторождения является так называемый объект 1, включающая верхневизейско-серпуховско-башкирские коллекторы. Объект 1 и Объект 2 разделены очень плотной зоной высокорadioактивных глинистых сланцев (ЗВР). Объект 2 состоит из нижневизейско-турнейских отложений.

Условия осадконакопления. На основании результатов седиментологических исследований, интерпретации сейсморазведки 3D и результатов глубокого бурения в Кашаганской структуре были выделены пять основных сред отложения: внутренняя платформа, краевые части, переходная зона, внешний шельф и склон.

Склон начинается с краевой части платформы и отмечает точку перегиба между относительно плоской вершиной платформы и склоном, ведущим в сторону глубоководной зоны впадины.

Внешняя граница шельфа представляет собой более глубокий переход, расположенный между краем и склоном платформы и описываемый более низкими, вероятно палеобатиметрическими, углами наклона от 10 до 15°.

Окраина/Рим — самая приподнятая часть платформы. Он содержит мелководные фации, претерпевшие высокие энергии волн, и низко- и среднеэнергетические фации, встречающиеся на умеренных глубинах воды. Вторичные проявления пористости, отмеченные карстифицированными зонами и зонами растворения приводят к повышению коллекторских свойств, несмотря на то, что микропористость во многих местах деградирует в результате цементирования.

Внутренняя часть платформы представляет собой наиболее плоскую часть платформы, полностью огороженную римом на Восточном Кашагане и частично огороженную на Западном Кашагане.

На основании интерпретации данных сейсморазведки 3D и анализа результатов бурения выделена еще одна зона – переходная, расположенная между внутренней частью платформы и краем. В переходной зоне были пробурены оценочные скважины, вскрывшие верхневизейско-башкирские отложения, существенно отличающиеся от отложений, обнаруженных в недрах платформы и краевых скважинах.

Основные седиментологические особенности, выявленные на кернях (от признаков осадконакопления до признаков раннего диагенеза), позволили построить схему литофаций осадконакопления, которая включает в себя основные литофационные группы, основанные на сходстве глубины воды, гидродинамической энергии и условиях осадконакопления. Основные литолого-фациальные группы: мелководные, глубоководные, биоконструкционные, рудстоуны/брекчии и аргиллиты. Ассоциация этих литофаций характеризует каждую среду осадконакопления.

Закключение. Кашаган – очень уникальное месторождение и мы еще находимся на этапе понимания всех свойств карбонатного коллектора. Еще предстоит решить множество задач и полностью изучить коллектор, для этого одним из ключевых элементов является точное геологическое описание Кашаганского месторождения. Ведь мы понимаем, что необходимые инженерные решения и стратегии разработки месторождения в конечном итоге принимаются на основе этого описания. Наши знания о резервуаре постоянно увеличиваются с каждой пробуренной скважиной и с помощью анализа динамических данных каждой отдельной скважины, и мы со своей стороны постоянно акцентируем важность проведения всесторонних геофизических исследований для детального изучения и понимания месторождения.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кашаган, геологическая модель, Аджип КСО, 2005
2. Общая стратиграфическая шкала, https://geo.tsu.ru/content/news/section.php?ELEMENT_ID=2649
3. Месторождение Кашаган (Прикаспийская впадина), общее геологическое описание, конференция EAGE, 2011
4. Условия осадконакопления микробных фаций в изолированной каменноугольной постройке, месторождение Кашаган, Республика Казахстан. Джоуль Коллинз (Эксон Мобил, НКОК), Поуэл Бренкл (независимый консультант).
5. SPE 139561. Характеристика и моделирование неопределенностей коллектора месторождения Тенгиз, Прикаспийская впадина. В. Пеак, Р. Камерло, А. Жумагулова, Т. Танкерслей, ТШО.

Каспий ойпатының оңтүстік шетіндегі карбонатты платформаның седиментологиясы және геологиялық сипаттамасы (Қашаған кен орны)

А. М. Габдуллин

Аннотация. Мақалада Каспий бассейнінде орналасқан бірегей Қашаған карбонатты кен орнының жалпы геологиялық сипаттамасы берілген. Карбонатты платформаның седиментологиясына және платформа ішіндегі негізгі аймақтарға қысқаша сипаттама берілген. Сонымен қатар, седиментация жағдайлары және карбонатты платформаны құрайтын негізгі литофациялар топтары сипатталған. Кен орнын егжей-тегжейлі сипаттауға және бөлуге мүмкіндік берген және кейінгі ұңғымаларды жобалау және төсеу міндеттерін жеңілдетуге мүмкіндік беретін әдістер. Су қоймасын толық ауқымды зерттеуге бағытталған геологиялық әдістерді жетілдіру қажеттілігіне басты назар аударылады, өйткені біз әлі де өндірістің бастапқы кезеңіндеміз және жоба операторының алдында келешектегі міндеттерді тиімді құру бойынша көптеген міндеттер бар. қоршаған ортаны да, экономиканы да. Қашаған, Теңіз, Қарашығанақ сияқты кен орындарының арқасында біз байлығымыздың иесі ретінде ғана емес, білікті пайдаланушы ретінде де әлемдік беделімізді көтере алдық, тек технологиялық базамызды жетілдіре отырып, біз әрқашан бәсекеге қабілетті боламыз. басқа дамыған елдермен тең дәрежеде.

Негізгі сөздер: карбонатты платформа, маржа/рим, сейсмикалық барлау, седиментология

**Sedimentological and geological description of the carbonate platform on the southern margin of the Caspian depression (Kashagan field).
A.Gabdullin**

Annotation. The article provided a general geological description of the unique Kashagan carbonate field located within the Caspian basin. A brief description of the sedimentology of the carbonate platform and the main zones within the platform is given. In addition, the conditions of sedimentation and the main lithofacies groups that make up the carbonate platform are described. Methods that made it possible to characterize and divide the field in more detail and make it possible to facilitate the tasks of designing and laying subsequent wells. The main emphasis is on the need to improve geological methods aimed at a full-scale study of the reservoir, since we are still at an early stage of production and there are many tasks for the project operator to effectively build future tasks with minimal risk to both the environment and the economy. Thanks to such fields as Kashagan, Tengiz, Karachaganak, we have managed to raise our global prestige not only as an owner, but also as a skilled user of our wealth, and only by improving our technological base will we be able to always compete on an equal footing with other developed countries.

Key words: carbonate platform, margin/rim, seismic exploration, sedimentology.

СЕЛГЕ ҚАРСЫ ҚОРҒАНУДЫҢ ЗЕРТТЕЛУІН ЖӘНЕ ЖАЙ-КҮЙІН БАҒАЛАУ (ҮЛКЕН АЛМАТЫ ӨЗЕНІ МЫСАЛЫНДА)

А. Сәрсенбекқызы^{1*}, М.Р. Заппаров¹

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

[*Vkmvrv12015@mail.ru](mailto:Vkmvrv12015@mail.ru)

Аңдатпа. Мақалада Үлкен Алматы өзен алабындағы селден қорғау үшін қолданылатын іс-шаралардың жай-күйі бағаланды. Сонымен қатар, сел аймағында селге қарсы қорғаудың әлемдік тәжірибесіне шолу жасалынды. Үлкен Алматы өзен алабындағы жүріп өткен сел ағындары талданып, селге қарсы тұрғызылған гидротехникалық имараттардың жай-күйіне бағалау жүргізілді. Сел тудыратын негізгі факторлармен объектілер анықталып, мореналық көлдердің жарылу қауіптілік критерийлері келтірілді. Сел қалыптастыратын қауіпті мореналық көлдердің таралу схемасы жасалынды. Селден қорғану және оны басқару, бақылау жүйелерін жетілдіру қажеттілігі барлық кезеңде оның маңыздылығы жоғары. Мақалада Үлкен Алматы өзен алабының осы кезеңіндегі қажетті селден қорғау шаралары қарастырылады.

Негізгі сөздер: сел ошақтары, селге қарсы іс-шаралар, гидротехникалық имараттар, мореналық көл, сел қауіптілігі

Инженерлік-геологиялық аймақтар шегінде Алматы қаласының аумағында төрт ірі сел қауіпті алаптар орналасқан. Аса қауіпті және сел белсенділігі жоғары болып Іле Алатауының орталық бөлігін алып жатқан Үлкен Алматы өзен алабының сел ошақтары, бұл Алматы қаласы аумағының перспективалық дамуына сел сипаты кері әсерін тигізетін таулы аймақтардың бірі болып табылады.

Сел - өзен алаптарында нөсер жаңбыр немесе қарқынды қар еруі, мореналық көлдердің ақтарылуы нәтижесінде пайда болатын қатты сынық материалмен және сазды фракциямен қаныққан, кенеттен пайда болатын тау ағындары деп аталады [1]. Сел орасан зор деструктивті күшке ие және үлкен материалдық шығын әкелетін, көбінесе адам құрбандарымен бірге болатын апаттарға әкеледі.

Сел ағындарының қиратушы қызметінің катастрофизмі көбінесе олардың кенеттен пайда болуымен байланысты, бұл кезде тау өзенінің жоғарғы ағысында сел пайда болуы үшін қатты нөсер жеткілікті. Өзен арнасына тез түсетін су ағыны, лай мен тастардың қоспасы көпірлерді, жолдарды, тұрғын және өндірістік ғимараттарды бұзады, ал шығару конусы пайда болатын жазыққа шығатын жерлерде ол лайлы-тастармен толып, бақтарды, дақылдарды, жайылымдарды, түрлі құрылыстарды лай-балшықпен толтырады. Сел ағындарының қирату қабілеті олардың жоғары тығыздығымен және жоғары қозғалыс жылдамдығымен түсіндіріледі.

Зерттеуші Н.С. Дюрнбаум (1949 ж) сел ағындарын орташаланған сипаттайтын осындай деректерді келтіреді (Н.В. Коломенский, 1956 ж): қозғалыс жылдамдығы 6-7 м/с, ұзақтығы 4-6 сағат, тығыздығы 1,8 т/м³, қатты материалдың құрамы 0,8 т/м³, әсер ету радиусы 20-30 ш.ш. [3].

Бір ғасыр аралығында, Үлкен Алматы өзен алабында ірі катастрофалық сел процестерінің туындауы орасан экономикалық залал мен үлкен адам шығынына әкелді (1-кесте). Селдер қоршаған ортаның жай-күйін бұзып қана қоймай, жанама түрде 8-9 балдық сейсмикалық қауіпті арттырады. Сондықтан селден қорғау шараларына үнемі көп көңіл бөлінуі қажет.

Өткен ғасырдың 70-жылдарының бастап 90-жылдарының дейінгі кезеңде селге қарсы әртүрлі іс-шаралар белсенді жүргізілді (жоғарғы су қоймалары, эрозияға қарсы құрылыстар, сел ұстайтын ірі бөгеттер салынды). 2000 жылдардың басынан бастап сел құбылыстарының жандануы мен селден қорғану іс-шаралары тәжірибиесінен, және ғылыми ізденулерді жандануының нәтижесінде, селдің сипатына қарай Алматы аймағында селден қорғану имараттары салына бастады [2]. 2015 жылы Қарғалы өзен алабында болған селге, оңтайлы бөгет бола алған 2003 жылы салынған Қарғалы өзеніндегі селге қарсы имарат, Талғар өзен алабында 2014 жылы 17 шілде орын алған селге, бөген болған Талғар өзеніндегі селұстағыш имараты. Алайда, Үлкен Алматы өзен алабында тұрғызылған селге қарсы қорғаныс құрылыстары 80-жылдардың басынан кейін тоқталды (1-сурет). Бұл, сексенінші жылдарда

салынған селден қорғайтын құрылыстардың ауыстыруды немесе жөндеуді қажет етеді. Бүгінгі күнге дейінгі болған ірілі-ұсақты сел ағындарынан кейінгі кезеңдік тазалау мен қалпына келтірілу жұмыстары жүргізіліп тұрғанымен, сел аймағындағы барлық дерлік селден қорғау жүйесі заманауи автоматтандырылған жүйені құруды қажет етеді.

1 – кесте. Үлкен Алматы өзен алабындағы жүріп өткен сел ағындары

Өзен саласының атауы	Сел болған дата	Сел типі	Туындау себебі	Қуаттылығы
Үлкен Алматы	8/07/1921	ЛТ	НЖ	3
Үлкен Алматы	10/07/1931	ШС	НЖ	1-2
Үлкен Алматы	8-9/07/1950	ЛТ	НЖ	2
Құмбелсу	8/07/1950	ЛТ	НЖ	3
Құмбелсу	11/08/1953	ЛТ	НЖ	1
1-Сай	12/06/1955	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
2-Сай	4/08/1955	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
1-Сай	15/07/1958	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
2-Сай	4/09/1959	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
1-Сай	17/08/1966	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
1-Сай	19/12/1970	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
1-Сай	15/07/1974	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
2-Сай	21/07/1974	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
Қызылсай	18/08/1975	ЛТ	МҚ,БШ	1
Құмбелсу	19/08/1975	ЛТ	ІМЖ	3
1-Сай	21/06/1977	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
1-Сай	11/07/1977	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
Құмбелсу	03/08/1977	ЛТ	ІМЖ	3
1-Сай	5,9,18/08/1977	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
1-Сай	3/08/1979	ЛТ	МҚ,БШ	1-2
Құмбел	6/07/2006	ШС	НЖ	1-2

Ескертпе: *НЖ* - нөсер жаңбыр; *МКЖ*- мұз маңындағы көлдің жарылуы; *ІМЖ* – ішкімореналық су айдынының жарылуы; *МҚ,БШ* - мореналық және беткей шөгінділердің құлауы; Л, ЛТ. ШС – лайлы, лайлы-тасты, шөгінді сел ағыны; 1,2,3- тиісті кіші, орташа, ірі селдер.

Осылайша, осы ауданда жүргізіліп жатқан қорғау іс-шараларын ескере отырып, селден қорғау іс-шараларының жай-күйін жалпы бағалау және селден қорғаудың оңтайлы нұсқаларын таңдау проблемалары қазіргі уақытта өзекті болып табылады.

Сел құбылыстарымен күресу жұмыстары селқауіпті барлық аудандарда барлық кезеңде жүргізіледі. Барлығынан бұрын селден қорғану мәселесімен Батыс Еуропа елдері – Австрия, Швейцария, Франция, Италия, Югославия, Германия – ұшарасты. Селден қорғану шараларын жүзеге асыру барысында А.Ю. Власов оларды шартты түрде үш топқа бөліп қарастыруды ұсынды: еуропалық, американдық, азиялық [5].

Еуропалық топқа ең алғашқылары болып Альпі елдерінің тұрғындары (Франция, Австрия-Венгрия, Германия, Италия) сел әрекетімен күресті. Австралия аумағының өзінде саны 4100 асатын сел өзендері бар. Ірілі су апаттарынан кейін арнайы заңнамалар құрып сел тасқынан қорғану шаралары қолға алынып, алғашқы тәсілге екпе ағаштарын отырғызу жүргізілді. Табиғи ландшафты сақтауды негізге ала отырып, сел тасқынының қарқынын азайту үшін сатылы (террасалы) су тоғандары тұрғызылды. Қазіргі таңда Еуропада жерінде гидротехникалық имараттардың экономикалық тиімділігіне аса мән бере отырып, әртүрлі типтегі өткізгіші жоғары имараттар қолданылуда [3].



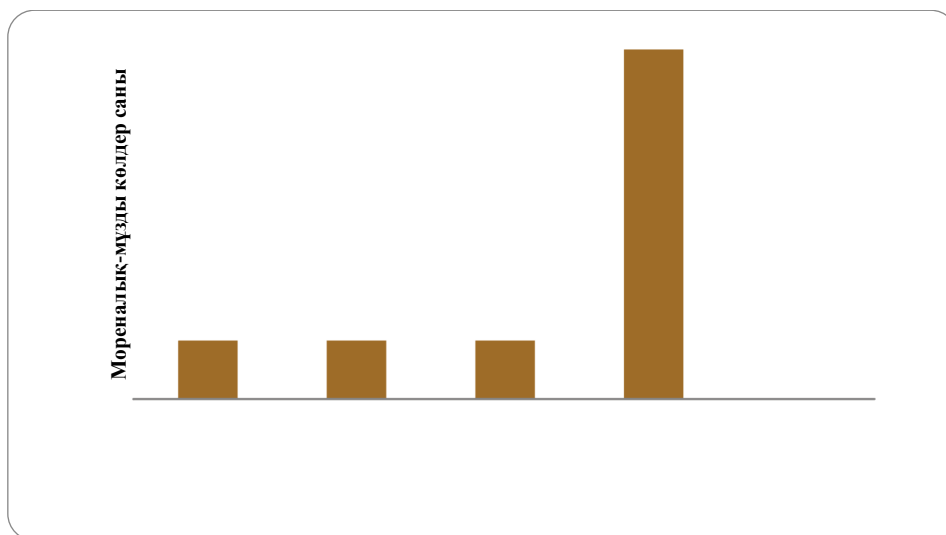
1-сурет. Үлкен Алматы өзен алабында салынған селге қарсы гидротехникалық имараттардың жылдар бойынша бөлу

Америкалық топқа - АҚШ-та сел қаупі ең жоғары Калифорния және Юта Штаттары болып табылады, бірақ сел белгілері Невада, Колорадо, Виргиния, Айдахо, Орегон, Аляска штаттарында да байқалды. Американдықтар селден қорғанудың басты тәсілі болып бөгет салуды қолға алды. Ондағы басты мақсат тұрғындар мен шаруашылықты сел қауіпсіздімен қамтамсыз ету шешіміне назар салды. Апатты селден қорғану үшін биіктігі 55 м болатын бөгет құрылыстар салынды [5].

Азиялық топқа – барлық табиғи апаттар сипат алатын Жапония елі. Бұл елде сел тасындыларына қарсы жағалық дамбалар мен беткейбекіткіш имараттары пайда болды. Оларды қазіргі уақытқа дейін пайдаланып келеді. Азияда Қытай, Үндістан, Непал, Ауғанстан және басқа елдерде сел қауіптілі бар, және селден қорғану шараларын тиімді қолданып келеді [3]. Орталық Азия елдері де (ТМД мемлекеттері) сел зардаптарына ұшыраған, оған қарсы әртүрлі типтегі бөгеттер тұрғылызып, тиімді қолданылуда.

Қазақстанда селге қарсы күреспен оны мониторинг жүргізуді жалғыз арнайы мамандандырылған Қазселденқорғау мемлекеттік мекемесі жүзеге асырады. Соңғы 10 жылдықта Іле Алатауының таулы аудандарында соның ішінде мега қала Алматы қаласына селден келетін қауіп аса маңызды болып табылады. Мәліметтер және бақылау деректерін жинақтағанда, жыл сайын тұрақты аэрошолу, жер бетілік зерттеу және арнайы экспедициялық барлау жұмыстары нәтижесінде зерттеліп отқан аймақта сел құбылыстарының жиі қайталатынын, сел тудыратын негізгі көздердің артып жатқаны байқалды. Ол мореналық көлдердің ақтарылуы мен мұздықтардың жылдам еруінен пайда болып жатқан мұздық көлдердің санының артуы.

Үлкен Алматы өзен алабында жоғарғы биіктауда орналасқан сел қаупіне ие 18 морена-мұздық көлдер және 1 үйінді көл (ҰАК) бар. 2021 жылы Сатпаев Университеті мен Қазселденқорғау мамандары бірлесе Алматы облысы аумағында жүргізілген зерттеулер нәтижесінде: мореналық-мұздық көлдерді идентификациялау, кадастр, көлдердің төлқұжаты мен көлдердің жарылу қауіпінің ғылыми негізделген критерийлерін жасады. Көлдердің генезисі мен орналасу орнына, және де жарылу қауіптілік критерийіне сәйкес Үлкен Алматы өзен алабындағы қауіпті мореналық көлдер келесі категориямен бағаланды (3-сурет) [6].



3-сурет. Үлкен Алматы өзен алабында анықталған морено-мұздық көлдердің жарылу қауіптілік критеріі бойынша санын бөлу

Зерттелу аймағында мореналық көлдердің биік таулы зонада 3500-3800 абс.м. биіктік аралығында таралған (4-сурет). Көлдердің таралу схемасы көрсеткендей, Үлкен Алматы өзен алабының шығыс бөлігінде яғни оң жақ өзен салалары Құмбелсу мен Озернаяда 72% көлдердің таралуы байқалды. Бұл ең алдымен тау рельефіне байланысты және ірілі мұздықтардың шоғырлануы мен қазіргі мореналардың геологиялық құрлымына тікелей тәуелді.



4-сурет. Үлкен Алматы өзен алабында орналасқан мореналық көлдердің таралу схемасы (Google Earth сервисінен 2018 ж. ғарыштық түсірілімде). Мореналық көлдердің атауы мен нөмері: №2 - дамушы көлдер, №4 - әлеуетті қауіпті көлдер, №10-қауіпті көлдер, №14- аса қауіпті көлдер

Сел құбылыстарын мониторингтеу тұрақты бақылау пунктері арқылы жүзеге асырылады. Үлкен Алматы өзен аймағында сел қауіпті кезең мамыр айынан қыркүйек айына дейін аралықты қамтиды. Сел қауіпті кезеңде бұл аймақта 3 тұрақты бақылау бекеті және сел жағдайының жай-күйіне байланысты маусымдық бақылау бекеттері ашылады. Маусымдық бақылау бекеттерінің орналасуы селге үнемі ұшарайтын аумақтарға, яғни орта таулы бөлікте,

көлдердің жағдайына бақылау жүргізуде аса қауіпті деген мореналық көлдерге қосымша бақылау бекеттері ашылады. Хабарландыру, ақпаратпен аламасу алгоритмге сай жүргізіледі [2].

Зерттелетін сел аймағында селдің пайда болуына табиғи факторлар қолайлы, сондықтан біз осы факторлардың негізгі ерекшеліктерін қарастырамыз.

Сел түзудің геологиялық факторлары әлеуетті сел түзуші массивтердің жай - күйін анықтайды: топырақтардың гранулометриялық және минералогиялық құрамы; олардың қуаты мен беріктігі. Соңында сел массасының консистенциясы мен көлемі оларға байланысты болып келеді.

Геоморфологиялық фактор жер бедерінің энергиясы мен градиен - томымен, ағынды сулар мен алқаптардың ауданы мен көлбеуімен, эрозиялық процестердің даму дәрежесімен, бұрын сел түзуге қатысқан шұңқырлар мен ойықтардың болуымен сипатталады [4].

Климаттық факторлар селдің қатты және сұйық компоненттерінің қалыптасуына айтарлықтай әсер етеді және сел құбылыстарының генезисін анықтайды. Топырақ-өсімдік факторы жауын-шашынның едәуір бөлігін ұстап, жер үсті және жер асты суларының қалыптасуында маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар, қарқынды жауын-шашын кезінде селдің пайда болуы үшін тамаша жағдайлар жасалады. Гидрометеорологиялық фактор табиғи және антропогендік селдерді қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. Қазіргі таңда, кешенді факторлардың әсерінен селдердің жандануы байқалуда [7].

Селден қорғану және оны басқару, бақылау жүйелерін жетілдіру қажеттілігі барлық кезеңде оның маңыздылығы жоғары. Селге қарсы шараларды жүзеге асыруда, Қазақстандық ғалымдар, жобалаушылар мен арнайы жауапкершілікті мекемелер өз қызметтерін оңтайлы орындауда. Соның бірі, зерттеліп жатқан аймақтың селге аса қауіптілігін ескере отырып, Селұстағыш бөгетін салу жоспарлануда және құрылыс жұмыстары жүргізіп отыр. Ол Үлкен Алматы өзеніндегі Аюсай шатқалының төменгі бөлігінде орналасатын селұстағыш бөгеті (5-сурет).



5-сурет. Үлкен Алматы өзеніндегі Аюсай шатқалының төменгі бөлігінде орналасатын (жоба) селұстағыш бөгетің макеті

Бөгеттің жалпы биіктігі 41,1 м құрайтын, жалпы есептік су сыйымдылық көлемі 2,301 млн.м³. Бөгет құрылысы 2023 жылы аяқталады деп күтілуде.

Алайда, зерттелген аймақты селден қорғаудағы қолданыстағы іс-шараларды жетілдіре түсуді қажет етеді, яғни бұл аумақта селқауіпті 100 ошақтар бар, ол ауданы 1,5 млн м² астам аймақтың зақымдануына алып келуі мүмкін, ал селдің әсер ету аймағында орналасқан 2000 жуық маңызды нысандар бар, бұл осы аймақта тұратын 12 000 жуық тұрғындар мен жұмысшыларың өміріне қауіп туындыруы мүмкін [2].

Қорыта келгенде, тиімді селден қорғану - кешенді іс-шараларды жүргізілуін талап етеді. Олар пассивті іс-шаралар: мониторинг желісін құру (мемлекеттік, өңірлік, жергілікті, нысаналық деңгейлер), халықты экологиялық-геологиялық оқыту, тиісті әдебиеттерді шығару, дәрістер оқу, селден қорғану тақырыбындағы телебағдарламалар жариялау, халықтың сел туралы білімін ашу және т.б. қамтиды. Ал активті (белсенді) іс-шаралар сел құбылысынан тікелей қорғауды қамтамасыз етеді: елді-мекендердің тіршілігін қамтамасыз ету объектілерінен сел тасқындарын бөгейтін немесе бұратын құрылыстар салу, селдердің сұйық құрамын жинақтау үшін гидротехникалық құрылыстар құру, беткейлерді ормандандыру және террасалау және басқа да іс-шаралар жетілдіруден тұрады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Медеу А.Р., Благовещенский В.П., Баймолдаев Т.А., Киренская Т.Л., Степанов Б.С. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана Алматы, 2018. Т. 2. Ч. 2. – 288 с
2. Баймолдаев Т.А., Виноходов В.Н. Казселезащита – оперативные меры до и после стихии. Алматы: Бастау, 2007. – 284 с.
3. Лущик А.В., Лущик М.А., Иваненко Т.А. Мировой и Крымский опыт противоселевой защиты. Экономика строительства и природопользования №1(2) 2017., 50-56 с.
4. А.Р. Медеу., В.П. Благовещенский., С.У. Ранова., Н.Е. Касаткин., М.К. Касенов., Ж.Т. Раймбекова. Система противоселевых мероприятий в Заилийском Алатау. Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 6-й Международной конференции. Душанбе, 2020. 39-47.
5. М.М. Молдахметов А.Қ. Мусина. Сел құбылыстарынан қорғанудың әлемдік және қазақстандық тәжірибесі. Гидрометеорология и экология №2, 2010. 192-201 с.
6. Zapparov M.R., Kassenov M.K., Raimbekova Zh., Auelkhan Y., Abishev B. Main criteria defining gulf risk on the territory of Almaty region, Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences 6. 2021. 77-84 с.
7. Медеу А.Р. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Основы управления. – Алматы, 2011. Т. 1. – 284 с.

Оценка изученности и состояния противоселевой защиты (на примере реки Большая Алматинка) А. Сәрсенбекқызы, М.Р. Заппаров

Аннотация. В статье оценили состояние мероприятий, применяемых для защиты от селя в бассейне реки Большая Алматинка. Кроме того, проведен обзор мирового опыта противоселевой защиты в селевой зоне. Проанализированы селевых потоков в бассейне реки Большая Алматинка, проведена оценка состояния гидротехнических сооружений. Определены объекты с основными селеобразующими факторами, приведены критерии прорывоопасности моренных озер. Разработана схема распространения селеобразующих опасных моренных озер. Необходимость совершенствования систем защиты от селя и его управления, контроля на всех этапах имеет большое значение. В статье рассматривается необходимость селезащитные меры на данном этапе бассейна реки Большая Алматинка.

Ключевые слова: селевые очаги, противоселевые мероприятия, гидротехнические сооружения, моренное озеро, селевая опасность

Assessment of the study and condition of anti-settlement protection (for example, the Bolshaya Almatinka river) A.Sarsenbekkyzy, M.R. Zapparov

Annotation. The article assessed the state of measures used to protect against mudslides in the basin of the Bolshaya Almatinka River. In addition, a review of the world experience of anti-mudflow protection in the mudflow zone was conducted. Mudflow flows in the basin of the Bolshaya Almatinka River are analyzed, the condition of hydraulic structures is assessed. The objects with the main mudflow-forming factors are identified, the criteria for the explosion hazard of moraine lakes are given. A scheme for the distribution of mudflow-forming dangerous moraine lakes has been developed. The need to improve the systems of protection against mudslides and its management, control at all stages is of great importance. The article discusses the need for self-protective measures at this stage of the Bolshaya Almatinka River basin.

Keywords: mudflow foci, anti-mudflow measures, hydraulic structures, moraine lake, mudflow hazard

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖӘНЕ СУ ӘКЕТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖҰМЫС ТИІМДІЛІГІН ЖАҚСARTУ ҮШІН ШАРАЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ

М.М. Данабек



Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

nambaeva_madina@mail.ru

Андатпа. Бұл баяндамада, Алматы қаласында орналасқан, Энерготиімділік және инфрақұрылымдық даму басқармасының шаруашылық жүргізу құқығындағы «Алматы Су» мемлекеттік коммуналдық кәсіпорнын зерттеумен айналысып жатырмын, осы кәсіпорында қанша қызметкер тіркелгендігін және сол қызметкерлердің дәрежелерін анықтап, сол ауданға қанша қызметкер тағайындау керектігі жайлы болашақта баяндама шығарамын және осы мемлекетке, Алматы қаласына пайдасын тигізетін су әкету жүйелерінің тиімділігі жайлы ақпарат беріп өтемін.

Алматы су мемлекеттік коммуналдық кәсіпорынды толық зерттеу үшін, мен төртінші санаттағы су құбыры желілерін қараушы болып еңбек шартымен мекемеге жұмысқа тіркелдім. Алматы суды одан сайын жақсартатын тәсілдер, түрлі амалдар қарастыратын боламын, оның ішінде мекемеде қанша қызметкерлер жұмыс істейтіндігін ғана қарап қоймай, мекемені қаражат жағынан қарастыратын боламын.

Негізгі сөздер: Тұтынушы, кәріз, кәсіпорын, жер асты су көздері, жер үсті су көздері, МКК басшылық, су құбыры.

Алматы қаласында орналасқан Алматы сумен жабдықтау және су әкету жүйелері кәсіпорны 1931 жылы бастау алған. Алматы қаласының әкімдігінің қаулысы бойынша 2008 жылы №4/638 қаулысына сәйкес алғаш рет жұмыс істеп, ашыла бастады. Алматы қаласы Қазақстан Республикасы бойынша ірі қалалардың бірі болып саналады және Нұр-Сұлтан қаласы да ең ірі қалалардың бірі болып саналады. Алматы су кәсіпорыны 2 миллионнан астам су тұтыну тұрғындарына және де ауданға қарайтын іргелес тұрғындарға қызмет көрсетіп келеді. Қазіргі таңда Алматы су өз қызметтерін қатаң әрі адал орындап келеді, және қазіргі заманғы талаптарына сай етіп бұлжытпай орындауда және Қазақстан Республикасының заңнамаға сай етіп тәртіп сақтауда. Алматы су миссиясы қазіргі таңда, заңнамаға сәйкес лайықты су сапасын және сумен жабдықтау және су әкету жүйелерін қамтамасыз етіп отыру керек, қол жетімді бағада тарифтер қою керек. Тарифтер ыстық және суық, кәріздер бойынша бөлінеді, қазіргі таңда мен суық су тарифтері бойынша суды бақылап отырамын, яғни Алматы су ыстық және кәрізден аққан суларға жауап бермейді, тек қана суық су сапсына жауап береді. Тағы бір жауапкершілігі мегаполистің тұрақты дамуы және сумен жабдықтау суды тұтыну мәдениетін қалыптастыру және әр аймақтың өзіндік табиғи ресурстарын сақтау болып табылады. Біздің құндылықтар яғни болашақ ұрпаққа келер 2050 жылға үлкен жауапкершілік қоюлы тұр.

Табиғи ресурстарды соның ішінде су тұтынушыларға талап қою және суды, энергияны ұқыпты, үнемді пайдалану және тұтынушыларға қойған талаптарды қадағалап отыру керек, және тұтынушылардың өздері де талап қояды соларды үнемі зерттеп, қадағалап отыру керек. Су жабдықтау және су әкету жүйелерінің тұтынушыларына қызметтегі қанағаттануын арттыру керек және олармен өзара байланыста болу керек, қауіпсіздік шараларын және еңбек жағдайларын жақсарту болып келеді, әлеуметтегі сұрақтарға жауап беру және қорғау болып келеді.

Кәсіпорындағы қызметкерлерге еңбек шартын қатаң ұстау және жалақыны лайықты деңгеймен қамтамасыз ету болып табылады, қызметкерлер және олардың отбасыларына, зейнетке шыққан қызметкерлерге, ақпарат бойынша ашық және жауапкершілікте болу керек. Кәсіпорын негізінен шынайы ақпаратқа қол жеткізу, оның ішінде бұқаралық ақпарат, және де басқа қоғамдық ұйымдармен де белсенді өзара әрекеттесіп отыру керек.

Кәсіпорынның қызметтерінің бірі ол Алматы қаласы және Алматы облысының сумен жабдықтау және су әкету жүйелерінің қызметін дамыту болып табылады.

Кәсіпорынның тағы қызметтерінің бірі болмаса мақсаты ол сол ауданда орналасқан елді мекендерді тіршілікпен яғни сумен жабдықтауды қамтамасыз ету болып табылады және техникалық қызмет көрсету оларды пайдалану, күтіп ұстау болып келеді.

Кәсіпорынның мақсаттарын орындау үшін оларды жүзеге асыру керек, яғни олар мынандай:

1. Сумен жабдықтау және су әкету жүйелерінің жұмыс тиімділігін жақсарту;
2. Су құбырдың желілері және сыртқы су құбыр желілері жергілікті жерлерге техникалық қызмет көрсету болып табылады;
3. Апат болған жерлерді яғни сумен жабдықтау және су әкету желілеріндегі қайта орнына келтіріп, жүргізу болып табылады;
4. Есептік құралдың көрсеткішін алу;
5. Шикі суларды шығарып, жинап тастау болады;
6. Тұтынушылардың есептік құралдарын алып, орнатып және ауыстыру болып табылады;
7. Сумен жабдықтау және су әкету жүйелерін қосу және оларды қайта ажыратуға болады;
8. Шегінен шыққан лас сулардан, сарқынды суларды қосымша тазарту үшін қызмет етеді;
9. Су тұтынушылардың су шығынын есептейтін құралдарын есептеу болып келеді;

Алматы қаласын сумен жабдықтау және су әкету жүйесі бойынша су өндірудегі жер үсті және жер асты су көздерімен жұмысқа қолданылады. Соның ішіндегі жер асты су көздері:

Қазіргі таңда суды өндіру және су алу Алматы қаласы, Кіші Алматы бойынша орындарының жер асты су көздерінен жұмысқа қолданылады. Қазіргі сәтте жалпы 386 артезиан ұңғымасы бар, жалпы тереңдіктері бойынша 500 метрге дейін барады, соның ішінде 11 бақылау ұңғымасы бар.

Алматы және Кіші Алматы жер асты су қоймаларында ұңғымалар, кен орындарының орналасу тереңдіктеріне байланысты үш сулы горизонтпен қолданылады:

- 150 м дейін
- 150 м-ден 300 м-ге дейін
- 300 м-ден 500 м-ге дейін

Күн санап қазір шамамен 170 ұңғыма жұмыс істеп жатыр.

Шаруашылық ауыз сумен жабдықтау көзі Қазақстан Республикасының аумақтарында қолданыста болу үшін нормативтермен бірге сәйкес келу керек.

Жер үсті су көздері мыналар болып келеді:

Қазіргі таңда су өндіру үшін және алу үшін үлкен және Кіші Алматы, Қарғалы және Ақсай өзендері бойынша жер үсті сулардан жүргізіліп өтілуде.

Жер үсті су көздеріне су тұндырғыштарына тәуліктік реттеу бассейндері реттелуге түседі, онда сулардың алдын-алу тұнуын қадағалау, тоқтатылып тұрған бөлшектердің тұнбасымен жүреді.

Одан сайын суды тазарту үшін су тазарту құрылыстарына жіберіліп отырады, ол тазартуға жіберілген суды тазартуға арналған құрылымдарының жалпы кешені орналасқан: тұндырғыш, араластырғыш, сүзгі, суды тазартуға арналған қондырғы.

Коагуляция үшін химреагенттердің қоспасы олар: темір хлориді, алюминий сульфаты қолданысқа ұшырайды. Қажетті суды әк сүтімен араластырып ерітіндісін сілтілеп жүргізеді.

Химреагенттерді араластырғанда мемлекеттік орналасқан қабылдау камерасында, Медеу араластырғыштармен жүргізіліп отырады. Содан соң су тұндырғыштарға жіберіліп отырады, су тұндырғыштан кейін онда су ағарып, суспензиялар тұндырылып, ағартып жіберіліп отырады.

Соңғы суды тазартқан кезде және бактерияларды сақтап, оларды жылдам сүзгілерге жіберіп отырады.

Бактериялардың барлығын толығымен жою үшін, электролиз қондырғысынан асқа қосатын тұзынан алынған натрий гипохлоритінің ерітіндісінен су зарарсыздандырылады.

Өздігінен ағып отыратын су және 2-ші және одан кейінгі су көтергіштердің сорғы станцияларынан кейінгі тазартылған суы және оны зарарсыздандырылған су тарату желісінен кейін тұтынушыларға беріледі.

Екінші су көтермеде 51 сорғы станциясы қолданылады, соның ішінде 236 айдау сорғысы орнатылып қойған.

Алматы қаласын сумен жабдықтау схемасына толық сыйымдылығы 300 мың метр 118 таза су резервуары қолданысқа енгізілген.

Кәсіпорындарды нысандарын энергия көздерімен жабдықтауды 81 трансформаторлық қосалқы станциясы қамтамасыз етіліп отыр.

Сумен жабдықтаумен әсер ететін аймағы:



Сумен жабдықтау желілерінің аудандары:

1. Алмалы ауданы – ауданда 340 км сумен жабдықтау және су әкету жүйелері тартылған.
2. Әуезов ауданы - ауданда 449 км сумен жабдықтау және су әкету жүйелері тартылған.
3. Алатау ауданы - ауданда 380 км сумен жабдықтау және су әкету жүйелері тартылған, оның ішінде су құбыры - 70,5 км, су бұру желілері - 53,9 км.
4. Бостандық ауданы - ауданда 374 км сумен жабдықтау және су әкету жүйелері тартылған, құдық 4673.
5. Жетісу ауданы - ауданда 374 км сумен жабдықтау және су әкету жүйелері тартылған, құдық 4673.
6. Түркісіб ауданы - ауданда 489,3 км сумен жабдықтау және су әкету жүйелері тартылған, құдық 5384.
7. Медеу ауданы - ауданда 451 км сумен жабдықтау және су әкету жүйелері тартылған.
8. Наурызбай ауданы - ауданда 289,3 км сумен жабдықтау және су әкету жүйелері тартылған, құдық 3251.

Су құбыры департаментінің аудандық учаскелері:

1. Алмалы аудандық пайдалану учаскесінде 31 қызметкер жұмыс істейді, оның ішінде инженерлік-техникалық қызметкерлерге 6 адамнан тұрады. Қалған 25 қызметкер авариялық жұмыстардың слесарі.
2. Әуезов аудандық пайдалану учаскесінде 40 қызметкер жұмыс істейді, инженерлік-техникалық қызметкерлерге 7 адамнан тұрады. Қалған 33 қызметкер авариялық жұмыстардың слесарі.
3. Алатау аудандық пайдалану учаскесінде 30 қызметкер жұмыс істейді, инженерлік-техникалық қызметкерлерге 6 адамнан тұрады. Қалған 24 қызметкер авариялық жұмыстардың слесарі.

4. Бостандық аудандық пайдалану учаскесінде 36 қызметкер жұмыс істейді, инженерлік-техникалық қызметкерлерге 7 адамнан тұрады. Қалған 29 қызметкер авариялық жұмыстардың слесарі.

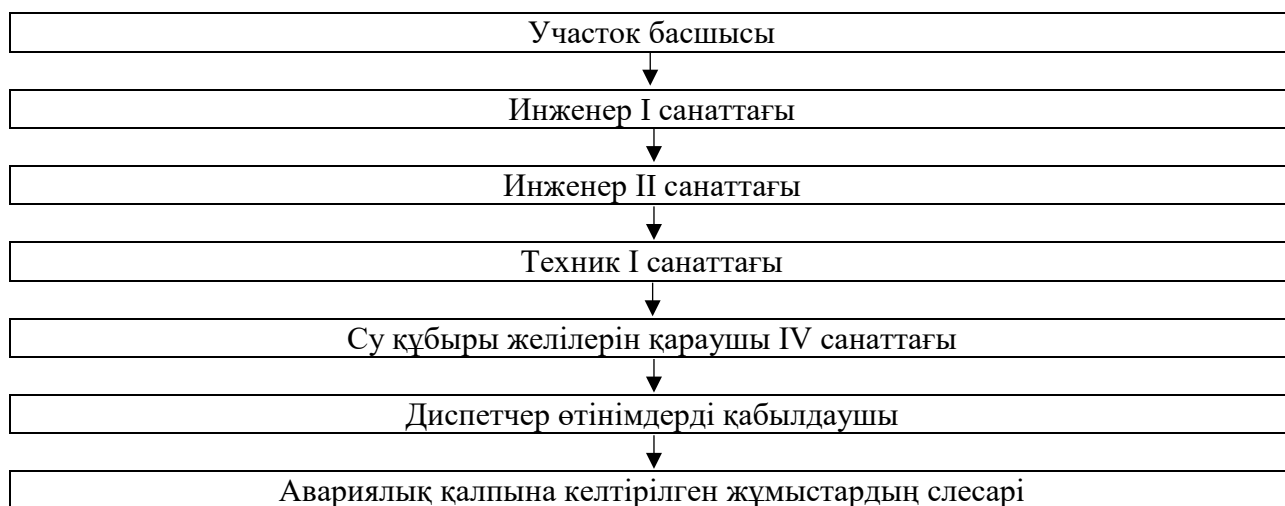
5. Жетісу аудандық пайдалану учаскесінде 38 қызметкер жұмыс істейді, инженерлік-техникалық қызметкерлерге 7 адамнан тұрады. Қалған 31 қызметкер авариялық жұмыстардың слесарі.

6. Түрксіб аудандық пайдалану учаскесінде 37 қызметкер жұмыс істейді, инженерлік-техникалық қызметкерлерге 5 адамнан тұрады. Қалған 32 қызметкер авариялық жұмыстардың слесарі.

7. Медеу аудандық пайдалану учаскесінде 38 қызметкер жұмыс істейді, инженерлік-техникалық қызметкерлерге 7 адамнан тұрады. Қалған 31 қызметкер авариялық жұмыстардың слесарі.

8. Наурызбай аудандық пайдалану учаскесінде 40 қызметкер жұмыс істейді, инженерлік-техникалық қызметкерлерге 7 адамнан тұрады. Қалған 33 қызметкер авариялық жұмыстардың слесарі.

Алматы Су МҚК басшылығы (аудан):



Қорытындылай келе, болашақта осы Алматы Суда әсер ету аймағын зерттеп, жұмыс тиімділігін анықтайтын боламын, егер жұмыс тиімділігі және қызметкер санаттары толық болып бір ауданға шығып тұратын болса, онда сол қызметкерлерді сағаттың яғни тәулігіне осынша сағат жұмыс істесе, жұмыс тиімділігі дұрыс қолданыста келе жатыр деп толығырақ нақтылайтын боламын.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. https://almatysu.kz/?page_id=215&lang=KK
2. ҚР «Халық денсаулығы және денсаулық сақтау жүйесі» туралы кодексі. Астана, 2009 №193-IV.
3. СанНМЕ «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемосточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» Астана 2011.
4. ҚР «Мемлекеттік және санитарлық бақылау» заңы. Астана, Ақорда, 2011 №377-IVЗРК.
5. Қазақстан Республикасының құқық бұзушылық туралы кодексі. Астана 2002.
6. Яковлев С.В. «Су бұру және ағынды суларды тазарту» Мәскеу. 2002 ж.
7. «Еңбекті қорғау» Мәскеу: Жоғары Мектеп 2003 ж.
8. «Су тасымалдау» Алматы 2014 ж.

Разработка мероприятий для повышения эффективности работы систем водоснабжения и водоотведения г.Алматы
М.М.Данабек

Аннотация. В данном докладе я занимаюсь исследованием государственного коммунального предприятия на праве хозяйственного ведения Алматы Су управления энергоэффективности и инфраструктурного развития, расположенного в г. Алматы, в будущем выступлю с докладом о том, сколько сотрудников зарегистрировано на данном предприятии и определить ранг этих работников и сколько сотрудников необходимо назначить в этот район, и об эффективности систем водоотведения, которые принесут пользу этому государству, городу Алматы даю информацию.

Для полного обследования Государственного коммунального предприятия Алматы су, я зарегистрировался на работу в учреждение по трудовому договору в качестве обходчиком водопроводных сетей четвертой категории. Алматы Су буду рассматривать различные подходы, которые еще больше улучшат воду, в том числе не только посмотреть, сколько сотрудников работает в учреждении, но и рассмотреть учреждение с точки зрения средств.

Ключевые слова. Потребитель, канализация, предприятие, подземные источники воды, поверхностные источники воды, руководство ГКП, водопровод.

Development of measures to improve the efficiency of water supply and sanitation systems in Almaty
M.M. Danabek

Abstract. In this report, I am engaged in a study of the state municipal enterprise on the right of economic management Almaty Su of the Department of Energy Efficiency and Infrastructure Development, located in Almaty, in the future I will make a report on how many employees are registered at this enterprise and determine the rank of these employees and how many employees need to be assigned to this area, and on the effectiveness of systems water disposal facilities that will benefit this state, the city of Almaty, I give information.

For a complete survey of the State Municipal Enterprise Almaty su, I registered to work in an institution under an employment contract as a water supply network crawler of the fourth category. Almaty Su will consider various approaches that will further improve the water, including not only to see how many employees work in the institution, but also to consider the institution in terms of funds.

Keywords. Consumer, sewerage, enterprise, underground water sources, surface water sources, GKP management, water supply.

ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ СУ ДАЙЫНДАУ БЕКЕТІНІҢ ТҮНБАСЫНЫҢ ҚАСИЕТІН ЗЕРТТЕУ

Дюсенгазина Ұ.Ғ. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

dyusengazina97@bk.ru

Аңдатпа. Бұл баяндамада су көздерінің бүгінгі таңда өзектілігі туралы, Алматы қаласы Бас су тазарту бекеті жайлы яғни су көзі қайдан алынады, онда қандай су тазалау құрылыстары бар екендігі және олар қандай қызмет атқаратыны, су бекетке келіп түскенде қандай тазалау әдістері қолданылатыны және халыққа жеткізіліп берілетін судың сапасы туралы мәлімет беріледі.

Тазартылған судан кейін тұндырғышта және су құбырларында тұнба түзіледі. Болашақта тұнбаны қарқынды түрде тағы да қандай тиімді әдіс тәсілдер арқылы алуға болатыны әліде қарастырылып, зерттеледі. Тазаланған судан алынған тұнба арнайы зертханаға жіберіледі. Осылайша, тұнбаның қасиеті анықталып қандай өнім алуға болатындығы анықталады. Ғылыми жобада тұнбаны шикізаттан, өнімге айналдырып қайта пайдалануға жарамдылығы зерттелінеді. Су дайындау бекетінің тұнбасын өңдеу және пайдалану бойынша технологиялық шешімдер қабылданады. Тұнбасын өңдеу және пайдалану әдістері және ғимараттары ойластырылды. Тұнбаны өңдеудің қазіргі жағдайы қарастырылып енгізулер мен толықтырулар ұсынылады. Сонымен қатар Қазақстанда, су дайындау бекеттерінің тұнбасы айтарлықтай өнім ретінде потенциалы үлкен, отқа төзімді керамика ретінде, құрылыс материалдары өндірісінде, ауыл шаруашылығында, орман шаруашылығында және т. б. шаруашылықтарда қайта пайдалануға жарамды болуы.

Негізгі сөздер. Су тазарту бекеті, су тазалау, тұнба, тұндырғыш, су құбыры, сумен қамтамасыз ету, су тазалау ғимараттары, су құдығы.

Қазіргі уақытта ең маңызды мәселелердің бірі болып қоршаған ортамызды қорғау, судың қорларын барынша сақтау және оны ұтымды пайдалану мәселелері есептелуде. Бұл мәселелерді шешудің бір жолына табиғи суды тазалау және баптау технологиялық үрдістерін нығайту жұмыстары жатады. Сондай ақ тұрғындарды сапасы жоғары сумен қамтамасыз ету қашанда да әлеуметті және санитарлық-гигиеналық үлкен маңызы бар, халықты әр түрлі жұғатын ауру сырқаудан сақтап қалатын мәселе деп саналады. Осыған байланысты суды тазартатын ғимараттарды және аспаптарды қолдану үшін олардың бастапқы құрылысын, жұмыс істеу тәртіптерін сонымен қоса есептеу әдістерін білген абзал. Бас су тазарту бекеті Алматы қаласының энергия тиімділік сондай-ақ инфрақұрылымдық даму басқармасы Алматы Су шаруашылықты жүргізетін мемлекеттік коммуналдық кәсіпорнының бір бөлімшесі болып табылады. Бас су тазарту бекеті Алматы қаласын сумен жабдықтау көздерінің бірі болып саналады және қаланың ауыз суға деген қажеттілігінің шамамен 35% - ын қамтамасыз етеді. Алматы қаласының оңтүстік-батыс бөлігінде, Үлкен Алматы өзенінің оң жағалауында орналасқан.

Алматыдағы бас су тазарту қондырғысының ауданы 14 га құрайды. Тазарту құрылыстарын сумен жабдықтау көзі Үлкен Алматы өзенінің таулы бөлігі және оның салалары: Құмбел су, Мраморная, Казачья, Проходная және Үлкен Алматы көлі болып табылады. Жобалық максималды өнімділік-тәулігіне 254 мың м³. Мұнда су бірнеше жолмен тазартылып, халыққа ауыз су ретінде беріледі.

Суды тазалау ғимараттарының құрамын табиғи судың сапасына сонымен қатар қолданушылардың тазаланып алынған судың сапасына қоятын талабына байланысты белгіленеді. Ауыз су негізінен шаруашылық жүйелерінде суды тазалауға ұсынылатын ғимараттар мемлекеттік 2874-82 стандартқа сай судың сапасын қамтамасыз етілуі керек.

Судың сапасы лайлылық, түстілік, судың иісі және дәмі, кермектілігі, сілтілігі, тотықтандыру, қалдық құрғақ күйде және сантүрлі химия заттарының мөлшері, бактериялардың саны, сияқты сипатталатын негізгі көрсеткіштері кіреді. Лайлылық дегеніміз судағы артық қалқыма заттар мөлшері. Стандартқа сәйкес ауыз судың лайлылығы 1,5 мг/л асып кетпеуі керек. Ал судың түстілігіне суда пайда болатын суды бояйтын заттармен, балдырлардың және фульва қышқылдарының әсері. Судың түсті платина және кобальт

шкаласына сәйкес 20 градустан арпау керек. Сондай-ақ ауыз суның дәмі мен иісі бес баллдық шкала бойынша, судың +20 °С температурасында 2 баллдан асып кетпеуі керек. Судың сілтілігін немесе қышқылдық дәрежелерін активтік реакция көрсетеді, ол сутек иондары концентрациясымен сипатталады. Ауыз судың рН 6 мен 9 арасында мемлекеттік стандарт бойынша болғаны жөн. Судың кермектілігі негізінен кальций мен магнийдің тұзының еріген мөлшерін көрсетеді. Ауыз судың кермектілігі шекті мөлшері 7,0 мг-экв/л аспайтын болу керек, арнайы жағдайда 10 мг-экв/л-ге дейін жетуіне рұқсат етіле беріледі. Судың ішінде бикарбонаттардың, карбонаттардың, гидраттар және басқа да әлсіз қышқылдардың тұздарының болуы судың сілтілігіне себеп. Тотықтандыру арқылы суда ерітілетін органикалық сонымен қоса тез тотықтандыратын бейорганикалық заттар мөлшерін көрсетеді. Бұл көрсеткішке мемлекеттік стандарт талап қоймаса да су жоғары тотықтандырылуы, оның ағын сумен ластанып кеткенін көрсетеді. Судағы қалдық құрғақ күйде еріген тұздың барлық мөлшерін айқындайды. Ауыз суға пайдаланылатын судың қалдығы 1000 мг/л асып кетпеуі керек. Суда болатын әралуан химия заттарының ауыз судағы мөлшері темірдің үлес мөлшері 0,3 мг/л арып кетпеуі керек. Марганец үлес мөлшері 0,1 мг/л болмау керек. Хлорид үлес мөлшері 350 мг/л-ден, сульфаттың-500 мг/л болмау керек. Мыс үлес мөлшері 1,0 мг/л болмау керек, мырыштікі-5 мг/л, қорғасындікі-0,03 мг/л, мышьяк-0,05 мг/л, берилий-0,0002 мг/л, селен - 0,001 мг/л, нитрат - 45,0 мг/л дейін ғана болуы шарт. Фтордың үлес мөлшері 0,7...1,5 мг/л арасында, климатқа байланысты болады. Негізі суда бактериялар жалпы саны 1 мл-де 100-ден аспауы керек. Коли-титр бұл бір ішек таяқшасы болатын суды см³ өлшенетін көлем. Коли-титр 300-ден кем болмауы шарт. Коли индекс дегеніміз 1 л суда ішек таяқшасының саны, ішетін суда коли индекс үлесі 3-тен асып кетпеуі керек.



№	Атаулары
1	Бақылау бөлімі (КПП-№1)
2	Әкімшілік ғимараты
3	Сорап бекеті
4	Қойма
5	Оператор бөлмесі
6	Шеберхана
7	Электролиз ғимараты
8	Трансформаторлық бекет ТБ
9	Сүзгі станциялары
10	Көлденең тұндырғыш
11	Шиыршық тұндырғыш
12	Реагенттік шаруашылық
13	Араластыру түйіні
14	Бақылау бөлімі (КПП-№2)
15	Тік тұндырғыш
16	Барабандық тор
KB	Видеобақылау камералары

1-сурет. Бас жоспар.Бас су тазарту бекеті

Су механикалық және физика-химиялық әдістермен тазартылады. Тазарту бекетіне су Бостандық ауданы, Витебская көшесі, 42 мекен-жайына, Үлкен Алматы өзенінде орналасқан су тоғанынан түседі. Су жинағышта су алдын ала тұндырылады және залалсыздандырылады. Су жинағышта алдын ала тазартудан кейін су ағынымен қабылдау камерасына түседі. Қабылдау камерасы 3 бөлімге бөлінген. Бірінші бөлімде су шиыршық тұндырғышқа, екіншісінен – тік тұндырғыштарға, үшіншісінен – көлденең тұндырғыштарға жіберіледі. Ластану жоғары болған жағдайда қабылдау камерасына коагулянттар енгізіледі. Қалалық сумен жабдықтауға кіретін суды тазарту және классикалық тазарту схемасы қолданылады, оған келесі процестер кіреді: коагуляция, қабыршақтану, тұндыру, сүзу, зарарсыздандыру. Коагулянттар ретінде алюминий сульфаты және темір хлориді қолданылады. Тұндырғыштардан кейін тазартылған су 2-ші және 3-ші кезектегі сүзгі станцияларына жіберіледі, онда ол сүзіледі және тоқтатылған заттардан толық тазартылады. Тазартылған су таза су қоймасына түседі, онда зарарсыздандыру үшін натрий гипохлоритінің ерітіндісі жіберіледі.

Суды тазалау әдістеріне мыналар жатады:

1) судың ішіндегі қалқыма затты коагуляндыру үшін суды реагент ерітіндісімен тазалау (көбінде алюминий сульфаты, хлор темірмен) коагуляция кезінде суға әк болмаса сода қосып сілтілігін жоғарылататын болады;

2) тазалайтын суды реагентпен араластыру, араластырғышта оны 1...2 минут аралығында араластырып жасайды;

3) келесі коагулянттың жапалақ пайда болуы жағдайы, бұл әдіс камерада 6...30 минут аралығы етіледі;

4) қалқыма заттарды және бактерияларды тұндыру арқылы суды мөлдірлету; суды мөлдірлету әдісі тік және көлденең тұндырғыштарда және мөлдірлеткіштерде өтеді;

5) суды соңына дейін мөлдірлетіп және бактерияны ұстап қалу үшін сүзгілерде сүзу процесі;

6) судың бактерияларын толығымен жою үшін суды өзін хлорлау болмаса озондаумен зарарсыздандыру, бұл үшін арнайы аспаптар пайдаланылады;

7) сүзіліп болған суға аммонизатор арқылы аммиак қосып; оны егерде суда хлорфенолдық иіс және дәм бар болса қолданады, гидробиологиялық фактормен пайда болатын дәм және иісті активті көмір қоспасы арқылы кетірген жөн.

Қортындылай келсек, су тазарту бекеті бір-бірімен тығыз байланысты су тазалау ғимараттарының жүйесі деп саналады. Су тазарту бекеті тәулік бойына бірыңғай жұмыс істеуімен есептеледі. Су тазарту бекетінің маңызды ғимараттарының құрамын негізінен оның өнімділігіне, судағы қалдық заттың мөлшеріне, санына және судың түстілігіне байланысты қабылдап алынады.

Суды шаруашылық-ауыз су мақсаттары үшін дайындау, тұнбаның айтарлықтай көлемінің пайда болуына әкелетіні белгілі. Бағалаулар бойынша әлемде күн сайын шамамен 10 000 тонна тұнба мөлшері өндіріледі (кұрғақ зат бойынша) және бұл мөлшер су тұтынудың артуымен өседі. Мұндай тұнбаны орналастыруға қойылатын экологиялық талаптар үнемі күшейтіліп отырылады.

Қазіргі уақытта Қазақстанның су дайындау бекеттерінде тұнбаны өңдеудің бірыңғай әдістері жоқ, тұнбаның қасиеті судың сапасы мен су көздеріндегі су дайындау технологиясымен анықталады. Сонымен қатар, судың тұнбасы жоғары ылғалдылықпен үйлесетін су шығару қабілеті төмен, 98-99% жетеді, бұл олардың механикалық сусыздануын қиындатады. Сондықтан зерттеу нысаны ретінде Алматы қаласындағы Бас су тазарту бекеті таңдалынып алынды.

Алматы қаласындағы Бас су тазарту бекетіндегі тұндырғышты тазарту кезінде жыл сайын күзгі уақытта шамамен әр тұндырғыштан 1 немесе 2 тонна тұнба алады. Тұнба пайдаланылмай кәрізге тасталады. Сол себепті тұнбаны зерттеп, өңдеп оны бірнеше шаруашылықта тиімді пайдаланған артығырақ.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 ҚР ҚН 4.01.02-2009. Сумен жабдықтау. Сыртқы тораптар мен ғимараттар.
- 2 ҚР ҚН 4.01-41-2006 Ғимараттардың ішкі су құбыры және канализациясы.
- 3 М.Мырзахметов., Е.Т.Тоғабаев – Суды тазалау техникасы мен технологиясы: Оқулық – Алматы: ҚазҰТУ, 2010
- 4 Қасымбеков Ж.Қ. Сораптар, сорап станциялары және желдеткіштер. Оқу құралы. Алматы, 2010.
- 5 Завгородняя И.В. Проектирование и расчёт системы водоснабжения сельского населённого пункта: - Краснодар: 2004.
- 6 Мырзахметов М. Суды тасымалдау: Оқулық. – Алматы, «Экономика» баспасы, Алматы 2014.
- 7 Яковлев С.В., Губий И.Г., Павлинова И.И., Су ресурстары және оны пайдалану. М.: Высшая школа, 2008.

Исследование свойств осадков станции водоподготовки г.Алматы для обеспечения их эффективной утилизации

У. Г.Дюсенгазина

Аннотация. В данном докладе рассказывается об актуальности водоисточников на сегодняшний день, о Главном водоочистном пункте г. Алматы, откуда берется источник воды, какие водоочистные сооружения там имеются и какую функцию они выполняют, какие методы очистки применяются при поступлении на водоисточник и качество воды, поставляемой населению.

После дистиллированной воды в отстойнике и водопроводных трубах образуется осадок. В дальнейшем будет рассмотрен и изучен, каким еще эффективным методом можно интенсивно получать осадок. Осадок, полученный из очищенной воды, отправляется в специальную лабораторию. Таким образом, определяется свойство осадка и определяется, какой продукт можно получить. В научном проекте исследуется пригодность осадка для повторного использования из сырья, в продукт. Принимаются технологические решения по обработке и использованию осадка водоподготовительного поста. Были продуманы способы обработки и использования осадка и сооружения. Рассматривается современное состояние обработки осадка. Также предполагается, что осадки водоподготовительных пунктов в Казахстане пригодны для повторного использования в качестве продукции, огнеупорной керамики, в производстве строительных материалов, сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и т.д.

Ключевые слова. Станция очистки воды, водоочистка, осадок, отстойник, водопровод, водоснабжение, водоочистные сооружения, колодец.

Investigation of precipitation properties of the Almaty water treatment plant to ensure their efficient disposal

U. G. Dyussengazina

Abstract. This report tells about the relevance of water sources today, about the Main water treatment point of Almaty, where the water source comes from, what water treatment facilities are there and what function they perform, what purification methods are used when entering the water source and the quality of water supplied to the population.

After distilled water, sediment forms in the sump and water pipes. In the future, it will be considered and studied by what other effective method it is possible to intensively obtain sediment. The sediment obtained from purified water is sent to a special laboratory. Thus, the sediment property is determined and it is determined which product can be obtained. The scientific project investigates the suitability of sludge for reuse from raw materials into a product. Technological decisions are being made on the treatment and use of the sediment of the water treatment post. The ways of processing and using sediment and structures were thought out. The current state of sludge treatment is considered. It is also assumed that the sediments of water treatment plants in Kazakhstan are suitable for reuse as products, refractory ceramics, in the production of building materials, agriculture, forestry, etc.

Keywords. Water treatment plant, water treatment, sludge, sump, water supply, water supply, water treatment facilities, water intake.

АКТ ОБСЛЕДОВАНИЯ МОРЕННОГО ОЗЕРА ПОД ЛЕДНИКОМ МАКСИМОВА В БАССЕЙНЕ РЕКИ ШЕЛЕК НА ТЕРРИТОРИИ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Камзина С.Н., Жетписбаева, Т.К. Зинур А.З. 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

*zinur.ablay@gmail.com

Аннотация. Развитие моренно-ледниковых озер неразрывно связано с процессами сокращения ледников и глобального потепления климата. Продолжающееся отступление ледников в горных районах Алматинской области в связи с изменением климата имеет далеко идущие последствия для образования и расширения морено-ледниковых озер. Последующие наводнения, вызванные прорывом морено-ледниковых озер, представляют собой серьезную угрозу для жизни и средств к существованию, поскольку они могут нанести катастрофический ущерб на расстоянии до сотен километров вниз по течению.

В работе приводятся результаты исследования ледника Максимова, озера и озерной перемычки, топогеодезические и батиметрические работы. Для анализа горных моренных озер в работе применялись различные методы: районирование, дешифрирование космических снимков с применением ГИС-технологий, картографический и геоинформационный анализы, батиметрические измерения, наземные и аэровизуальные обследования, гидрологические, инженерно-геологические. Полученные данные батиметрической съемки было проанализировано в программе MS Excel на основе обработанных данных были построены батиметрические карты с помощью программы Surfer.

Ключевые слова. Бассейн реки Шелек, ледник Максимова, моренные озера, уровень воды, приток, река, сейсмическая активность, селевые явления.

Моренные озера - это тип ледниковых отложений, созданный непосредственно ледником. Представляет собой неоднородную смесь обломочного материала — от гигантских глыб, имеющих до нескольких сотен метров в поперечнике, до глинистого материала, образованного в результате перетирания обломков при движении ледника. В работе приводится обследование моренных озер под ледником Максимова.

В основные виды работ входило визуальное обследование ледника Максимова, озера и озерной перемычки, проведены топогеодезические и батиметрические работы, проведены работы по сканированию георадаром.

Бассейн реки Шелек (Чилик) расположен между двумя хребтами Иле и Кунгей Алатау отрогами великого Тянь Шаньского хребта и значительно отличается по многим характеристикам от бассейнов рек указанных хребтов. Инженерно-геологические условия в горно-складчатых областях отличаются высокой сложностью и разнообразием.

Река Шелек - второй по величине приток реки Или - образуется от слияния рек берущих начало с ледников Жангырык, Богатырь и Корженевского хребтов Иле и Кунгей Алатау, на высотах более 3500 абс.м.

Бассейн реки занимает юго-восточную часть хребта Иле Алатау и северо-западную часть хребта Кунгей Алатау. В верхнем течении река течет на восток в глубоком ущелье между южными склонами Иле Алатау и северными Кунгей Алатау.

На выходе в Жаланашскую впадину, она круто поворачивает на северо-запад (почти под углом 90°), затем, прорезав низкорослые отроги Иле Алатау, выходит в Илийскую впадину. Здесь имеет место тектонический прехват русла реки в поздне альпийском этапе тектогенеза. Об этом свидетельствуют антициклонные участки русла реки в горах Тор-Айгыр и Бугутты (т.е. река прорезает горы образца сквозную долину).

Русло реки умеренно извилистое, сложено валунами, галькой и песком, с большим количеством рыхлообломочного материала вынесенного селевыми потоками и паводками.

В горной части в р. Шелек впадает более 70 притоков. Среди них и небольшие, но многоводные притоки, которые стекают с северного склона хребта Кунгей Алатау.

Склоны долины реки Шелек в среднем течении осложнены фрагментами древних аккумулятивных террас селевых отложений различного возраста.



Рис.№3. Ледник Максимова

Площадь ледника- 3,4 км². Наивысшая точка вершины ледника 4768 абс.м., низшая точка 3557 абс.м. Длина ледника 2,2 км. Из-за деградации ледника, в верхней части он распадается на 4 части. Высота уступа ледника над озером составляет порядка 8-10 метров. Ледник висит над озером с небольшим обратным уклоном. В нижней части языка ледника имеется 3- поперечные трещины длиной около 250 м. Нижняя, восточная часть ледника частично покрыта отложениями с высотой в среднем до – 2х метров.



Рис.№4. Трещины на концевой части языка ледника

Расстояния от озера Максимова до впадения в реку Шелек около – 20 км. Расстояние до населенного пункта Саты составляет порядка 55км. Озеро относится к категории прорывоопасных.

Справочно: Площадь современных морен, которые являются ареной развития, деградации моренно-ледниковых озер значительно увеличилась. Также отмечается рост количества ледников по причине дробления больших ледников на более мелкие. Ледник Корженевского, относящийся к самым крупным в Казахстане за 50 лет уменьшился на 4,59 км³ (28,6%) .Общее количество ледников зарегистрированных в бассейне реки Шелек по состоянию на 2014 год 511, а в первом Каталоге насчитывалось 249 ледников.

С отступлением ледников увеличивается дополнительные площади, где не только возникли предпосылки для появления новых моренных озер, но и наблюдается интенсивное формирование озерных котловин.

Южная часть озера находится в непосредственном контакте с языком ледника №140. В случае обрушение концевой части языка ледника возможно образования высокой волны, который может привести к частичному разрушению озерной перемычки с последующим селеформированием.

Борта озерной котловины в западной части состоят из боковой морены, протяженность которой составляет около 1700 метров, полосой около 200 метров, уклон 60-65 градусов.

В 16.08.2018 году проводилось батиметрические работы. По результатам батиметрических работ параметры озера составил: длина – 750 м, максимальная ширина – 475 м, максимальная глубина – 57,6 м, площадь водной поверхности – 233900 м². Объем воды в озерной котловине составляет - 5,389 млн.м³.

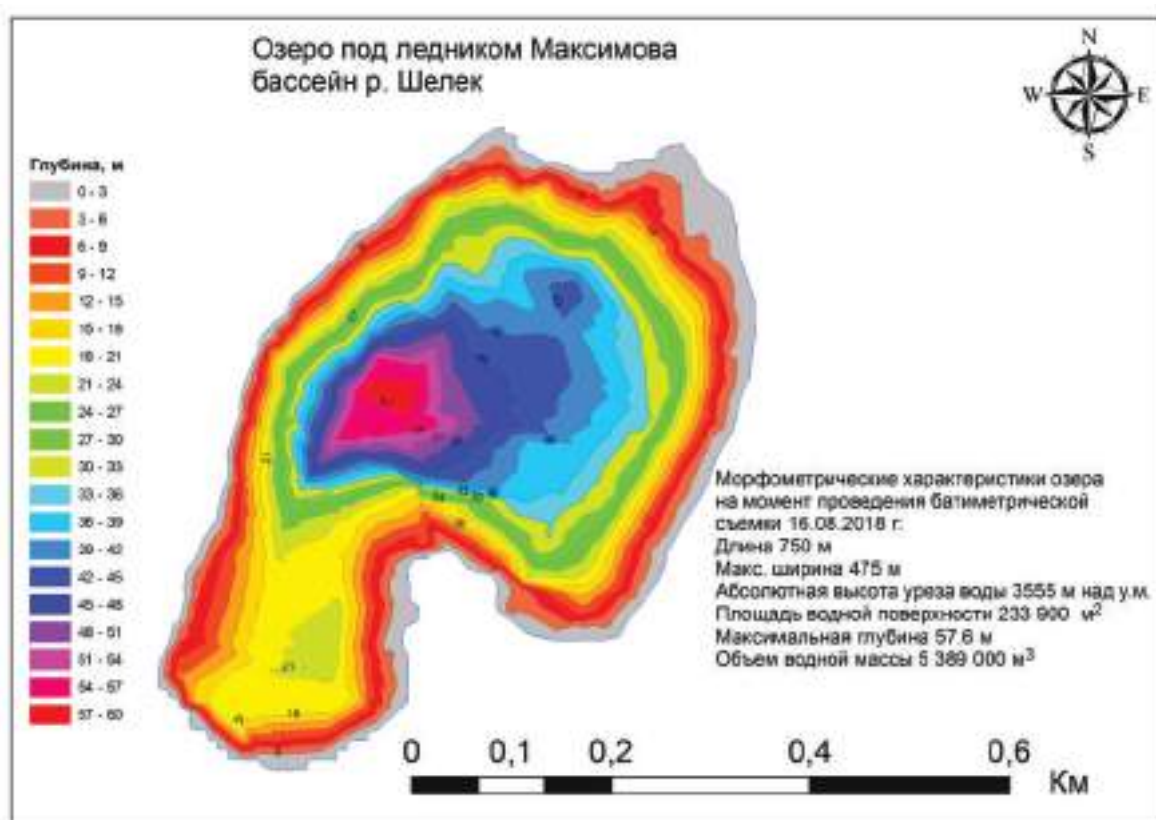


Рис. №5. Батиметрическая съемка озера 16.08.2018

По материалам аэровизуального обследования проведенного в мае 2019 года отмечается значительное понижение уровня воды в зимний период на 8-10 метров. Вероятно, столь значительное понижение связано с постепенной «сработкой» озера в сейсмический разлом.

Согласно сейсмической карты рядом с озером проходит сейсмический разлом

В ходе проведения обследования 7.09.2021 года текущего года были проведены батиметрические работы, по результатам которых параметры озера составили:

длина – 873 м, максимальная ширина – 475 м, максимальная глубина – 62 м, площадь водной поверхности – 244500 м². Объем воды в озерной котловине составляет - 6,476 млн.м³.

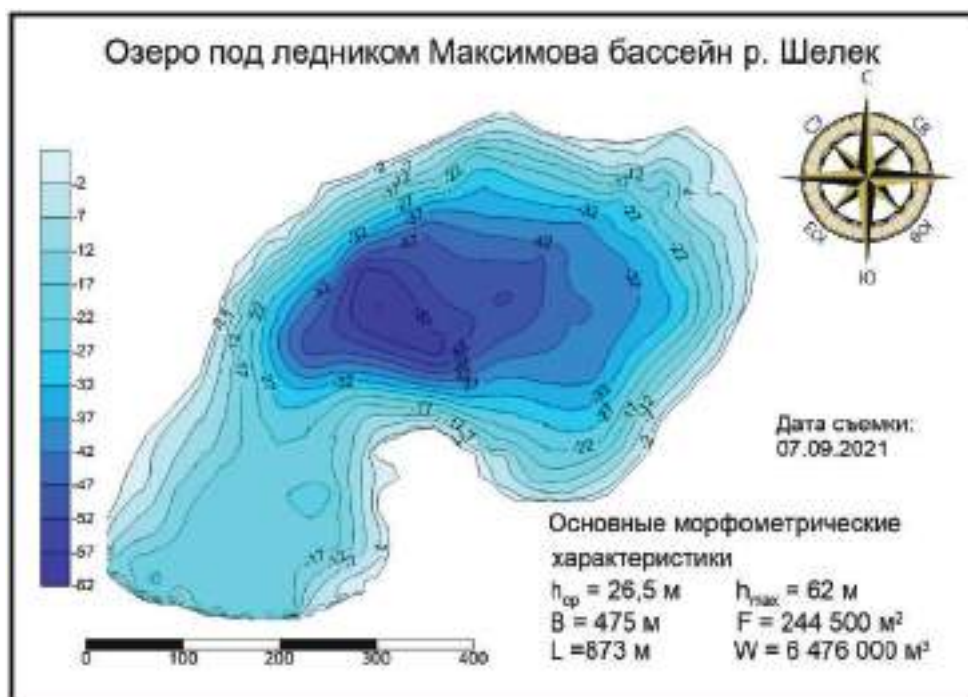


Рис. №6. Батиметрическая съемка озера 7.09.2021 г.

В сравнении данной батиметрической съемки с результатами съемки 16.08.2018 году выявлено следующее:

- в связи с интенсивным отступанием ледника, длина озера увеличилась в сторону ледника на 123 метра (12%);
- максимальная ширина осталась без изменений - 475 м, но наблюдается значительное расширение озера в борта озерной котловины, особенно в правой части;
- максимальная глубина увеличилась на 4,4 м, что указывает на наличие ледяной чаши котловины озера (11%);
- площадь акватории озера увеличилась на 10600 м². (10%)
- объем воды в озерной котловине увеличился на 1,087 млн.м³, то есть средний прирост объема воды составляет порядка 350 тыс.м³. воды (12%).

На сегодняшний день озеро Максимова является самым большим озером расположенного на современной морене не только на территории Алматинской области, но и в Республике. Отмечается интенсивный рост озера в сторону ледника.

Исходя из рельефа местности возможно увеличение площади акватории озера более чем в два раза до 620 тыс.м³, при этом максимальная глубина может составить 75 м.

Справочно: Сейсмическая активность в бассейне реки Шелек.

Инженерно-геологические условия бассейна реки Шелек отличаются высокой сложностью и разнообразием. Этому способствует ряд специфических обстоятельств. Многообразие форм рельефа, геологических и климатических условий, способствующих развитию и активизации целого ряда экзогенных и эндогенных геологических процессов.

По изученным данным район относится к району с высокой сейсмической активностью. Бассейн реки Шелек относится к 9 балльной сейсмической зоне. Отмечено что, даже при землетрясениях порядка 3-5 баллов при сильном увлажнении или переувлажнении наблюдается смещение рыхлого материала на склонах. Землетрясение свыше 8 баллов, как правило, сопровождается развитием катастрофических обвалов и оползней (Верненское 1887г., Чиликское 1989 г., и Чон-Кеминское 1911г.). Объемы обвалов и оползней достигли многих десятков тысяч и десятков миллионов кубометров. Они являются так же постоянным и неисчерпаемым источником твердой составляющей селевых потоков.

Катастрофические землетрясения оставили свои грандиозные следы в виде громадных оползней и обвалов. Примерами самых катастрофических землетрясений являются:

По своим масштабам сейсмогенные сели превысили в два-три раза все катастрофические ливневые и гляциальные, наблюдавшиеся на территории Казахстана. Только за последние немногим более 100 лет здесь произошло свыше 50 землетрясений с интенсивностью 6 и более баллов.

Параметры землетрясения: эпицентральная зона землетрясения охватывает восточные части хребтов Иле и Кунгей Алатау и простирается от р. Или до северо-восточного побережья оз. Иссык-Куль. После землетрясения образовались трещины, много громадных осыпей и обвалов в горах и ущельях. Эпицентр землетрясения выражен в виде эллипса, центр которого совпадает с участком наиболее тесного сближения рек Шарын и Шелек. По современным представлениям основные параметры землетрясения составили: глубина очага - 40 км. и максимальная сила в эпицентре свыше 10 баллов.

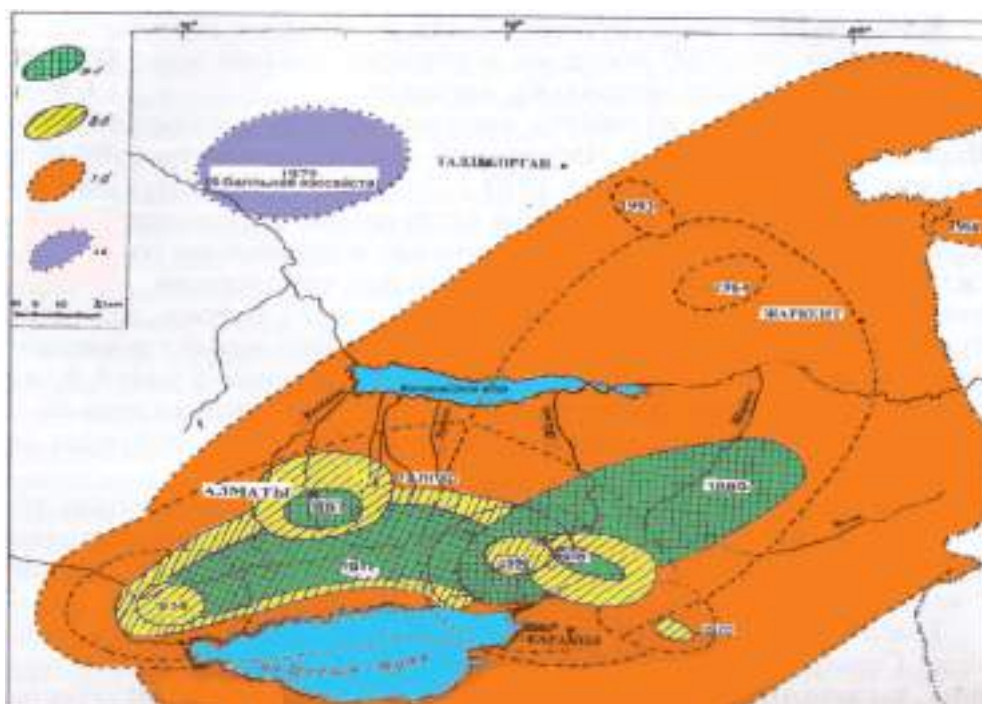


Рис. 7. Карта-схема сильных землетрясений в Алматинской области

На основании указанных фактов для региона в целом характерна высокая степень неравномерности проявления сильных землетрясений, как во времени, так и по площади. Периоды активизации сменяется периодами сейсмического спокойствия.

Сейсмические станции ежегодно регистрируют на территории области огромное количество слабых и микроземлетрясений, в среднем около 200 -300 толчков в год, очаги которых распределены очень неравномерно. Они отмечаются как в зонах описанных выше сильных землетрясений, так и вне их.

При возникновении землетрясения с высокой разрушительной силой может привести к разрушению озерной перемычки, обрушению ледника в озерную котловину с выплеском озерной воды из чаши с формированием катастрофического селевого потока.

Справочно: Селевые явления.

В бассейне реки Шелек различают все три типа селевых процессов: эрозионно-транспортный, эрозионно-сдвиговый, сдвиговый. Эрозионно-транспортный тип связан с формированием и происхождением мощных наносоводных потоков, в том числе и множества локальных селевых выбросов. Эрозионно-сдвиговый и сдвиговый типы формируют грязевые

и грязекаменные селевые потоки высокой плотности. На изучаемой территории отмечены следы происхождения селевых потоков различного генезиса. Чаще всего они формируются в мелких притоках основных водотоков. Возможность образования селей находится, при прочих разных условиях, в обратной зависимости от расхода потока, а катастрофичность в прямой зависимости. На мелких горных реках при наличии больших уклонов селевые потоки образуются часто, а в крупных с меньшими уклонами и сформировавшимся руслом реже.

Селевые потоки, сформировавшиеся в мелких водотоках, при впадении в основное русло обычно перемешиваются с водным потоком основной реки. Далее, концентрация твердой составляющей в потоке идет на снижение и селю переходит в следующую фазу, то есть в обычный наносоводный паводок. Такие сели наблюдаются в верховьях рек. Формирующими факторами жидкой составляющей этих потоков является, в подавляющем большинстве, дожди, ливни и таяние снега и интенсивная абляция ледников. Очагами таких селевых потоков служат потенциальные селевые массивы, селевые врезы и селевые рытвины.

Характеристики катастрофических селевых потоков по оставленным «следам» достигали величин: максимальные расходы от 2 до 10 тыс. м³/с, скорости – до 70 км/час, максимальные объемы выносов от 1 до 6 млн. м³ селевой массы и более.

Наносоводные селевые потоки возникают при прохождении мощных паводков, которые срывают русловую самоотмостку, размывают борта русел рек и переносят большое количество взвешенных и влекомых наносов. Плотность их постигает 1700-2000 кг/см³. Такие типы селевых потоков отмечаются в среднегорной и низкогорной части рек Кайынды, Кольсай и на других притоках. Передовая часть потока или отдельные его волны часто могут быть грязекаменными, в то время как основная его часть грязевая.

В верхней части бассейна реки склоны гор изрезаны селевыми потоками. Насчитывается более 20 наиболее крупных селевых врезов и значительное количество селевых рытин и очагов. Действительно, в изучаемом бассейне имеется большое количество селевых очагов, в которых могут образоваться за счет выпадения ливневых осадков селевые потоки ливневого генезиса.

Максимальная опасность прорыва озер наступает в период максимального таяния ледников, предельного заполнения озер, максимальными температурами воздуха в высокогорной зоне. Этим периодом являются конец июня - середина августа месяцев.

Справочно: Морено - ледниковые озера.

В данном бассейне существовали и на фоне глобального изменения климата продолжают развиваться самые большие в Республике по объему морено-ледниковые озера. В связи с интенсивными термокарстовыми процессами на современных моренах ледников отмечается рост количества морено-ледниковых озер и увеличение объемов котловин озер.

Селевая активность в бассейне определяется рядом факторов: наибольшие отметки горных вершин и хребтов, и соответственно, максимальное количество выпадающих осадков; большое число моренных и ледниковых озер, крупные селевые очаги; особенности геологии грунтов и т.п.

С высокой долей вероятности прогнозировался и механизм прорыва: по поверхностному каналу стока в наиболее ослабленной многолетней фильтрацией части озерной перемычки. Подобный механизм опорожнения наиболее катастрофичен, и вызывает разрушительные паводки с максимальным расходом в несколько тысяч кубометров в секунду. После всестороннего анализа сложившейся в верховьях реки Шелек ситуации было принято решение о принудительном опорожнении озера Богатырь методом контролируемого спуска воды.

Основная идея метода заключалась в следующем: проложить на нетронutom фильтрацией участке морены открытый эвакуационный канал, оголить погребенное мерзлое или ледовое ядро в озерной плотине, вызвать поверхностный перелив на этом участке. Сброс воды из котловины в дальнейшем обеспечивался за счет постепенного протаивания дна канала под действием теплообмена между водным потоком и мерзлыми грунтами.

Селеопасными считают те озера, которые имеют предпосылки разрушения перемычек с последующим формированием наносоводных и грязекаменных селей.

Заключение: Озеро относится к первой категории селевой опасности из колоссального объема воды в озере (6,5 млн.м³). Ежегодно объем озера увеличивается в среднем на 360,0 тыс.м³. Возможно увеличение площади акватории озера до 620 тыс.м³, при этом максимальная глубина может составить 75 м.

Прорыв озера возможен в случаях:

1. Разрушения поверхностного канала стока при резком подъеме уровня воды в озере из-за интенсивного притока талых вод с ледника Максимова с сработкой озера на 4-5 метра (до коренных пород).

2. схода ледовой лавины со значительным объемом с ледника Максимова с последующим выплеском озерной воды из чаши с формированием катастрофического селевого потока.

3. при возникновении землетрясения с высокой разрушительной силой может привести к разрушению озерной перемычки с последующим формированием катастрофического селевого потока. Так как район расположен в 9 бальной сейсмической зоне.

4. опорожнения озера по сейсмическим разломам с выходом воды на поверхность.

5. также возможно при возникновении иных неконтролируемых природных процессов.

По результатам проведенного обследования считаем, что проведение превентивных работ по снижению уровня воды в озере может привести еще к большему и интенсивному росту озерной котловины.

Рекомендации:

1. провести более детальное обследование морено-ледникового комплекса.

2. выставлять в весенне-летний период сезонный пост наблюдения.

3. в случае сильного землетрясения в горах Иле и Кунгей Алатау усилить контроль за гидрометеорологической обстановкой.

4. разработать алгоритм действий совместно с ДЧС Алматинской области на случай сильного землетрясения с формированием селевых потоков в бассейне реки Шелек.

5. рассмотреть вопрос о строительстве селезащитных сооружений в русле реки Шелек.

6. разработать противоселевые мероприятия в бассейне реки Шелек с установкой автоматизированной системы контроля за опасными моренными озерами, опасными участками селеопасных рек и т.д.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. M.R. Zapparov, M.K. Kassenov, Zh.T. Raimbekova, Y. Auelkhan, B.Zh. Abishev: Критерий прорывной опасности моренных озер на территории Алматинской области
MAIN CRITERIA DEFINING GLOF RISK ON THE TERRITORY OF ALMATY REGION

2. Виноградов Ю.Б. Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки. Л., Гидрометеоиздат, 1977.

3. Кожназаров А.Д. Инженерная геодинамика. Алматы: Каз НТУ, 2003.

4. Сергеев Е.М. Инженерная геология – М.: Изд. МГУ, 1978

5. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов – М.: Недра, 1972.

6. Кожназаров А.Д. Справочник по инженерной геологии. Алматы: Каз НТУ, 2004.

**Тексеру актісі Шелек өзенінің бассейніндегі Максимов мұздығының астындағы Морена көлі
Алматы облысының аумағында
С.Н. Камзина, А.З. Зинур, Т.К. Жетпісбаева**

Аннотация. Мореналық-мұздық көлдердің дамуы мұздықтардың қысқаруы және жаһандық жылыну процестерімен тығыз байланысты. Климаттың өзгеруіне байланысты Алматы облысының таулы аймақтарындағы мұздықтардың үздіксіз шегінуі мореналық-мұздық көлдердің қалыптасуы мен

кеңеюіне үлкен зардаптар әкеледі. Мореналық-мұздық көлдердің жарылуынан туындаған кейінгі су тасқындары адам өміріне және тіршілік ету құралдарына үлкен қауіп төндіреді, өйткені олар ағыстың төменгі жағында жүздеген шақырымға дейін апатты зақым келтіруі мүмкін. Жұмыста Максимов мұздығын, көл мен көл тосқауылын зерттеу, топографиялық-геодезиялық және батиметриялық жұмыстардың нәтижелері берілген. Таулы мореналық көлдерді талдау үшін жұмыста әртүрлі әдістер қолданылды: аймақтарға бөлу, ГАЗ технологияларын қолдану арқылы спутниктік суреттерді түсіндіру, картографиялық және геоақпараттық талдаулар, батиметриялық өлшемдер, жердегі және ауадағы түсірілімдер, гидрологиялық, инженерлік-геологиялық. Алынған батиметриялық түсіру деректері MS Excel бағдарламасында талданды, өңделген мәліметтер негізінде Surfer бағдарламасы арқылы батиметриялық карталар құрастырылды.

Түйін сөздер. Өзенінің бассейні Шелек, мұздық Максимова, моренные озера, су деңгейі, ағыны, өзен, сейсмикалық белсенділігі, сел құбылыстары.

The act of survey of the moraine lake under the Maksimov glacier in the Shelek river basin in the territory of the Almaty region

S.N. Kamzina, A.Z. Zinur, T.K. Zhetpisbayeva

Abstract. The development of moraine-glacial lakes is inextricably linked with the processes of shrinking glaciers and global warming. The ongoing retreat of glaciers in the mountainous regions of the Almaty region due to climate change has far-reaching consequences for the formation and expansion of moraine-glacial lakes. Subsequent floods caused by outburst moraine-glacial lakes are a major threat to lives and livelihoods as they can cause catastrophic damage up to hundreds of kilometers downstream. The paper presents results of a study of the Maksimov glacier, a lake, a lake barrier, topographic, geodetic and bathymetric work. For the analysis of mountain moraine lakes, various methods were used in work: zoning, interpretation of satellite images using GIS technologies, cartographic, geoinformation analyses, bathymetric measurements, ground and airborne surveys, hydrological, engineering and geological. The obtained bathymetric survey data was analyzed in MS Excel, based on the processed data, bathymetric maps were built using the Surfer program.

Keywords. Shelek River basin, Maksimov glacier, moraine lakes, water level, tributary, river, seismic activity, mudslides.

ИЗУЧЕНИЕ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОКСУ ГПК «КАРАТАУ» НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ (И В ТОМ ЧИСЛЕ НА УСЛОВИЯ ВЫХОДА РОДНИКА ЖИЛЫБУЛАК»)

Л.Б.Кожамет 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

laura.berikovna99@gmail.com

Аннотация. В данной статье излагаются результаты комплекса работ по режимной сети в районе месторождения фосфоритов Коксу. Приведена характеристика геолого-структурных особенностей территории, гидрогеологических условий Каратауского региона. Гидрогеологические особенности разведанных месторождений трещинно-карстовых вод Жилыбулак и Ушбас. Анализ результатов многолетних гидрогеологических исследований трещинно-карстовых вод, изучение гидрогеологических условий разведываемых фосфоритовых месторождений и проведение воднобалансовых исследований, с учетом геолого-структурных особенностей и климатических факторов района. А так же влияние проведения горных работ на карьерах рудника Коксу на общий водный баланс района, на режим и баланс поверхностного стока и на изменение качества воды в роднике Жилыбулак. Влияние проведения горных работ на карьерах рудника Коксу, на общий водный баланс района, на режим и баланс поверхностного стока (какой ущерб будет нанесен речному стоку реки Ушбас, расходу родника Жилыбулак и озера Кызылколь), а также на изменение качества воды родника Жилыбулак

Ключевые слова: месторождения, подземные воды, эксплуатационные запасы, режимные наблюдения, водоносный комплекс, фосфоритовое месторождение.

Район исследований охватывает Каратауский фосфоритоносный бассейн. По административному положению он входит в состав Сарысуского района Джамбулской и Сузакского района Южно-Казахстанской областей.

Экономика района тесно связана с его геолого-географическими условиями. На базе разведанных месторождений здесь развивается один из крупнейших промышленных районов Жанатасский. На территории действует горно-перерабатывающий комплекс «Каратау», в состав которого и входит изучаемое месторождение Коксу. Рельеф во многом определяет условия обводненности фосфоритовых месторождений как за счет подземных вод, так и поверхностных, гидродинамические особенности фосфоритоносного бассейна, химический состав и минерализацию рудничных вод.

Климат Малого Каратау характеризуется явно выраженной континентальностью: жаркое лето сменяется довольно холодной зимой. Ориентировка хребта с юго-востока на северо-запад препятствует движению влажных воздушных масс с юго-запада, усиливая тем самым сухость климата на его северо-восточных склонах.

Гидрографическая сеть на рассматриваемой территории представлена рекой Ушбас, родником Жилыбулак и озером Кызылколь.

Река Ушбас (Учбас, Тюемайнак, Тюемайкан) образуется рядом ручьев, стекающих с плато Кокджон, течет в северо-западном направлении, затем поворачивает на северо-северо-восток, пересекает северо-западную оконечность гор Большой Актау и выходит на предгорную равнину, где впадает в озеро Кызылколь. Длина реки 71 км, площадь водосбора 571 км². Принимает на своем пути, главным образом с левой стороны 7 притоков длиной от 10 до 15 км и 109 малых притоков общей длиной 221 км.

Озеро Кызылколь расположено в северо-западной части хребта Малый Каратау и занимает глубокую котловину, крутые обрывистые берега которой сложены красными палеогеновыми глинами.

Родник Жилыбулак. В 4 км на северо-запад от фосфоритового месторождения Коксу расположен родник Жилыбулак, который представляет собой мощный источник трещинных вод, вытекающий из ордовикских известняков. Близ этого родника образовался водоем

шириной 30-40 м, глубиной 4 м, откуда вода по главному арыку подается в п. Кумкент и далее по равнине на поля. Дебит родника колеблется от 300-350 л/с до 450-500 л/с.

В целом, юго-восточная часть Каратауского региона является частью единой Улутау-Срединно-Тяньшанской линейной складчатой системы Казахстана. В геологическом строении района участвуют разнообразные по составу осадочные и метаморфические породы докембрия и нижнего палеозоя. Мезозойская группа в крайней юго-восточной части представлена юрскими отложениями, кайнозойские отложения развиты в основном на предгорной равнине.

Гидрогеологические условия района довольно сложные и в значительной степени определяются физико-географическими условиями и геолого-структурным строением района. Подземные воды северо-западной части М. Каратау приурочены к протерозойским и палеозойским породам кристаллического фундамента и кайнозойским рыхлым образованиям.

В предгорье подземные воды приурочены к рыхлым кайнозойским отложениям. В соответствии с геологическим строением района и стратиграфическим расчленением пород, по условиям залегания и с учетом литологических особенностей водовмещающих пород в бассейне выделено девять водоносных горизонтов и комплексов.

Водоносный горизонт аллювиально-пролювиальных верхне-четвертичных современных отложений (ар $Q_{III} - IV$), ниже-среднечетвертичных делювиально-пролювиальных отложений (ар Q_{I-II}), водоносный горизонт среднеэоценовых отложений (P_2), средне-верхнекаменноугольных отложений (C_{2-3}), нижнетурнейских отложений (C_{1t1}), подземные воды зоны открытой трещиноватости верхнедевонских отложений (D_3), трещинно-карстовые воды карбонатных отложений тамдинской серии (G_1-O_2).

Трещинно-карстовые воды тамдинской серии являются основным источником водоснабжения предприятий ГПК «Каратау», а также обводнения эксплуатируемых месторождений фосфоритов. Литологически водовмещающие породы представлены сильно трещиноватыми и закарстованными известняками, доломитами, доломитизированными известняками. Родники, как правило, восходящего типа и приурочены к поперечным тектоническим нарушениям, секущим продольные разломы и служащим выходящими дренами трещинно-карстовых вод на поверхность. Подземные воды тамдинской серии хорошего питьевого качества с минерализацией от 0,2 до 0,9 г/л, составляя в среднем 0,6 г/л. По химическому составу они гидрокарбонатные кальциевые, а при движении на северо-запад становятся сульфатно-гидрокарбонатными кальциевыми. Питание их происходит путем фильтрации поверхностного стока в паводковые периоды, инфильтрации атмосферных осадков, выпадающих на площади развития карбонатных отложений тамдинской серии и, частично, за счет глубинного стока.

Условия формирования трещинно-карстовых вод тамдинской серии М.Каратау. Следует отметить, что карбонатные породы тамдинской серии в М.Каратау залегают моноклинально в отдельных тектонических блоках, простирающихся параллельно друг другу в северо-западном направлении и ограниченных по простиранию слабопроницаемыми породами протерозоя. Характерными признаками тектонических трещин являются их выдержанность по простиранию и большая глубина проникновения. Например, такие крупные региональные надвиги как Джанатасский и Каратауский имеют длину до 70 км и пересекаются многочисленными нарушениями типа сбросов, сбросо-сдвигов, создавая сплошную систему для циркуляции подземных вод. Интенсивная трещиноватость и закарстованность пород, а также хорошая обнаженность, способствуют проникновению атмосферных осадков в водовмещающие породы и формированию в них значительных запасов подземных вод. Таким образом, основным источником формирования трещинно-карстовых вод Каратауского фосфоритоносного бассейна являются:

- естественные ресурсы, формирующиеся на площади развития карбонатных пород тамдинской серии за счет инфильтрации атмосферных осадков;

- привлекаемые естественные ресурсы, формирующиеся за счет ежегодного поглощения поверхностного стока рек бассейна.

Фильтрация поверхностных вод. Результаты многолетних гидрометрических и водобалансовых исследований в М.Каратау показали, что в питании подземных вод на отдельных участках участвуют и речные воды. Поверхностный сток района в основном формируется на площади кокдзонских отложений. Отсутствие достаточной емкостной среды в породах нижнего рифея, способной аккумулировать выпадающие здесь атмосферные осадки, благоприятствуют формированию поверхностного стока. Основным фактором, определяющим величину фильтрации поверхностных вод является приток речных вод к верхней границе бассейна со стороны Большекаройской долины.

Геологическая изученность. Систематические геологические исследования хребта Малый Каратау начались в годы советской власти, особенно после открытия фосфоритовых месторождений. Основы стратиграфии и тектоники Малого Каратау были разработаны В. М.Вебером, который составил десятиверстную геологическую карту хребта.

В исследуемом районе разведаны 2 месторождения трещинно-карстовых вод: Жилыбулак и Ушбас (Рис. 1). Месторождения Жилыбулак и Ушбас по решению Кабинета Министров РК законсервированы и эксплуатации (для снабжения АО «Каратау») не подлежат.

Месторождение Жилыбулак расположено в крайней северо-западной части хр. М.Актау, приуроченного к полосе к карбонатной толще тамдинской серии шириной 6 км. Водовмещающие породы представлены доломитами, известняками и доломитизированными известняками среднего кембрия и ордовика на севере они перекрыты палеогеновыми глинами мощностью до 70м. По сравнению с другими, месторождение Жилыбулак расположено гипсометрически ниже на 20-300м. Такая разница высот и к тому же наличие зон тектонических нарушений, шириной более 1 км, разрывающей вкрест простираения сплошность карбонатных пород, создали благоприятные условия выходу здесь крупного родника с расходом до 450-500 л/с. Для обоснования эксплуатационных запасов подземных вод по промышленным категориям на месторождении была проведена групповая откачка из 7 скважин, расположенных на расстоянии 128-397м друг от друга(табл.4.1.).

Табл.4.1.

Основные гидрогеологические данные групповой откачки, проведенной на Жилыбулакском месторождении

Разведочно-эксплуатац скважины	Глубина скважины, м	Статический уровень,м	Дебит,л/с	Понижение, м	Удельный дебит,л/с
273	214	8,3	29	1,0	29
278	212	6	31,7	1,3	24,4
268	202	2,5	55,4	5,2	106
285	200	10	115	6,5	18
279	180	14	102	5,3	19
283	298	+2,4	30	0,9	33,3

Многолетние наблюдения за расходом родника Жилыбулак показывают, что среднемесячный расход его колеблется от 340 до 575 л/с, причем наиболее устойчивым является дебит 450л/с. Максимальный расход родника наблюдается в апреле, мае, затем идет спад расхода, и его минимум установлен в сентябре –октябре. Относительно, постоянный режим расхода и температуры воды родника свидетельствует о питании трещинно-карстовых вод месторождения в основном за счет регионального стока района.

Минерализация и химический состав подземных вод месторождения Жилыбулак отличается постоянством. Минерализация составляет 0,7-0,9 г/л при общей жесткости не более 7 мг.экв/л. По химическому составу они в основном гидрокарбонатно-сульфатные магниево-кальциевые или кальциево-натриевые. По качеству они отвечают требованиям

уровня подземных вод. Это связано с возможным негативным влиянием отработки месторождения (с проведением водоотливных работ) на расход род. Жилыбулак, на поверхностный сток р. Ушбас и оз. Кызылколь, а также с возможным ухудшением качества воды в род. Жилыбулак.

При эксплуатации карьеров рудника Коксу ниже уровня подземных вод и проведении водоотлива, как показывает опыт проведения подобных работ в карьерах рудников Жанатас и Кокжон, фильтрация речного стока на участке реки между указанными постами может увеличиться до 48-50% и составить не менее 220-240 л/с, что, соответственно, приведет, в свою очередь, к увеличению водопритоков в карьеры рудника Коксу и уменьшению притока поверхностного стока оз. Кызылколь.

Следует отметить, что в последние годы речной сток р. Ушбас в озеро практически не подает, т.к. перед входом в него в русле построено гидротехническое сооружение и вся вода в паводковые периоды подается на орошаемые земли на влагонасыщение, а в вегетационные – на орошение (в основном кукурузы).

В результате такой бесхозяйственной деятельности аграрного сектора Сузакского района, на наш взгляд, уровень воды в озере стал резко падать и снизился на 3,0м. Если речной сток р. Ушбас полностью не перебросить на пополнение Кызылколя, то это уникальное озеро может полностью исчезнуть. Причем, все это происходит без какого-либо влияния карьера рудника Коксу, т.к. он до сих пор проходит выше уровня подземных вод.

Заключение. Таким образом, для суждения о степени и масштабах возможного влияния проведения горных работ на карьерах рудника Коксу (ниже уровня подземных вод) на общий водный баланс района, на режим и баланс поверхностного стока (какой ущерб будет нанесен речному стоку р. Ушбас, расходу род. Жилыбулак, а также оз. Кызылколь), а также на изменение качества воды род. Жилыбулак, в районе месторождения Коксу необходимо выполнить ряд специальных гидрогеологических исследований, предусмотренных в «Мероприятиях по сохранению родника Жилыбулак при отработке карьеров месторождения фосфоритов Коксу открытым способом и определению влияния их на реку Ушбас и оз. Кызылколь»:

- бурение гидрогеологических скважин с целью выявления и изучению поперечных тектонических зон, питающих родник Жилыбулак;
- продолжение гидрологических наблюдений на р. Ушбас и род. Жилыбулак, а также проведение стационарных режимных наблюдений за подземными водами по всем имеющимся скважинам в районе Коксу- Жилыбулак- Кызылколь;
- создание и содержание постоянно действующей гидродинамической математической модели (АПДМ) исследуемого района в масштабе 1: 50000 и врезкой масштаба 1: 10000 для количественной оценки влияния отработки карьеров рудника Коксу на родник Жилыбулак, реку Ушбас и озеро Кызылколь (до окончания работы рудника Коксу).

Решение поставленных проблем необходимо для учета экологических последствий интенсивного водоотлива из карьеров рудника Коксу и разработки комплекса мероприятий по предотвращению или компенсации негативных явлений, а также решать задачи прогнозирования и управления водными ресурсами района. Кроме того, результаты этих исследований будут использованы при составлении раздела «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)» технического проекта «Рудник Коксу с ЦПП».

На рассматриваемой территории в период с 1994 по 2006г выполнялись различные виды полевых гидрогеологических работ: режимные наблюдения по скважинам режимной сети, отбор проб воды, прокачки скважин, восстановление ствола наблюдательных скважин. По результатам наблюдений за уровнем подземных вод можно сделать вывод, что для большей части исследуемого района характерен водораздельный тип режима, который формируется под воздействием атмосферных осадков и подземного стока. Интенсивный подъем уровней воды начинается весной, в зависимости от начала снеготаяния и достигает наивысшего положения в апреле или мае. В остальное время года происходит спад уровня, называемый

постоянным подземным стоком. Наиболее низкое положение уровня воды обычно наблюдается осенью и иногда в предвесенний период.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Айтуаров Т.К., Джумагулов М.Т. Гидрогеологические условия главнейших фосфоритовых месторождений М.Каратау. – В кн.: «Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане». Алма-Ата, «Наука», Каз.ССР, 1971г.
2. Айтуаров Т.К. Условие формирования и распределения естественных ресурсов подземных вод Каратауского фосфоритоносного бассейна. – В кн.: Гидрогеология и инженерная геология некоторых районов республик Средней Азии, Казахстана и Азербайджана. Алма-Ата, «Наука», Каз.ССР, 1972г.
3. Айтуаров Т.К., Ахметов Р.Т. Опыт эксплуатации Беркутинского водозабора хребта Малого Каратау – сб.: Геология и разведка недр. Алма-Ата, 1973, вып.3
4. Айтуаров Т.К., Ахметов Р.Т. Предприятиям Каратау – подземные воды. – «Народное хозяйство Казахстана», 1973, № 9.
5. Айтуаров Т.К., Ахметов Р.Т. Подземные воды фосфоритоносного бассейна Каратау. Алма-Ата, «Наука», Каз.ССР, 1977 г.
6. Ахметов Р.Т., Айтуаров Т.К. Опыт разведки трещинно-карстовых вод в зоне их регионального стока. – В сб.: «Геология». Алма-Ата, 1975, вып. №9.
7. Айтуаров Т.К., Ахметов Р.Т., Коноплянцев А.А., Курманенко А.Д. Гидрогеологические особенности бассейна Малый Каратау. М., 1987. (труды ГИХСа, вып. № 71).
8. Ахметов Р.Т. Особенности формирования эксплуатационных запасов трещинно-карстовых вод Каратауского фосфоритоносного бассейна (сб. Гидрогеология орошаемых районов Казахстана). Алма-Ата, КазПТИ, 1984.
9. Ахметов Р.Т. Перспективы водообеспечения горнорудных предприятий и поселков Каратауского и Актогайского районов. – В кн.: Геологическое строение и полезные ископаемые Южного Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1986.
10. Боровский Л.В. Определение расчетных гидрогеологических параметров водоносных горизонтов зоны выветривания. «Разведка и охрана недр», 1966, №3.

Каратау тау-кен өңдеу кешенінің Көксу кен орнының карьеріндегі тау-кен жұмыстарының жер асты суларына әсерін зерттеу және ғылыми негіздеу (оның ішінде Жылыбұлақ бұлағының шығынының ауытқулары).

Л.Б.Кожакмет

Аннотация. Бұл мақалада Көксу фосфорит кен орны аймағындағы режимдік желі бойынша жұмыстар кешенінің нәтижелері берілген. Қаратау өңірінің геологиялық-құрылымдық ерекшеліктері, гидрогеологиялық жағдайларының сипаттамасы берілген; Жарық-карстты сулардың ұзақ мерзімді гидрогеологиялық зерттеулерінің нәтижелерін талдау, барланған фосфорит кен орындарының гидрогеологиялық жағдайларын зерттеу және ауданның геологиялық-құрылымдық ерекшеліктері мен климаттық факторларын ескере отырып, су балансын егжей-тегжейлі зерттеу.

Негізгі сөздер: кен орындары, жер асты сулары, қолданыстағы қорлар, режимдік бақылаулар, су жинақтау кешені, фосфорит кен орны

Study and scientific substantiation of the assessment of the impact of mining operations at the quarry of the Koksus deposit of the GPC "Karatau" on groundwater (including the conditions of the outlet of the Zhylybulak spring).

L.B.Kozhakhmet

Annotation. This article presents the results of a complex of works on the regime network in the area of the Koksus phosphorite deposit. The characteristics of the geological and structural features of the territory, hydrogeological conditions of the Karatau region are given; Analysis of the results of long-term hydrogeological studies of fissure-karst waters, study of the hydrogeological conditions of explored phosphorite deposits and detailed water balance studies, taking into account the geological and structural features and climatic factors of the area.

Key words: deposits, groundwater, operating reserves, regime observations, water-bearing complex, phosphorite deposit

ACTIVE PERCOLATION WALL TECHNOLOGY FOR REMEDIATION OF GROUNDWATER POLLUTION

SUO RINA 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

*1056185537@qq.com

Abstract: water resources is one of the important resources in the world. With the increase of the world population, the problem of water pollution in the world is becoming more and more serious, and water resources are becoming more and more scarce, which has seriously affected people's demand for water and the healthy development of society. Therefore, relevant government departments should pay attention to the remediation of groundwater pollution and make rational use of active percolation wall technology, so that the water quality safety of groundwater can be guaranteed, the water demand of the public can be met, and the healthy and stable development of society can be promoted.

Key words: groundwater; Pollution remediation; Active infiltration wall technology; application

Introduction

The effect of groundwater pollution control directly affects people's water safety. Once the problem of groundwater pollution cannot be solved, people will drink contaminated groundwater, which will not only seriously affect people's drinking water safety and life health, but also seriously affect the healthy development of society. The active infiltration wall technology is also an efficient pollution remediation technology. Therefore, the relevant government departments should reasonably apply the active infiltration wall to the remediation of groundwater pollution, give full play to the advantages of this technology, such as cost-effective maintenance technology, convenient construction and good decontamination effect, so that the groundwater resources can be effectively purified and the effect of groundwater pollution remediation can be continuously improved. It provides a strong guarantee for people's drinking water safety and the healthy development of society.

1. Basic concept of active percolation wall technology

Active infiltration wall technology is a passive repair technology. When it is installed in the groundwater flow area, the materials in the wall will react with the pollutants in the groundwater, so that the pollutants in the groundwater can be effectively eliminated. In this way, the safety of groundwater quality can be guaranteed, and the application value of groundwater pollution repair can be realized. Compared with other groundwater pollution remediation methods, this method is to remove pollutants through chemical reaction. Its maintenance cost and operation cost are low. It can be applied to groundwater areas on a large scale, effectively ensure the effect of groundwater pollution remediation around, and is very conducive to the healthy development of water resources. However, in the process of practical application of active percolation wall technology, the active percolation wall may be affected by groundwater velocity, pollutant types and other hydrogeological conditions, which makes the repair effect of active percolation wall become low. Therefore, in the process of carrying out the construction of active infiltration wall, the relevant engineering departments should reasonably select the permeability coefficient to avoid the adverse problem of effectively infiltrating clean groundwater affected by hydrological conditions. By designing the permeability coefficient of active infiltration wall to be higher than that of aquifer, ensure the effect of infiltration and repair, and select different active materials according to different pollutant types. In order to ensure the remediation effect of active infiltration wall technology in different underground sewage. Moreover, the relevant engineering departments also need to effectively detect the types of pollutants in different groundwater areas before the construction of the active infiltration wall, and reasonably select the active infiltration wall according to the types of pollutants, so as to ensure that the thickness and materials of the wall meet the requirements of groundwater pollution remediation. At the same time, relevant engineering departments also need to monitor the reaction of the active percolation wall. Once the groundwater pollution remediation problem occurs, it can be found in time. Through the ecological and environmental protection design of the active percolation wall, it can be safely and efficiently applied to the groundwater pollution remediation, so as to continuously improve the effect

of groundwater pollution remediation, Protect the healthy water resources and healthy social ecological environment that people need to use.

2. Design of active infiltration wall

In order to ensure the application effect of active percolation wall technology in groundwater pollution remediation, relevant engineering departments should reasonably design the active percolation wall and reasonably select its design type and materials. Funnel system and continuous wall system are two common ways of active infiltration wall. Funnel active infiltration wall is a way that the underground water cut-off wall is installed in the groundwater flow area. With its funnel shape, the polluted water source can be gathered in a narrow place to effectively ensure its remediation effect on groundwater pollution. This active percolation wall technology is suitable for on-site treatment of groundwater and sewage. Due to its small reaction area, the wall materials blocked by pollutants are easier to be cleaned, and its cleaning speed will be faster, which meets the requirements of groundwater pollution remediation department for sewage treatment. The continuous wall system is a way to continuously install the seepage wall in the groundwater flow area. This design type can effectively deal with the groundwater in the polluted area and ensure the effect of groundwater pollution remediation. However, for groundwater areas with thick aquifers or large polluted areas, the use of continuous wall system will use a lot of funds. Therefore, funnel-shaped active percolation wall technology can be used to ensure the scientific and economic rationality of groundwater pollution remediation.

The selection of active materials in active percolation wall also directly affects the application effect of active percolation wall technology. Therefore, in the process of selecting the active material of the active percolation wall, the relevant engineering departments should select the active material with strong adsorption capacity and activity, deformation resistance and corrosion resistance, so as to ensure that it can effectively adsorb and decompose the toxic and harmful organic substances and heavy metals in groundwater, and maintain relative stability in mineralization or hydraulic action, In order to strengthen its application effect in groundwater pollution remediation. Moreover, relevant engineering departments should also pay attention to the reasonable selection of physical adsorption materials or chemical adsorption materials in combination with the actual situation of groundwater pollution, so as to ensure that the active materials meet the decomposition requirements of groundwater pollution and make the active percolation wall technology more efficient.

3. Repair mechanism of active percolation wall technology

3.1 Removal of inorganic ions

Inorganic ions are pollutants with high content in groundwater sewage. When the relevant engineering departments make rational use of the active percolation wall technology, the metal iron can undergo redox reaction with inorganic ions, and the remediation treatment can be carried out through biodegradation reaction, so as to ensure that the heavy metals in the pollutants can be effectively eliminated, so as to achieve the goal of groundwater pollution remediation. The relevant government departments also need to correctly recognize that the active percolation wall can quickly repair the underground sewage containing inorganic ions. Before carrying out the groundwater pollution repair work, they should detect the pollutants in the groundwater pollution areas around the country. For the groundwater polluted by inorganic ions, they should use the active materials containing metal iron to build the corresponding active percolation wall, so as to continuously improve the efficiency and effect of groundwater pollution repair, So that groundwater can be protected and repaired more safely.

3.2 Study on catalytic reaction

It can be seen from the types of pollutants in groundwater that metallic iron can react with many organic pollutants and heavy metals and degrade them to carry out groundwater pollution remediation. Therefore, relevant groundwater pollution remediation departments can start with catalytic price reduction reaction to study how to improve the speed of degradation reaction and improve the effect of groundwater pollution remediation. Through the continuous research of the groundwater pollution remediation department, it can be seen that in the process of using the active percolation wall technology to carry out the groundwater pollution remediation, the relevant

groundwater pollution remediation department can select the metal with high activity and higher reducibility than iron as the wall material, and add aluminosilicate as a catalyst to ensure that the pH value of groundwater is in a relatively low range, The oxidation rate of metal iron can also be continuously improved, so that it can be more efficiently applied to the remediation of groundwater pollution.

4. Cultivate active percolation wall technicians

In order to ensure the application effect of active percolation wall technology in groundwater pollution remediation, relevant government departments should strengthen the training of active percolation wall technology researchers and increase the capital investment in groundwater pollution remediation, so that the groundwater pollution remediation department can actively optimize the existing active percolation wall technology and corresponding active materials, In order to effectively improve the application effect and value of active percolation wall technology in groundwater pollution remediation. Through the effective training, training, assessment and management of the technicians of the active percolation wall, they can actively learn various theories of groundwater pollution remediation and the knowledge of the active percolation wall technology, so that they can effectively optimize and apply the technology, make it an important foundation in line with the current needs of groundwater pollution remediation, and give full play to the application value of the active percolation wall technology, It can not only improve the effect of groundwater pollution remediation, but also effectively protect water resources, ensure people's drinking water safety and life health, and promote the synchronous and healthy development of society, economy and ecology. Therefore, the government departments' neglect of the application of active percolation wall technology is eliminated from the root, which makes the active percolation wall technicians carry out the construction of active percolation wall formally, resulting in various adverse problems affecting the effect of groundwater pollution remediation. Instead, the active percolation wall technology can be effectively developed, and then effectively promote the healthy development of groundwater pollution remediation industry.

Summary

In a word, ensuring groundwater resources is very important for the sustainable development of the earth's environment. Relevant government departments should establish a correct understanding of groundwater pollution remediation and the application value of active percolation wall technology. They should deeply explore the design mode and remediation mechanism of active percolation wall, reasonably select active percolation wall technology in combination with the actual situation of groundwater pollution, carry out the remediation of underground sewage, effectively reduce the remediation cost and effectively improve the remediation effect of groundwater pollution, Thus, groundwater resources can be effectively protected and provide a strong guarantee for the stable development of world water resources and environment.

REFERENCE:

1. Pang Qiaojun Application of active percolation wall technology for groundwater pollution remediation [J] Earth, 2016, (11): 343
2. Lu Sijin, Wang Hongqi Permeable reaction wall technology for groundwater pollution remediation [J] Shanghai Environmental Science, 2005,24 (6): 231-236
3. Bai Yaohui, Zhang Shujuan Groundwater pollution remediation technology: permeable reaction wall [J] Yunnan Environmental Science, 2005,24 (4): 51-54

Жер асты суларының ластануын жоюға арналған белсенді перколяциялық қабырға технологиясы

Суо Рина

Аннотация: су ресурстары әлемдегі маңызды ресурстардың бірі болып табылады. Дүние жүзіндегі халық санының көбеюімен әлемде судың ластану проблемасы барған сайын күрделі сипатқа ие болып, су ресурстары барған сайын тапшы болып келеді, бұл адамдардың суға деген сұранысына және қоғамның салауатты дамуына елеулі әсер етті. Сондықтан, тиісті мемлекеттік органдар жер асты суларының ластануын жоюға назар аударып, жер асты суларының су сапасының қауіпсіздігіне кепілдік

беру үшін, халықтың суға деген сұранысын қанағаттандыру үшін, сондай-ақ сау және сау адамдар үшін белсенді ағынды қабырға технологиясын ұтымды пайдалануы керек. қоғамның тұрақты дамуына ықпал ете алады.

Технология активной перколяционной стены для устранения загрязнения грунтовых вод Suo Rina

Аннотация: водные ресурсы являются одним из важных ресурсов в мире. С ростом населения мира проблема загрязнения воды в мире становится все более серьезной, а водные ресурсы становятся все более дефицитными, что серьезно повлияло на спрос людей на воду и здоровое развитие общества. Поэтому соответствующие государственные ведомства должны уделять внимание восстановлению загрязнения подземных вод и рационально использовать технологию активной перколяционной стенки, чтобы гарантировать безопасность качества подземных вод, удовлетворить спрос населения на воду и способствовать здоровому и стабильному развитию общества.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТЫ-КОЛЛЕКТОРА, В ПРЕДЕЛАХ ИЛИЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА

И.М. Кажан 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

Kazhan.i@mail.ru

Аннотация. Илийский бассейн – артезианская впадина, расположенная между хребтами Северного Тянь-Шаня - Заилийского Алатау и Кетмень на юге и Джунгарского Алатау на севере. Данный бассейн является потенциальным местом для добычи углеводородов, что повышает интерес для более детального изучения. Такое предположение сложилось благодаря особенности строения, наличием терригенно-карбонатных отложений триасового, пермского и юрского периодов, породы которых могут служить нефтематеринскими. Так же газопроявления при буровых работах и близлежащие уже открытые нефтяные бассейны этого региона указывают на наличие скопления углеводородов. На основании приведённых признаков и свойств можно отнести Или к потенциальному нефтегазоносному бассейну с хорошими перспективами на поиски углеводородного сырья. В качестве дополнения к тексту приведены соответствующие геологические карты и рисунки.

Ключевые слова: Илийский артезианский бассейн, нефтематеринские породы, потенциальные коллекторы, терригенно-карбонатные отложения, перспективный бассейн, поиски углеводородного сырья.

Илийский артезианский бассейн представляет собой хорошо выраженную тектоническую депрессию, вытянутую в широтном направлении на 460 км. Он представляет собой треугольную изломанную котловину северных гор Тянь-Шаня.

Бассейн замыкается на западе хребтом Кендыктас и горами Чу-Илий, на востоке в пределах Китая сходящимися хребтами Талкин и Чапчал.



Рисунок 1. Физическая карта Восточного Казахстана (Расположение Бассейна)

https://www.researchgate.net/figure/The-Ili-Balkhash-Basin-of-Kazakhstan-and-China-The-map-identifies-the-principal-mountain_fig1_339366473

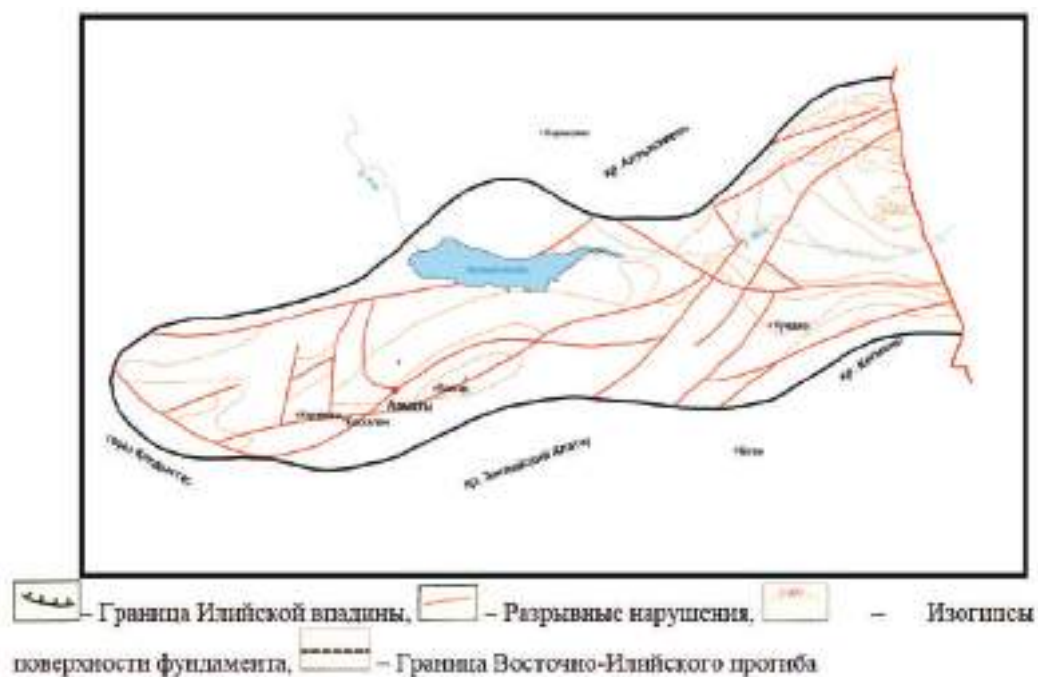


Рисунок 2. Структурная схема Илийского бассейна по поверхности палеозойского фундамента.
<https://official.satbayev.university/download/documentPhd/18099/Dissertation.pdf.pdf>

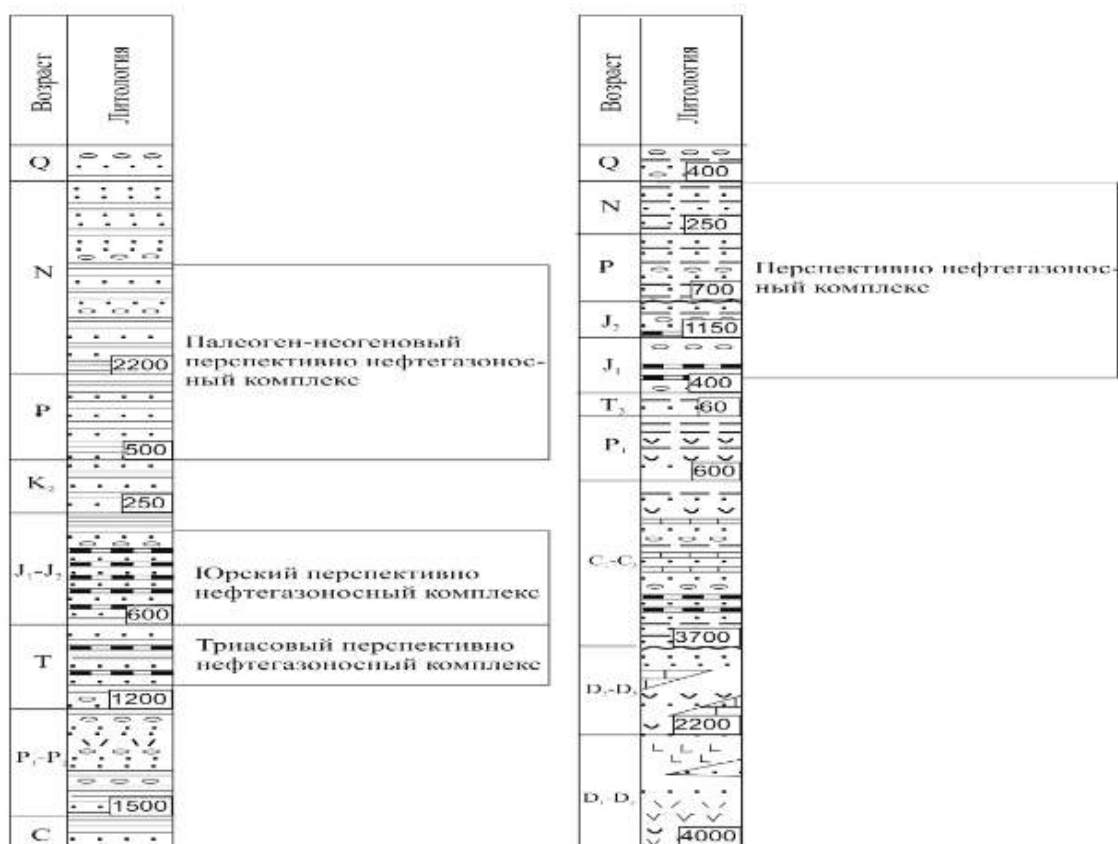


Рисунок 3. Лито-стратиграфические разрезы нефтегазоносных и перспективных нефтегазоносных комплексов
<https://official.satbayev.university/download/documentPhd/18099/Dissertation.pdf.pdf>

Он расположен между хребтами Северного Тянь-Шаня - Заилийского Алатау и Кетмень на юге и Джунгарского Алатау на севере. Бассейн замыкается на западе хребтом Кендыктас и горами Чу-Илий, на востоке в пределах Китая сходящимися хребтами Талкин и Чапчал.

Строение Илийского бассейна. Бассейн образован мощным слоем мезокаинозойских отложений, к которым приурочены водоносные горизонты с термальной водой: неогеновый, палеогеновый, меловой, юрский и триасовый. Из них наиболее перспективным является мел.



Рисунок 4. Схема восточного сегмента Илийского бассейна по поверхности палеозойского фундамента

<https://official.satbayev.university/download/documentPhd/18099/Dissertation.pdf.pdf>

Гидротермальные воды

- В восточно-Илийской впадине, расположенной в юго-восточной части Казахстана, находится крупный артезианский бассейн пресных термальных вод с температурой от 40 до 100 и более °С. По информации ранних исследований следует заявить, что в осадочном чехле имеются мощные пласты пород, обладающие хорошими коллекторскими свойствами. Так же исходя из отчётов здесь была пробурена глубокая скважина, что подтвердила факт наличия в недрах прогиба пресных и минерализованных термальных вод.

- Анализ термограмм по глубоким скважинам в отчёте показывает, что с увеличением глубины температура пород неизменно увеличивается, но геотермический градиент непостоянен, как по площади прогиба, так и по всему вертикальному разрезу.

- Эта гидродинамическая зональность связана с глубоким проникновением холодных метеорных вод.

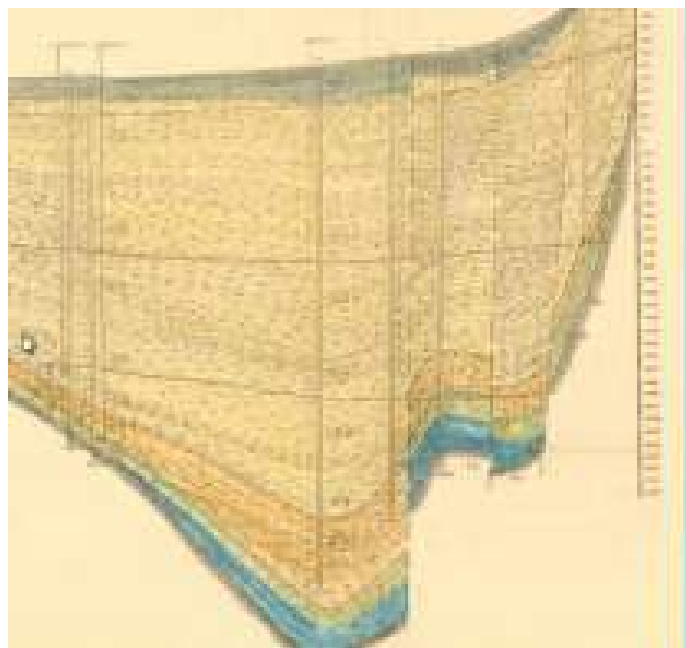


Рисунок 5. Строение Жаркентской впадины (Лекция Завалея В.А)

Жаркентская впадина, расположенная близ Или. Илийская артезианская впадина представляет собой хорошо выраженную тектоническую депрессию, вытянутую в широтном направлении на 460 км. Она расположена между горными хребтами Северного Тянь-Шаня — Заилийского Алатау и Кетмени на юге и Джунгарского Алатау на севере. Бассейн замкнут на западе хребтом Кендыктас и Чу-Илийскими горами, на востоке в пределах Китая сходящимися хребтами Талкин и Чапчал. В пределах Илийской впадины по особенностям ее глубинного строения отчетливо выделяются два артезианских бассейна второго порядка: Алма-Атинский и Жаркентский. Граница между ними проходит в районе Аяк-Калкано-Богутинского сужения, представленного схождением одноименных палеозойских блоков. Бассейн сложен мощным слоем мезокайнозойских отложений, к которым приурочены водоносные горизонты с термальными водами: неогеновые, палеогеновые, меловые, юрские и триасовые. Из них наиболее перспективным является мел.

Перспективы нефтегазоносности Илийской впадины рассматривались неоднократно различными исследователями, которые отмечали, что определенные перспективы выявления месторождений углеводородов можно относить к отдельному сегменту погруженной зоны Жаркентской впадины (Панфиловского прогиба). Главными параметрами для таких выводов послужили в целом благоприятные характеристики разреза осадочного чехла, его удовлетворительная структурная дифференциация, наличие пермской, триасовой и юрской частей разреза ассоциаций пород, которые в погруженных зонах могут рассматриваться в качестве нефтегазоматеринских комплексов с ограниченным генерационным потенциалом.

Выявленные газопроявления, установленные в процессе проведения буровых работ триасовых, юрских и неогеновых отложений Восточно-Илийской впадины указывают, что процессы формирования углеводородной системы происходили ранее и в настоящее время, на что указывает лито-стратиграфические разрезы.

На перспективный потенциал по обнаружению углеводородного сырья указывают следующие факторы:

- 1. Илийский межгорный бассейн, по геологическому строению и условиям формирования имеет много общего с соседними Ферганским и Жонгарским межгорными бассейнами, в пределах которых открыты скопления нефти и газа.
- 2. Согласно последней геолого-геофизической и буровой информации, позиция и глубины залегания осадочного чехла пермских, юрских и меловых отложений, с большой

долей вероятности являются нефтегазогенерирующими. На это указывают обнаруженные углеводородсодержащие газы и проведенные аналитические работы.

• 3. Не достаточно изученные верхнепалеозойские отложения, которые в должной мере являются носителями углеводородов. Этот комплекс отложений требуют более детального геологического изучения.

• 4. Наличие месторождений урана, бурого угля в Восточно-Илийском (Жаркентском) прогибе можно считать одним из показателей наличия углеводородов. В этой связи наиболее перспективным на нефть и газ, возможно, следует считать Восточно-Илийский (Жаркентский) прогиб, в пределах которого глубины залегания фундамента до сих пор не установлены.

• 5. Выполнена оценка прогнозных ресурсов углеводородов по категории D2, подсчитанная объемным методом, составили немногим более 839.04 млн.т. условного топлива.

Заключение. В результате обобщения и анализа литературного и фондового материалов, а также результатов проведенных геолого-геофизических исследований и данных поискового бурения рассмотрены особенности геологического строения, тектонического развития Илийского бассейна, существенно уточнена геологическая модель строения бассейна, которая состоит из четырех неравнозначных по размерам тектонических элементов Восточно-Илийский (Жаркентский) прогиб, Богутинская седловина, Западно-Илийский (Алматинский) прогиб и Копинский грабен. На основании всего этого можно сказать, что нефтегазоносный бассейн имеет хорошие перспективы на поиски УВ сырья.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Lucas, S.G., Aubekero, B.Z., Dzhamangaraeva, A.K., Bayshashov, B.U. and Tyutkova, L.A. (2000): Cenozoic lacustrine deposits of the Ili basin, southeastern Kazakhstan, in: Gierlowski-Kordes, E.H. and Kelts, K.R., eds., Lake basins through space and time. AAPG studies in Geology, 46, p. 59-64

2. https://www.researchgate.net/publication/252408031_Tectonic_and_sedimentary_evolution_of_the_Ili_Basin_northern_Tien-Shan_Kazakhstan

3. Тектоника и геодинамика западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса (палеозойды Казахстана) В.В. Коробкин, М.М. Буслов.

4. Книга Паглова - <http://www.cawater-info.net/library/rus/palgov.pdf>

5. Водные ресурсы Казахстана - https://books.google.kz/books/about/Water_Resources_in_the_Basin_of_the_Ili.html?id=QtRwAAAAMAAJ&redir_esc=y

6. Парагульгов Х.Х. Эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов Восточного Казахстана: автореф. дис. д.г.-м.н.: Алматы: ИГН, 2005. – 45 с.

7. https://www.researchgate.net/figure/The-Ili-Balkhash-Basin-of-Kazakhstan-and-China-The-map-identifies-the-principal-mountain_fig1_339366473

Іле шөгінді бассейнінің геологиялық құрылымы және потенциалды су қоймаларының горизонттары И.М. Қажан

Аңдатпа. Іле алабы – Солтүстік Тянь-Шань жоталары – оңтүстігінде Іле Алатауы мен Кетмен және солтүстігінде Жоңғар Алатауының аралығында орналасқан артезиандық ойпат. Бұл бассейн көмірсутегін өндірудің әлеуетті алаңы болып табылады, бұл егжей-тегжейлі зерттеуге қызығушылық тудырады. Бұл болжам құрылымдық ерекшеліктеріне, триас, пермь және юра кезеңдерінің терригенді-карбонатты шөгінділерінің болуына байланысты қалыптасты, олардың тау жыныстары мұнай көзі ретінде қызмет ете алады. Сонымен қатар, бұл аймақта бұрғылау жұмыстары кезіндегі газдар мен жақын маңда табылған мұнай бассейндері көмірсутектердің жинақталуының бар екендігін көрсетеді. Жоғарыда аталған ерекшеліктер мен қасиеттерге сүйене отырып, Іле көмірсутектерді іздеудің жақсы перспективалары бар әлеуетті мұнай-газ бассейніне жатқызуға болады. Мәтінге қосымша ретінде сәйкес геологиялық карталар мен сандар берілген.

Негізі сөздер: Іле артезиан алабы, мұнай көздері, потенциалды қабаттар, терригенді-карбонатты кен орындары, перспективалық бассейн, көмірсутектерді барлау.

Geological structure and potential reservoir horizons within the Ili sedimentary basin

I.M.Kazhan

Abstract. The Ili basin is an artesian depression located between the ridges of the Northern Tien Shan - the Trans-Ili Alatau and Ketmen in the south and the Dzungarian Alatau in the north. This basin is a potential site for hydrocarbon production, which raises interest for a more detailed study. This assumption was formed due to the structural features, the presence of terrigenous-carbonate deposits of the Triassic, Permian and Jurassic periods, the rocks of which can serve as oil source rocks. Moreover, gas shows during drilling operations and nearby already discovered oil basins in this region indicate the presence of hydrocarbon accumulations.

Based on the above features and properties, Ili can be attributed to a potential oil and gas basin with good prospects for the search for hydrocarbons. As an addition to the text, the corresponding geological maps and figures are given.

Keywords. Ili artesian basin, oil source rocks, potential reservoirs, terrigenous-carbonate deposits, prospective basin, hydrocarbon exploration.

ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ГРУНТОВОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА В МЕЖДУРЕЧНОМ МАССИВЕ

А.Б. Жанибекова*, А.С. Атыханов, С.С. Шидаева, Ж.Е. Әділбай
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
janibekovaaliya@gmail.com

Аннотация. Предложен вариант расчета инфильтрационного питания междуречного массива по результатам опытно-фильтрационных работ. Приводятся сведения об инфильтрационном питании грунтового водоносного горизонта в междуречном массиве и даются варианты расчета этого питания по гидродинамическим формулам с использованием предлагаемых расчетных коэффициентов в виде таблиц и графиков для упрощения этих расчетов. Для оценки коэффициента инфильтрации приводятся варианты при различных коэффициентах фильтрации пород междуречных массивов и различных вариантах величины атмосферных осадков. Приводится величина изменения инфильтрационного питания при разных уровнях воды в реках междуречья. Приводятся варианты расчета перераспределения грунтового питания рек междуречья в зависимости от разницы положения уровней воды в них.

Ключевые слова. Грунтовые воды междуречий, инфильтрационное питание, методы расчета, гидродинамические расчетные уравнения, расчетные коэффициенты, таблица, расчетные, диаграммы, коэффициент инфильтрации, коэффициент фильтрации.

Взаимодействие поверхностных и подземных вод играет очень важную роль в гидрогеологических процессах на планете. Существо этого взаимодействия заключается в обмене поверхностных (океаны, моря, озера, водохранилища, реки, каналы) и подземных вод (напорных и безнапорных) водой, теплотой, растворенными в воде веществами.

Питание грунтовых вод осуществляется при инфильтрации атмосферных осадков, конденсации, поглощении поверхностных вод, притоке из нижележащих горизонтов и искусственном питании грунтовых вод. В связи с тем, что грунтовый водоносный горизонт не изолирован от поверхности земли, питание грунтовых вод осуществляется пределах всей площади распространения горизонта (область питания совпадает с областью распространения горизонта).

Под инфильтрацией понимается процесс просачивания свободной гравитационной воды от поверхности земли до уровня грунтового водоносного горизонта. В соответствии с этим величина инфильтрационного питания обычно выражается в миллиметрах слоя воды, поступившей на уровень грунтовых вод за расчетный период времени (мм/сут, мм/мес, мм/год).

Расход грунтового потока в междуречном массиве при учете инфильтрационного питания в любом сечении может быть выражен уравнением

$$q_x = q_1 + W \cdot x \quad (1)$$

где q_x —расход грунтового потока в сечении М, проведенном через междуречный массив на расстоянии x от уреза левой реки (рис.1); q_1 —расход грунтового потока в начальном сечении у уреза той же реки; W —инфильтрация.

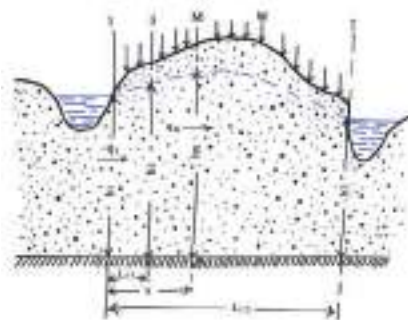


Рисунок 1. Схема междуречного массива

Подставляя уравнение Дюпюи в уравнение (1) получим уравнение для оценки расхода грунтовых вод через произвольное сечение междуречного массива с горизонтальным залеганием водоупорного основания при учете местного инфильтрационного питания:

$$q_x = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - W \left(\frac{L_{1-2}}{2} - x \right) \quad (2)$$

Построение кривой депрессии в междуречьи при горизонтальном залегании водоупорного основания предполагает определение напора в нескольких точках этой кривой по уравнению (3).

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} \cdot x + \frac{W}{k} (L_{1-2} - x) \cdot x} \quad (3)$$

где h_x – величина напора депрессии на расстоянии x от уреза левой реки (рис.1); h_1 и h_2 – уровни воды в левой и правой реке соответственно, L_{1-2} – ширина междуречья; k – коэффициент фильтрации грунтового водоносного горизонта; W – инфильтрация, т. е. количество воды, просачивающейся на поверхность грунтовых вод в единицу времени через единицу площади междуречного массива.

Как утверждают источники (4), непосредственное использование уравнения (3) для построения кривой депрессии затруднительно, так как весьма сложно определить величину инфильтрационного питания (W), а также получить достаточно усредненное для массива значение коэффициента фильтрации (k). Однако этих трудностей можно избежать, если определить значение параметра по данным об уровнях грунтовых вод в 3-х скважинах междуречного массива.

В этом случае, заменив в формуле (3) h_x на h_3 и x на L_{1-3} получим

$$\frac{W}{k} = \frac{h_3^2 - h_1^2}{(L_{1-2} - L_{1-3})L_{1-3}} + \frac{h_1^2 - h_2^2}{(L_{1-2} - L_{1-3})L_{1-2}} \quad (4)$$

Подставляя значение $\frac{W}{k}$ в уравнение (3), можно определить положение уровня грунтовых вод в любой точке междуречного массива, т. е. построить кривую депрессии. Если усредненный коэффициент фильтрации известен по результатам откачек из этих 3-х скважин, то можно по формуле (4) определить величину инфильтрации.

В данной работе нами рассматриваются возможные варианты инфильтрационного питания в междуречье на территории Казахстана и при этом принимаются следующие условия:

- количество атмосферных осадков, активно влияющих на инфильтрационное питание в междуречье находится в диапазоне от 200 до 600 мм в год;
- коэффициент инфильтрации, показывающий, какая часть атмосферных осадков расходуется на инфильтрационное питание, находится в пределах от 0,2 до 0,7.

Исходя из принятых параметров нами определены и сведены в таблицу различные варианты отношения величины инфильтрационного питания к коэффициенту фильтрации пород междуречья. Эти значения сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Значения величины инфильтрации атмосферных осадков в метрах слоя воды в сутки (м/сут) в зависимости от годовой суммы этих осадков и коэффициента инфильтрации

Осадки, мм/год	Коэффициент инфильтрации					
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
200	0,000109	0,000164	0,000219	0,000274	0,000329	0,000384
250	0,000137	0,000205	0,000274	0,000342	0,000411	0,000479
300	0,000164	0,000247	0,000329	0,000411	0,000493	0,000575
350	0,000192	0,000288	0,000384	0,000479	0,000575	0,000671
400	0,000219	0,000329	0,000438	0,000548	0,000657	0,000767
450	0,000247	0,000370	0,000493	0,000616	0,000740	0,000863
500	0,000274	0,000411	0,000548	0,000685	0,000822	0,000959
550	0,000301	0,000452	0,000603	0,000753	0,000904	0,001055
600	0,000329	0,000493	0,000657	0,000822	0,000986	0,001151

Кроме этого, нами определено что фильтрационные свойства водоносных горизонтов междуречья, а также зоны аэрации в пределах Казахстана как правило находятся в интервалах от 1,0 до 10,0 м/сут. В табличную форму сведены сведения о значении параметра $\frac{W}{k}$ с учетом этих значений коэффициента фильтрации

В том случае, если имеются сведения о коэффициенте фильтрации пород междуречья (по результатам откачек воды из скважин) можно определить величину инфильтрационного питания и коэффициента инфильтрации по следующей схеме:

- по уравнению (4) определяется значение W/k для пород с соответствующим коэффициентом фильтрации;
- по диаграмме, соответствующей коэффициенту фильтрации и литологии пород определяем величину инфильтрационного питания W ;
- имея сведения о количестве атмосферных осадков, выпадающей на данной территории по таблице 1 находим коэффициент инфильтрации, который показывает какая часть атмосферных осадков задействована в инфильтрационном питании данного водоносного горизонта междуречья.

В данной работе также рассмотрены вопросы, связанные с формой депрессионной поверхности при наличии инфильтрационного питания.

Из уравнения (2) видно, что при отсутствии инфильтрации ($W = 0$) и при равенстве уровней воды в реках $h_1 = h_2$ расход грунтового потока $q_x = 0$, т. е. движения воды из одной реки в другую не происходит. Депрессионная кривая в этом случае была бы прямой линией. Однако вследствие того, что поток в плане является двухмерным и имеет составляющую скорости в перпендикулярном направлении к плоскости разреза, в междуречных массивах и в этом случае возникает водораздел грунтовых вод даже при отсутствии инфильтрации (4). Однако, при наличии инфильтрации этот водораздел более высокий и лучше выражен (рис 3).

Рассмотрим возможные положения водораздела грунтовых вод в междуречном массиве при наличии инфильтрации.

Обозначим расстояние до водораздела через a . На водоразделе расход грунтовых вод $q_x = 0$. Тогда из уравнения (2) получим

$$k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - W \left(\frac{L_{1-2}}{2} - a \right) = 0$$

откуда

$$a = \frac{L_{1-2}}{2} - \frac{k}{W} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} \quad (5)$$

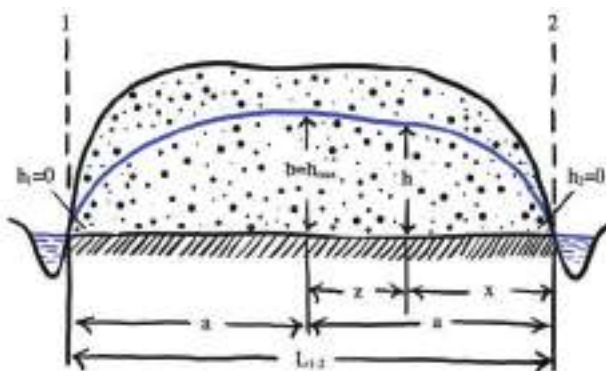


Рисунок 2. Междуречье при симметричной форме депрессионной кривой

$$\text{Если } h_1 = h_2 \text{ а } a = \frac{L_{1-2}}{2} - \frac{k}{W} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}}$$

$$\text{то } a = \frac{L_{1-2}}{2}$$

т. е. водораздел находится на середине междуречья (рис.2).

Рассмотрим тот случай, когда по каким-либо причинам уровни воды в реках междуречья находятся на разных отметках.

Если $h_1 > h_2$

то $a < \frac{L_{1-2}}{2}$

т. е. водораздел смещен влево от среднего сечения междуречья.

Если $h_1 < h_2$, то $a > \frac{L_{1-2}}{2}$

т. е. водораздел смещен вправо от среднего сечения междуречья (рис.3).

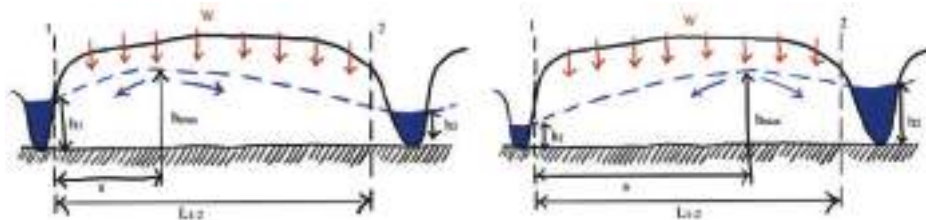


Рисунок 3. Несимметричная форма депрессионной кривой при разных уровнях воды в реках.

Таким образом, в зависимости от соотношения уровней воды в реках водораздел грунтовых вод смещается от середины междуречья в сторону той реки, в которой уровень воды выше.

В случае симметричной депрессионной поверхности каждая из рек междуречья получает одинаковое питание за счет поверхностного стока. В том же случае, когда уровни в реках междуречья разные, а соответственно смещается линия водораздела, величина питания перераспределяется в сторону реки с меньшей величиной уровня.

Ниже приводится расчет изменения этого питания в зависимости от разности уровней в реках.

Примем средние значения параметров стоков для равнинной части Казахстана:

- средняя величина атмосферных осадков 400 мм/год;
- коэффициент инфильтрации принимаем 0,4;
- среднее значение коэффициента фильтрации 5,0 м/сут.

При таких принятых значениях параметра как $\frac{k}{W}$ составляет 8291,87.

Для осуществления потерь руслового питания расчеты проведены при ширине междуречья 1000 м, а подъем уровня в левой реке смоделирован на 1,2,3,4,5,6 м. Отсюда относительное превышение уровня к ширине междуречья составляет соответственно: 0,001, 0,002, 0,003, 0,004, 0,005, 0,006.

Таблица 2. Величина изменения инфильтрационного питания при разных уровнях воды в реках междуречья.

h_1-h_2/L_{1-2}	W, %		L_{1-2} ; М	К
	Река1 (потери)	Река2 (увеличение)		
0	50%	50%	1000	5
0,001	49,17%	50,83%	1000	5
0,002	46,72%	53,28%	1000	5
0,003	42,46%	57,54%	1000	5
0,004	36,72%	63,28%	1000	5
0,005	29,20%	70,80%	1000	5
0,006	20,14%	79,86%	1000	5

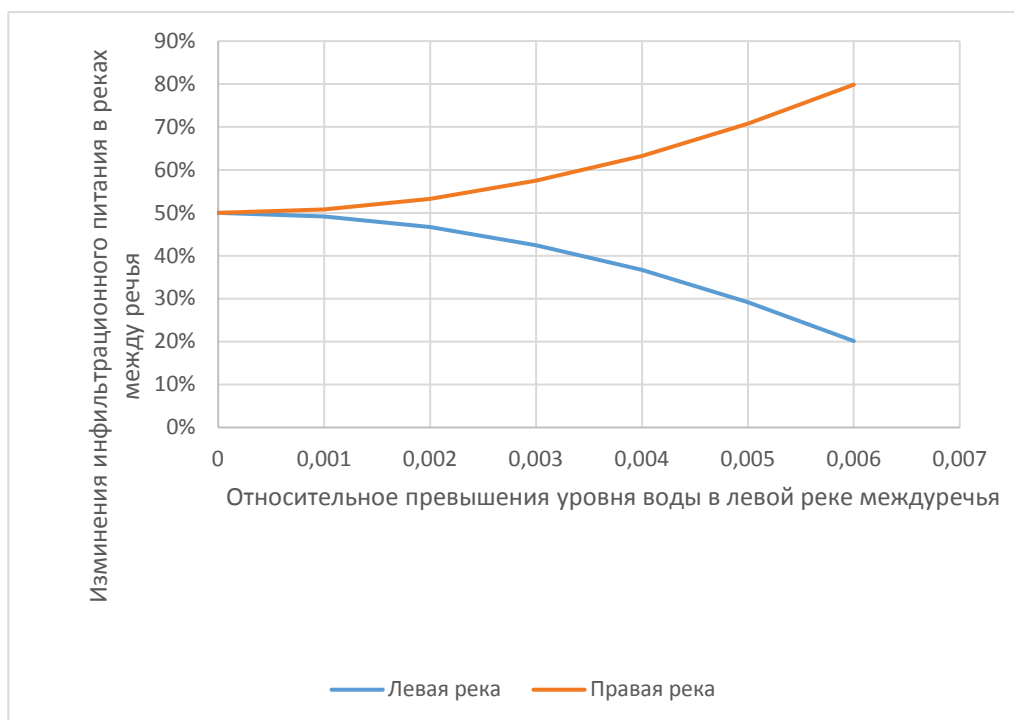


Рисунок 4. Изменения величины инфильтрационного питания в зависимости от колебаний уровней воды в реках междуречья

В Таблице 4 приводятся значения изменения инфильтрационного питания в реках междуречья к относительному превышению уровня воды в левой реке междуречья.

На рисунке 4 приведена диаграмма изменения доли величины питания рек при разности уровней.

Нами проведен расчет, в какой степени подъем уровня в одной из рек влияет на положение водораздельной линии. Для решения этой задачи определен параметр $\frac{k}{W}$ входящий в формулу в (4).

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Михайлов В.Н. Гидрология: Учебник для вузов/В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. — 2-е изд. Испр. — М.: Высш. Шк., 2007. — 463 с.: ил.
- 2) Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: Учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГУ, 2007. — 448 с., илл. — (Классический университетский учебник).
- 3) Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши): Учебник. — 2-е изд., Гидрометеиздат, Ленинград, 1975. — 544 с.: ил.
- 4) Силин-Бекчурин А.И. Динамика подземных вод: Учебник. — Изд. №784. Издательство Московского университета Москва, Ленинские горы. 1958. — 243 с.: ил.

Өзен аралық массивтегі жер асты сулы горизонтының инфильтрациялық қайта зарядталуын гидродинамикалық әдіспен бағалау

А.Б. Жәнібекова, А.С. Атыханов, С.С. Шидаева, Ж.Е. Әділбай

Анотация. Тәжірибелік сүзгілеу жұмыстарының нәтижелері бойынша өзен аралық массивтің инфильтрациялық қоректенуін есептеудің нұсқасы ұсынылған. Өзен аралық массивтегі жер асты сулы горизонтының инфильтрациялық қайта заряды туралы ақпарат берілген және осы есептеулерді жеңілдету үшін ұсынылған есептеу коэффициенттерін пайдалану арқылы гидродинамикалық формулалар арқылы осы толтыруды есептеу нұсқалары кестелер мен графиктер түрінде берілген. Инфильтрация коэффициентін бағалау үшін өзен аралық массивтердің тау жыныстарының сүзілу коэффициенттерінің әртүрлі нұсқалары және жауын-шашын мөлшерінің әртүрлі нұсқалары

келтірілген. Өзен аралық өзендерде әр түрлі су деңгейінде инфильтрациялық қоректену өзгерісінің шамасы келтірілген. Аралық өзендердің жер асты суларымен қамтамасыз етілуін олардағы су деңгейінің жағдайындағы айырмашылыққа байланысты қайта бөлуді есептеу нұсқалары келтірілген.

Негізгі сөздер. Сауық аралық жер асты сулары, инфильтрациялық қоректену, есептеу әдістері, гидродинамикалық есептеу теңдеулері, есептеу коэффициенттері, кесте, есептеу, диаграммалар, инфильтрация коэффициенті, сүзу коэффициенті

**Estimation by the hydrodynamic method of infiltration recharge of a ground aquifer
in an interfluvial massif**

A.B. Zhanibekova, A.S. Atykhanov, S.S. Shidayeva, Zh.E. Adilbay

Abstract. Information about the a variant of calculation of infiltration feeding of an interfluvial massif based on the results of experimental filtration works is proposed. Information is given on the infiltration recharge of a ground aquifer in an interfluvial massif and options for calculating this recharge using hydrodynamic formulas using the proposed calculation coefficients in the form of tables and graphs are given to simplify these calculations. To estimate the infiltration coefficient, variants are given for various coefficients of filtration of rocks of interfluvial massifs and various variants of the amount of precipitation. The magnitude of the change in infiltration nutrition at different water levels in the interfluvial rivers is given. Options for calculating the redistribution of groundwater supply of interfluvial rivers depending on the difference in the position of water levels in them are given.

Keywords. Interfluvial groundwater, infiltration feeding, calculation methods, hydrodynamic calculation equations, calculation coefficients, table, calculation, diagrams, infiltration coefficient, filtration coefficient

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЕГЕНЕРИРУЮЩИХ СВИТ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ОЦЕНКА УГЛЕВОДОРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАШАГАН)

Ю.В. Нартов 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

nu_82@mail.ru

Аннотация. В статье были освещены краткое геологическое описание гигантского карбонатного месторождения Кашаган, относящееся к Прикаспийской впадине. Кроме того, приведена оценка углеводородного потенциала Прикаспийской впадины, а также геолого-геохимических исследований, направленные на научно обоснованную оценку перспектив нефтегазоносности геологических объектов. Подсолевая структура состоит из изолированных карбонатных построек позднедевонского и среднекаменноугольного возраста, названными как Кашаган, Юго-западный Кашаган и Актоты. Стратиграфический разрез месторождения Кашаган представлен отложениями, имеющими возраст от верхнего девона до неогена

Ключевые слова: карбонатная платформа, нефтегазоносность, геохимия.

Введение. Месторождение Кашаган является крупнейшим месторождением в мире, обнаруженным за прошедшие сорок лет, одним из крупных нефтяным месторождением на море. Размещено в 80км от города Атырау в северной части Каспийского моря. Границы месторождения характеризуются площадью размером порядка 75х45 км.

Коллектор образовался в мелководной морской среде примерно 350 млн лет назад. По последним данным оператора общие нефтяные запасы месторождения содержат приблизительно 38 миллиардов баррелей нефти либо 6 миллиардов тонн из них извлекаемые приблизительно 10 миллиардов баррелей. Большие запасы природного газа свыше одного триллиона.куб. метров.

История месторождения Кашаган. На казахстанском шельфе Каспийского моря в 1930 г проводились полевые и технические исследования. Структура Кашаган была выявлена в ходе сейсморазведочных работ, выполненных в 1993-1997 гг, после чего был проведен сейсмостратиграфический анализ, разработаны структурные карты и даны рекомендации по разведочному бурению.

Месторождение открыто 30 июня 2000г, когда при испытании разведочной скважины Восточный Кашаган 1 (ВК-1), был получен промышленный приток нефти из подсолевых карбонатных отложений структуры Восточный Кашаган. В ходе последующих геологоразведочных работ была выявлена огромная залежь нефти громоздкого типа, приуроченная к карбонатной платформе каменноугольного возраста.

Географическое местоположение и описание платформы. Месторождение Кашаган расположено в южной части Прикаспийской впадины, на южном крыле Астрахано-Актюбинской системы поднятий фундамента и приурочено к внутрибассейновой Кашаган-Тенгизской карбонатной платформе.

Подсолевая структура состоит из изолированных карбонатных построек позднедевонского и среднекаменноугольного возраста, названными как Кашаган, Юго-западный Кашаган и Актоты. В эту постройку также входит структура Кайран, имеющий возраст нижней перми. Перечисленные платформы располагаются на шельфе Каспийского моря, а Каратон, Тенгиз, Королевское и Ансаган – вблизи прибрежной полосы западного Каспия. (Рисунок 1).



Рисунок 1. Местоположение карбонатной платформы Кашагана

Структура Кашаган представляет собой изолированную подсолевою карбонатную платформу. Структура ориентирована с северо-востока на юго-запад и, хотя представляет собой единую платформу, геоморфологически подразделяется на восточную платформу (Кашаган Восточный) и западную платформу (Кашаган Западный), соединенные узким «перешейком» - Кашаган Перешеек.

Платформа наклонена на юго-запад, верхний резервуар находится на высоте от 3800 м до 4300 м. Внутренняя часть платформы образует относительно плоскую область, а край платформы (окраина, рим) образует узкий приподнятый гребень высотой до 200 м по отношению к внутренней части и лучше всего развит в Восточном Кашагане (как показано на Рисунке 2). Фланги месторождения (склон) имеют крутой уклон – до 20°-25° и часто подвержены гравитационным разломам.

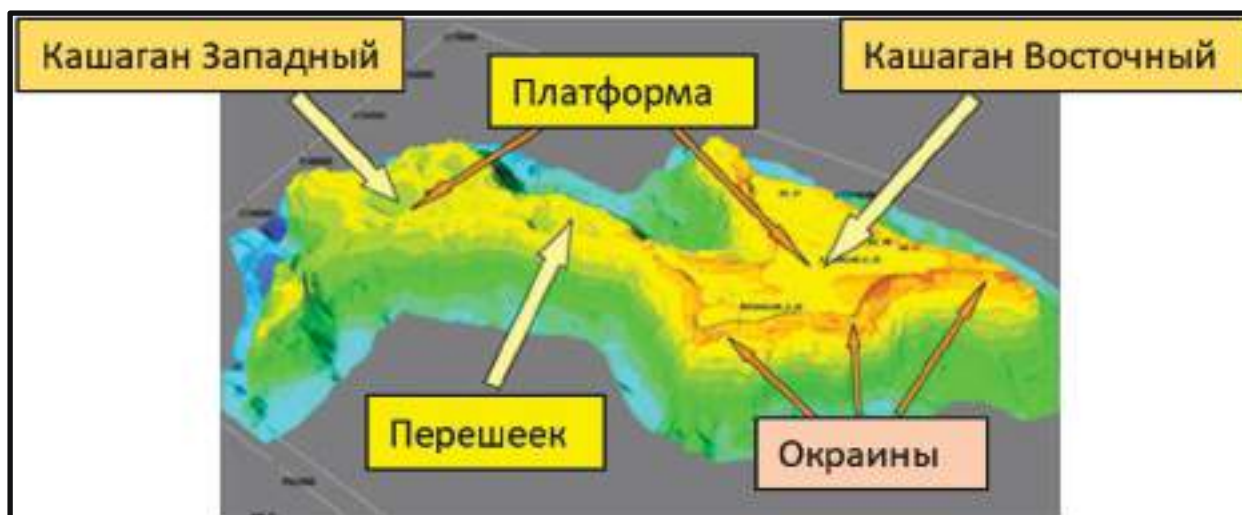


Рисунок 2. Модель карбонатная платформа Кашагана

Стратиграфия. Стратиграфический разрез месторождения Кашаган представлен отложениями, имеющими возраст от верхнего девона до неогена. Нижнепермские эвапориты (кунгурский ярус) делят стратиграфию на две единицы:

- верхняя (надсолевая), мезозойско-кайнозойская терригенная толща,
- нижняя (подсолевая), палеозойская карбонатная толща.



Рисунок 3. Общая стратиграфическая колонка

С точки зрения геолого-генетических особенностей палеозойские отложения, слагающие платформу Кашаган, делятся на три толщи: девонскую (с нижнетурнейскими отложениями), турнейско-ранневизейскую и окско-башкирскую.

По результатам скважин и установленному положению водонефтяного контакта (ВНК) наиболее важной для разработки Кашаганского месторождения является так называемый объект 1, включающая верхневизейско-серпуховско-башкирские коллекторы. Объект 1 и Объект 2 разделены очень плотной зоной высокорadioактивных глинистых сланцев (ЗВР). Объект 2 состоит из нижневизейско-турнейских отложений.

Оценка УВ потенциала Прикаспийской впадины. Прикаспийская нефтегазоносная провинция соединяет воедино ряд нефтегазоносных областей и районов, которые имеют определенное сходство и различие геологического строения и распределения главных нефтегазоносных горизонтов по разрезу и по площади развития подсолевых палеозойских отложений. Обоснованы области формирования источников сноса и минеральный состав сносимого терригенного материала. Рассмотрены индивидуальности нефтегазоносности палеозойских карбонатных платформ, где отмечается конкретное пространственное распределение жидких и газообразных УВ по бортовым участкам впадины. В восточной и южной частях впадины – нефтеносный, на юго-западе – газоконденсатный. В подсолевых отложениях Прикаспийской впадины установлена региональная нефтегазоносность с преимущественной концентрацией УВ в маленьком числе больших месторождений в карбонатных резервуарах. Преимущественные различия в строении природных резервуаров обоснованы трудным и разноплановым действием тектоно-седиментационных действий, что проявилось в различном литологическом составе, генезисе плодотворных толщ, изменчивости типов и параметров коллекторов.

Проведена оценка итогов всеохватывающего моделирования действий нефтегазообразования и нефтегазонакопления для определения принципиальных причин, которые влияют на образование залежей углеводородов в палеозойском комплексе Прикаспийского ОБ. Проведенное нефтегазогеологическое районирование Прикаспийской

впадины и изучение разрезов нефтегазоносных комплексов, дал возможность выявить области и зоны развития плодотворных толщ, также провести оценку их перспектив.

Юго-восточный борт Прикаспийской впадины и её обрамления являются принципиальной областью поисков и разведки нефти и газа (рис. 1). В последние тридцать лет подсолевые палеозойские отложения изучаемой территории являются главным объектом нефтегазопроисловых работ. Подсолевой комплекс в стратиграфическом спектре вскрыт почти всеми глубокими скважинами в юго-восточной части Прикаспийской впадины. В данной области открыты неповторимые месторождения Тенгиз и Кашаган, на остальных площадях открыты больше маленькие месторождения и отмечено наличие признаков нефтегазоносности разной интенсивности.



Рисунок 4. Обзорная схема с выделением района исследовательских работ

Геохимические исследования. На современном этапе относительно высокой изученности большей части нефтегазоносных бассейнов проводились комплексные геолого-геохимических исследований, направленные на научно обоснованную оценку перспектив нефте- и газосности геологических объектов.

Практическое применение результатов геохимических исследований как нефти, так и газа приобретает большую популярность в поиске нефти и газа и эффективной разработке месторождений в связи с тем, что данные исследования позволяют определить их генетическое происхождение на молекулярном и атомном уровнях. Сопоставление их результатов представляет важную информацию о генетической типизации нефти и газа, что позволяет прогнозировать пути миграции УВ, выделять правильные зоны объектов разработки и дает научное обоснование на их физико-химические особенности и PVT свойства. По результатам фингерпринтинга, биомаркерного анализа и изотопного состава нефти, были выделены генетически разные типы нефти морского происхождения в пределах южной части прикаспийской впадины.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Месторождение Кашаган, https://www.gov.kz/uploads/2020/11/3/9f9c35072fa877e2e449849b193d4d08_original.28978855.pdf
2. Северо-Каспийский проект, https://psa.kz/proekty/?ELEMENT_ID=54
3. Геохимические исследования южной части прикаспийской впадины, <https://proceedings.socar.az/ru/recent-journal>
4. Общая стратиграфическая шкала, https://geo.tsu.ru/content/news/section.php?ELEMENT_ID=2649
5. Кашаган, геологическое описание, EAGE, 2011

6. Х.Б. Абилхасимов. Особенности формирования природных резервуаров палеозойских отложений прикаспийской впадины и оценка перспектив их нефтегазоносности, Москва 2016
<https://www.geokniga.org/books/14561>

7. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности юго-восточного борта прикаспийской впадины и её обрамления, <https://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1176285&uri=part01.htm>

Каспий ойпатының оңтүстік-шығыс бөлігінің мұнай өндіруші қабаттардың геологиялық-геохимиялық зерттеулері, геологиялық сипаттамасы және көмірсутектік әлеуетін бағалау (Қашаған кен орны)

Ю.В.Нартов

Аннотация. Мақалада Каспий ойпатына жататын алып Қашаған карбонатты кен орнының қысқаша геологиялық сипаттамасы атап өтілді. Сонымен қатар, Каспий маңы ойпатының көмірсутектік әлеуетін бағалау, сондай-ақ геологиялық объектілердің мұнай-газ әлеуетінің перспективаларын ғылыми негізделген бағалауға бағытталған геологиялық және геохимиялық зерттеулер берілген.

Негізгі сөздер: карбонатты платформа, мұнай-газ потенциалы, геохимия.

Geological and geochemical studies of oil-generating suites, geological description and assessment of the hydrocarbon potential of the southeastern part of the Caspian depression (Kashagan field)

Y. Nartov

Annotation. The article highlighted a brief geological description of the giant Kashagan carbonate field, related to the Caspian depression. In addition, an assessment of the hydrocarbon potential of the Caspian Basin, as well as geological and geochemical studies aimed at a scientifically based assessment of the prospects for the oil and gas potential of geological objects, is given.

Key words: carbonate platform, oil and gas potential, geochemistry.

ПЕРЕОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МАШУРАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД)

Муртазин Е.Ж.¹, Мирошниченко О.Л.¹, Құдайберді Ж.С.^{2*}

¹Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М.Ахмедсафина, Казахстан, г. Алматы

²Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

* zhanarkudaiberdi@gmail.com.

Аннотация: Анализ и обобщение материалов по опыту эксплуатации месторождения Машуран показывает, что аналитическими методами при оценке запасов подземных вод продуктивного водоносного горизонта не в полной мере учитываются особенности их формирования. Расчет только на сработку в процессе водоотбора естественных (емкостных) запасов водоносного горизонта не принимает во внимание участия в формировании эксплуатационных запасов естественных ресурсов. При этом, аналитическими расчетами достаточно сложно, а в отдельных случаях практически невозможно, учесть все изменения, происходящие в водоносном горизонте (сокращение испарения, уменьшение оттока, осушение водовмещающих отложений, ежегодное восполнение и т.д.). В таких условиях наиболее приемлемыми методами оценки эксплуатационных запасов могут служить методы математического моделирования, базирующиеся на современных программных средствах. Процесс математического моделирования включает следующие этапы: геофильтрационная схематизация природных гидрогеологических условий и обоснование расчетной схемы модели; конструирование модели; калибровка модели методом решения стационарных и эпигнозных задач; решение прогнозных задач и задач оптимизации.

Ключевые слова: подземные воды, гидрогеология, математическое моделирование, эксплуатационные запасы, переоценка эксплуатационных запасов подземных вод.

Машуранское (Жидебайское) месторождение подземных вод расположено в долине р.Шерубайнуры, севернее райцентра Аксу-Аюлы Шетского района Карагандинской области. Участок переоценки удален от водопотребителя - Кайрактинского горно-металлургического комбината (ГМК) на расстояние 30 км.

Машуранское месторождение подземных вод с момента утверждения запасов ГКЗ СССР (протокол № 9785 от 21.08.1985г.) по настоящее время в эксплуатацию не вводилось. Государственными нормативными актами в сфере недропользования, введенный Законом РК от 24.05.2018г., № 156-УІ), срок утверждения запасов подземных вод принят не более 25 лет (10 000 суток).[1,2,3,4]

Переоценка эксплуатационных запасов месторождения выполняется путем решения на созданной математической модели прогнозных задач.

Основной целью при решении прогнозной задачи является оценка возможности проектного водоотбора. Модельное решение прогнозных задач позволяет определить величину максимального модельного понижения уровня воды в эксплуатационных скважинах при непрерывном водоотборе с учётом их взаимовлияния; перераспределение (изменение) в модели долей приходных и расходных балансовых составляющих.

Систематизация и анализ геолого-гидрогеологических материалов разведочных и режимных работ, позволяет провести переоценку эксплуатационных запасов подземных вод продуктивного горизонта верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений методами математического моделирования, которое базируется на современных программных средствах и вычислительной технике.

Математическая модель месторождения подземных вод необходима для решения следующих гидрогеологических задач:

- оценка достоверности основных расчетных гидрогеологических параметров;
- переоценка эксплуатационных запасы подземных вод;
- уточнение источников формирования эксплуатационных запасов подземных вод в условиях отработки месторождения;

- оценка возможности перспективного водоотбора при допустимых на расчетный срок величинах понижения уровня и минерализации подземных вод.

Комплекс работ по математическому моделированию геофильтрации включает:

- геофильтрационную схематизацию и обоснование расчётной схемы модели;
- построение модели;
- калибровку модели и оценку адекватности модели и натуры;
- решение нестационарной прогнозной задачи по переоценке эксплуатационных запасов подземных вод;
- оформление и анализ результатов моделирования.

В основе математической модели, имитирующей гидрогеологический процесс, лежит система дифференциальных уравнений трехмерной нестационарной и стационарной фильтрации подземных вод.

Критерием адекватности модели с натурой является совпадение или близкое соответствие уровней, полученных на модели, с фактической уровенной поверхностью, а также правдоподобные количественные оценки отдельных элементов баланса подземных вод и распределение их по площади.

Решение стационарных задач заключалось в подборе на модели естественного распределения уровней в аллювиальном водоносном горизонте с путем корректировки гидрогеологических параметров и их распределения по площади, подбора элементов и величины площадного питания.

Исходными документами при воспроизводстве гидростатического напора подземных вод на модели послужила карта гидроизогипс. На всех границах модели были заданы условия исходной расчётной схемы. Математическая модель учитывает питание подземных вод, взаимосвязь с поверхностными водотоками и разгрузку.

Рассчитанные на модели уровни подземных вод сравнивались с фактически замеренными уровнями по наблюдательным скважинам. По опыту моделирования принималось, что допустимая погрешность решения задачи относительно напоров не должна превышать 15-30% от требуемых значений (в пределах 1,2-2,8 м).

Интеграция GMS с геоинформационной системой позволит использовать в процессе моделирования географически привязанные данные, задавая в качестве параметров модели связанную с ними атрибутивную информацию.

При создании геофильтрационной модели месторождения учтены:

- геолого-гидрогеологический разрез области фильтрации;
- поля фильтрационных и ёмкостных параметров продуктивного аллювиального водоносного горизонта;
- геометрические очертания области фильтрации;
- поля статических уровней продуктивного водоносного горизонта;
- система расположения эксплуатационных водозаборных сооружений.

Для построения модели в программном средстве MODFLOW сформированы следующие информационные базы: абсолютных отметок уровней подземных вод продуктивного горизонта, абсолютных отметок земной поверхности (кровли продуктивного горизонта), абсолютных отметок подошвы продуктивного водоносного горизонта; геофильтрационных параметров - коэффициентов фильтрации и водоотдачи. [5,6,7,8]

Схематизация полей фильтрационных и ёмкостных параметров

Продуктивный водоносный аллювиальный горизонт характеризуется относительно выдержанными фильтрационными свойствами на всей площади своего распространения. В блоках математической модели, где расположены эксплуатационные и разведочные скважины, принимаются значения фильтрационных и ёмкостных параметров, полученные непосредственно по данным опытно-фильтрационных работ.

По оценочным блокам по площади заданы средневзвешенные значения.

Схематизация геометрических очертаний области фильтрации

Продуктивный аллювиальный водоносный горизонт в северном и южном направлениях (верх и вниз по течению р. Шерубайнуры), а по притоку р. Актобе в восточном направлении от оцваемого месторождения прослеживается на несколько десятков километров и в этих направлениях его можно считать безграничным.

По бортам речной долины водовмещающие отложения выклиниваются, контактируя со скальными породами и неогеновыми глинами. Тем самым, в пределах месторождения продуктивный аллювиальный горизонт рассматривается как «пласт-полоса».

Схематизация полей напоров

В качестве исходного поля напоров принимается свободная поверхность безнапорных уровней продуктивного аллювиального водоносного горизонта (поверхность гидроизогипс) по состоянию на 1984 и 2019 годы.

Схематизация расположения водозаборных сооружений

При построении геофильтрационной модели месторождения учтена работа 5 проектных линейных водозаборов, общее количество скважин – 44.

В общем виде гидрогеологический разрез месторождения схематизируется в виде слоев в следующем порядке:

1 – водопроницаемый безнапорный пласт – покровных отложений

2 - водопроницаемый безнапорный пласт – продуктивный водоносный горизонт аллювиальных четвертичных отложений;

3 - водонепроницаемый пласт - нижний водоупор – глинистые отложения.

В условиях эксплуатации участка Машуран в период между половодьями ожидается "отрыв" уровня подземных вод от меженных отметок реки. То есть, в начальный период половодья при затоплении русла имеет место свободная (гравитационная) фильтрация паводкового стока, ориентировочная величина которой оценивается в 260,1 млн.м³. Тем самым, имеет место полное восполнение емкостных запасов подземных вод продуктивного водоносного горизонта паводковый период.

Результаты математического моделирования подтверждают возможность эксплуатации 5 линейных водозаборов в контурах оценочных блоков с заданной производительностью и при непрерывном водоотборе и восполнении емкостных запасов в паводковый период. Расчеты показывают, что по основной статье восполнения - речному стоку, эксплуатационные запасы достаточно обеспечены. При этом норматив максимальной сработки естественных запасов в конце маловодного периода составляет до 50%, а в последующем году при средней водности и многоводности происходит полное восполнение емкостных запасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет «О результатах переоценки балансовых запасов подземных вод Машуранского месторождения для водоснабжения ГОК «Северный Катпар» и «Верхнее Кайрактинское» в Карагандинской области. (с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 01.10.2019 г.)
2. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года, утвержденный Указом Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 года № 922.
3. Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958 «О Государственной программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы и признании утратившими силу некоторых указов Президента Республики Казахстан».
4. Инструкция о требованиях к представляемым на государственную экспертизу материалам переоценки эксплуатационных запасов подземных вод (питьевых, технических, минеральных, промышленных и теплоэнергетических) утвержденная приказом Председателя Комитета геологии и охраны недр Министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 13 августа 2004 года.
5. Arlen W. Harbaugh. A data-input program (mfi2k) for the u.s. geological survey modular ground-water model (modflow-2000). U.s. geological survey / Open-File Report 02-41/ Reston, Virginia, 2002. 62 p.
6. Arlen W. Harbaugh, Edward R. Banta, Mary C. Hill, and Michael G. McDonald. Modflow-2000, the u.s. geological survey modular ground-water model—user guide to modularization concepts and the ground-water flow process. U.s. geological survey / Open-File Report 00-92. Reston, Virginia, 2000. 130 p.

7. Mary C. Hill, Edward R. Banta, Arlen W. Harbaugh, and Evan R. Anderman Modflow-2000, the u.s. geological survey modular ground-water model — user guide to the observation, sensitivity, and parameter-estimation processes and three postprocessing programs. U.s. Geological Survey / Open-File Report 00-184. Prepared in cooperation with the U.S. Department of Energy. Denver, Colorado, 2000. 219 p.

8. Paul A. Hsieh and Richard B. Winston. User's guide to model viewer, a program for threedimensional visualization of ground-water model results. U.s. geological survey / Open File Report 02-106. Menlo Park, California, 2002. 23 p.Ф

Математикалық модельдеу әдістері бойынша жер асты суларының қорларын пайдалану мүмкіндіктерін қайта бағалау (машуран жер асты суларының кен орындары)

Муртазин Е.Ж.¹, Мирошниченко О.Л.¹, Құдайберді Ж.С.^{2*}

¹ У.М.Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Қазақстан, Алматы қ.

²Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

Аңдатпа: Машуран кен орнын пайдалану тәжірибесі бойынша материалдарды талдау және жалпылау өнімді сулы горизонттың жер асты суларының қорын бағалау кезінде аналитикалық әдістер олардың қалыптасу ерекшеліктерін толық ескермейтінін көрсетеді. Су тұтқыш горизонттың табиғи (сыйымдылық) қорларын суды алу процесінде ғана тарту үшін есептеу табиғи ресурстардың пайдалану қорларын қалыптастыруға қатысуды есепке алмайды. Сонымен қатар, аналитикалық есептеулер сулы горизонттағы барлық өзгерістерді (буланудың азаюы, шығудың азаюы, суы бар шөгінділердің дренажи, жыл сайынғы толықтыру және т.б.) есепке алу айтарлықтай қиын, ал кейбір жағдайларда мүмкін емес дерлік.). Мұндай жағдайларда операциялық қорларды бағалаудың ең қолайлы әдістері заманауи бағдарламалық қамтамасыз ету негізіндегі математикалық модельдеу әдістері болуы мүмкін. Математикалық модельдеу процесі келесі кезеңдерді қамтиды: табиғи гидрогеологиялық жағдайларды геофилльтрациялық схемалау және модельдің жобалық сұлбасын негіздеу; үлгі құрылысы; стационарлық және эпигностикалық есептерді шешу арқылы модельді калибрлеу; болжау және оңтайландыру мәселелерін шешу.

Негізгі сөздер: жерасты сулары, гидрогеология, математикалық модельдеу, жер асты суларының қоры, жер асты суларының қорларын қайта бағалау.

Re-estimation of operating groundwater reserves of a deposit by methods of mathematical modeling (by the example of the mashuran groundwater deposit)

Murtazin E.Zh.¹, Miroshnichenko O.L.¹, Kudaiberdi Zh.S.^{2*}

¹Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin, Kazakhstan, Almaty

²Satbayev University, Kazakhstan, Almaty.

* zhanarkudaiberdi@gmail.com .

Abstract. Analysis and generalization of materials on the experience of operating the Mashuran field shows that analytical methods do not fully take into account the features of their formation when assessing the groundwater reserves of a productive aquifer. The calculation only for drawdown in the process of water withdrawal of natural (capacitive) reserves of the aquifer does not take into account participation in the formation of operational reserves of natural resources. At the same time, analytical calculations are quite difficult, and in some cases almost impossible, to take into account all the changes that occur in the aquifer (reduction of evaporation, decrease in outflow, drainage of water-bearing sediments, annual replenishment, etc.). Under such conditions, the most appropriate methods for estimating operating reserves can be mathematical modeling methods based on modern software. The process of mathematical modeling includes the following stages: geofiltration schematization of natural hydrogeological conditions and substantiation of the design scheme of the model; model construction; calibration of the model by solving stationary and epignostic problems; solution of predictive and optimization problems.

Keywords: groundwater, hydrogeology, mathematical modeling, groundwater resources, groundwater resources assessment.

СЕКЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КАЗАХСТАНА

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ГЕОЛОГИИ

Т.Л. Абдуллаева 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

t.abdullaeva@satbayev.university

Аннотация. В статье представлен обзор истории, настоящего состояния и будущих перспектив исследований в области анализа геологических данных и количественной оценки ресурсов. В нем также кратко излагаются примеры определяющие важные методы количественного анализа геологических данных, показывая, как статистика и вычисления могут применяться в геологии. Статистический анализ в геологии может решить ряд практических задач прикладной геологии. Анализ данных осуществляется с помощью компьютерной обработки данных в программных пакетах MS Excel и Statistica. MS Excel и Statistica могут выполнить например, компьютерную реализацию алгоритмов преобразований градусных мер, расчёт искривления ствола скважины по данным инклинометрических наблюдений, статистическую обработку тестового массива геологических данных, а также проверку гипотез согласия с помощью ранговых критериев и расчёт уравнения регрессии методом наименьших квадратов, кластерный анализ гидрохимической выборки, факторный анализ данных методом главных компонента и так далее.

Ключевые слова.

Современная геология, анализ данных, ГИС, обработка геоинформации, вычисления

Введение.

Геология является одной из древнейших научных дисциплин и известна своей междисциплинарностью. Включает в себя группу фундаментальных геологических наук и прикладных геологических наук (палеонтология, минералогия, петрология, стратиграфия, седиментология, структурная геология, региональная геология, инженерная геология, геология месторождений, вулканология, гидрогеология, морская геология, геохимия). Геология и географические информационные системы (ГИС) в настоящее время являются тесно связанными научными дисциплинами, которые предлагают набор инструментов, эффективно используемых для обработки и анализа различных типов геологических данных.

Таким образом, ГИС-технологии становятся фундаментом, на котором строятся междисциплинарные исследования и сотрудничество исследователей для достижения лучшего понимания взаимоотношений человека и окружающей среды. Цель статьи состоит в том, чтобы предоставить инновационный и оригинальный взгляд на отношения между геологией и ГИС-технологиями в нескольких прикладных областях, но с акцентом на междисциплинарность, лежащую в основе термина «геология». Наконец, что не менее важно, основное внимание будет уделено процессам получения, обработки и анализа геопространственных данных, которые претерпели значительное развитие в последние годы и стали свидетелями появления новых методов и приемов.

Обзор.

Первое крупное изменение парадигмы перспективного анализа было вызвано развитием методов статистического моделирования для анализа перспективности полезных ископаемых. В конце 1960-х и начале 1970-х годов группа геологов, ориентированных на математику, в основном из США и Канады (например, Harris, 1965, Harris, 1969, Sinclair & Woodsworth, 1970, Agterberg, 1971, Agterberg, 1973, Agterberg, 1974)., Singer, 1972) начал экспериментировать со статистическими моделями для анализа перспективности полезных ископаемых и количественной оценки ресурсов, в основном для решения проблем нерентабельности и невозможности изучения в традиционном подходе. Этот метод по существу включал основанное на данных регрессионное моделирование пространственной взаимосвязи между

известными месторождениями полезных ископаемых и геологическими особенностями в хорошо разведанных частях в конкретном поясе и применение моделей для определения вероятности появления целевых месторождений в малоизученных или неисследованных частях пояса. Появление коммерческих географических информационных систем (ГИС) в середине-конце 1980-х годов дало мощный толчок развитию анализа перспектив полезных ископаемых на основе статистических моделей. Динамически связывая пространственные объекты с непространственными атрибутами, среда ГИС позволила применять статистические модели и модели мягких вычислений, которые до сих пор либо применялись только к непространственным областям, либо требовали для реализации продвинутых навыков программирования.

Вторым крупным сдвигом в парадигме стало принятие подхода, основанного на минеральных системах (Wyborn et al., 1994), в основном вызванного признанием того, что месторождения полезных ископаемых являются фокусами гораздо более крупных систем потока энергии и массы (Hronsky, 2004, Хронски и Гроувс, 2008). С этим внедрением акцент сместился с моделей месторождений, основанных на конкретных геологических особенностях, на общие и более гибкие модели минеральных систем, основанные на основных процессах минерализации и их картографических характеристиках (Кнох-Robinson & Wyborn, 1997, Kreuzer et al., 2008). , Маккуэйг и др., 2010). В подходе минеральных систем критические процессы минерализации, действующие вместе для формирования месторождения полезных ископаемых, включают (Wyborn et al., 1994): (1) установление градиентов энергии для управления системой; (2) генерация гидротермальных флюидов; (3) экстракция металлов и химических соединений для комплексообразования металлов из подходящих источников; (4) транспорт металлов из областей источников в ловушки (т.е. эффективные каналы расплава или жидкости) зоны; (5) осаждение металлов, вызванное химическими и физическими процессами, которые изменяют состав расплавов или флюидов, мигрирующих через зоны ловушек; и (6) сохранение месторождений полезных ископаемых во времени. Ни один из этих процессов нельзя непосредственно наблюдать или нанести на карту. Однако мы можем наблюдать и отображать проявления этих процессов.

Эти градиенты могут быть отображены косвенно, например, посредством наблюдения за минеральным зонированием, геохимией всей породы или спектральными методами (Hagemann & Cassidy, 2000, McCuaig et al., 2010). Другие примеры ключевых целевых элементов (условно называемых критериями разведки) минеральных систем включают тектоно-термальные события (признаки тепла, необходимого для движения минеральной системы), разломы, которые были активны во время минерализации (признаки потенциальных путей переноса флюидов), и окислительно-восстановительные границы (представители потенциальных мест осаждения металлов). Как показано выше, выше перечисленное не всегда можно напрямую сопоставить. Скорее, об их присутствии, возможно, придется судить по часто едва уловимому выражению этих элементов в геологических, геофизических, геохимических данных и/или данных дистанционного зондирования. Эти отклики могут быть расширены и нанесены на карту (как правило, в ГИС) для создания производных карт, которые служат в качестве пространственных заменителей для тематических карт конкретного изучения. Другими словами, при структурировании анализа перспектив полезных ископаемых в соответствии с подходом минеральных систем необходимо использовать карты с четкой предпосылкой, что эти карты должны представлять актуальные данные для процессов минерализации. Если все сделано именно так, анализ будет сосредоточен на процессах, а не на функциях.

В работах Партингтона, Фаллона и др., а также Каррансы и Садеги перспективный анализ связывается с количественной оценкой ресурсов. В документе «Разработка моделей с использованием ГИС для оценки геологического и экономического риска: пример VMS по разведке медных и золотых полезных ископаемых в Омане» Партингтон демонстрирует рабочий процесс использования модели перспективности, основанной на совокупности доказательств, в сочетании с экономическим моделированием для определения целей,

определения приоритетов. и спланировать последующую разведку медно-золотых месторождений типа VMS в северной части офиолитового пояса Семаил в Омане, а также оценить связанные с разведкой риски. Фэллон и др. в своей статье «Анализ перспективности зеленокаменного пояса Плутон-Маримия, Западная Австралия» использовали закон Ципфа для оценки остаточного запаса золота в 5,5 и 5,9 млн унций в неразведанных месторождениях пояса и применяли модели логистической регрессии и взвешенных доказательств для определить перспективные зоны. Карранса и Садеги в своей статье «Прогнозное картирование перспективности и количественная оценка неразведанных месторождений VMS в районе Скеллефте (Швеция)» демонстрируют, что пространственное распределение известных месторождений полезных ископаемых является ключом к увязыванию картирования перспективности полезных ископаемых и оценки неразведанных месторождений. Авторы применяют функции доказательной уверенности, управляемые данными, для картирования перспективности района Скеллефте для месторождений VMS. Используя метод одноуровневого прогноза McCammon & Kork, 1992, McCammon et al., 1994, Карранса и Садеги используют карту перспектив добычи и некоторые косвенные показатели разведки для оценки неразведанных запасов меди и цинка в районе.

Заключение.

ГИС стал все более важным инструментом для проведения масштабного изучения различных геологических исследований. На данный момент сохранена актуальность внедрения современных технологий, которые могут более эффективно решать проблемы в геологии по сравнению с различными традиционными методами. Новые технологии и методы изучения, применяемые в геологии, дают новые научные данные, которые позволят нам углубить наше понимание геологических процессов и эффективное управление для решения производственных задач. Одним из доступных методов производства вычисления и статистического анализа в геологии является применение Excell, который предоставляет быстро и точно обработать поступающие геологические данные и позволяет производить статистический и графический анализ данных, а также имеет взаимозависимости между различными типами данных.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ore Geology Reviews .Volume 38, Issue 3, November 2010, Pages 121-127 Introduction to the Special Issue: Mineral prospectivity analysis and quantitative resource estimation Alok K.Porwalab Oliver P.Kreuzercd
- [2] Application of Geology and GIS Dr. Peter Blišťan ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2021

Геологияда статистикалық мәліметтерді талдауды қолданудың өзектілігі Т.Л. Абдуллаева

Аңдатпа. Мақалада геологиялық мәліметтерді талдау және ресурстарды сандық анықтау саласындағы зерттеулердің тарихына, қазіргі жағдайы мен болашақ перспективаларына шолу жасалады. Ол сондай-ақ геологиялық деректерді сандық талдаудың маңызды әдістерін анықтайтын, статистика мен есептеулерді геологияда қалай қолдануға болатынын көрсететін мысалдарды қысқаша сипаттайды. Геологиядағы статистикалық талдау қолданбалы геологияның бірқатар практикалық мәселелерін шеше алады. Мәліметтерді талдау MS Excel және Statistica бағдарламалық пакеттерінде компьютерлік деректерді өңдеу арқылы жүзеге асырылады. MS Excel және Statistica, мысалы, градус өлшемдерін түрлендіру, инклинометриялық бақылаулар негізінде ұңғыма оқпанының қисықтығын есептеу, геологиялық деректердің сынақ массивін статистикалық өңдеу, сондай-ақ разрядты пайдалана отырып, келісім гипотезаларын тексеру алгоритмдерін компьютерде орындай алады. Критерилер мен регрессия тендеуін ең кіші квадраттар әдісімен есептеу, кластерлік талдау гидрохимиялық іріктеу, негізгі компоненттік талдау арқылы деректерді факторлық талдау және т.б.

Негізгі сөздер. Қазіргі геология, мәліметтерді талдау, ГАЗ, геоақпаратты өңдеу, есептеу

The relevance of the application of statistical data analysis in geology
T.L.Abdullaeva

Annotation.

The article provides an overview of the history, present state and future prospects of research in the field of geological data analysis and resource quantification. It also briefly outlines examples defining important methods for quantitative analysis of geological data, showing how statistics and calculations can be applied in geology. Statistical analysis in geology can solve a number of practical problems of applied geology. Data analysis is carried out using computer data processing in MS Excel and Statistica software packages. MS Excel and Statistica can perform, for example, a computer implementation of algorithms for converting degree measures, calculating the curvature of a wellbore based on inclinometric observations, statistical processing of a test array of geological data, as well as testing hypotheses of agreement using rank criteria and calculating the regression equation using the least squares method, cluster analysis of hydrochemical sampling, factor analysis of data by principal component analysis, and so on.

Keywords. Modern geology, data analysis, GIS, geoinformation processing, computing

ВЫДАЮЩИЕСЯ ГЕОЛОГИ «ПОЛИТЕХА»
Д. Г. Долгих^{sc}, А. Қ. Елемесова^{id}, Д. Ю. Семерикова^{id}.
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
* a.bekbotayeva@satbayev.university

Аннотация. Обзор биографии Г. Ц. Медоева, Е. Д. Шлыгина, Г. Л. Кушева и их трудовой деятельности. Подробное описание их огромного вклада в становлении нашего университета.

Сатпаев университет - один из немногих университетов, имеющий национальный статус. Начиная с 1934 года, КазГМИ, имея лишь 1 институт, сегодня является первым техническим вузом страны. Приводятся достижения и открытия ученых, профессоров, докторов наук в области геологии, принимающих участие в развитии университета, а именно кафедры геологии.

Медоев Георгий Цараевич – создал кафедру геологической съемки и поисков полезных ископаемых в 1936 году и был заведующим кафедрой до 1987 года.

Шлыгин Евгений Дмитриевич – первый декан геологоразведочного факультета КазГМИ и бессменный руководитель кафедры исторической и региональной геологии.

Кушев Георгий Леонтьевич – в 1951 году перешел в КазНТУ доцентом, затем профессором, а с 1959 года – был заведующим кафедрой методики и техники разведки.

Ключевые слова.

Геология, исследования, ученый, геологоразведочный факультет, доктор наук, вклад, Сатпаев университет.

Введение.

Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет, на тот момент КазГМИ был основан в 1934 году, с двумя факультетами: горных и цветных металлов. Первый директор КазГМИ – Ашир Джаналиевич Буркитбаев (1906-1938). Институт сыграл важную роль в становлении и развитии научной и практической деятельности в области геологии и горного дела. Одни из самых выдающихся ученых и специалистов СССР прибыли в Алматы для развития и подготовки будущих специалистов. Заведующими и членами кафедр геологического профиля были такие выдающиеся ученые, как Войновский-Кригер, Ш. Есенов, Г.Л. Кушев, Е.Д. Шлыгин, Д. С. Кунаев, С.Г. Анкинович, Е.А. Анкинович, Г.Ц. Медоев, М.М. Бакенов и другие. В данном докладе мы расскажем о таких корифеях как Г.Ц. Медоев, Е. Д. Шлыгин и Г. Л. Кушев и об их вкладе в развитии и становлении нашего института.

Обзор.

Медоев Георгий Цараевич (1901—1991)

Г. Ц. Медоева можно считать одним из основателей геологической школы на территории Казахстана. Член-корреспондент АН Казахской ССР, ученый широкого научного спектра, лауреат Ленинской и Сталинской премий, заслуженный деятель науки Казахстана, но прежде всего человек с большой буквы и педагог, ознаменовавший память и судьбу индустриально-геологов почти 60 выпусков геологического факультета Казахского политехнического института.

Георгий Медоев родом из села Дигора Северной Осетии, а закончив училище в Грозненском и рабфак в городе Владикавказ, в 1922 году поступил в Ленинградский горный институт. Еще в студенческие годы он в составе Геолкома начал работать и уже с 1925 года Г. Ц. Медоев участвовал в детальной геологической съемке Донбасса, а летом 1927 года работал в Баян-Аульском районе составляя градус лист этого района для десятиверстной геологической карты совместно с Григорием Ивановичем Водорезовым, и студентом геологом Рамазаном Асланбековичем Борукаевым. Тогда молодой и жизнерадостный Георгий Медоев впервые посетил Казахстан. Вновь в казахские степи он вернулся после выпуска ЛГИ в 1930 году, под руководством старшего геолога Геолкома Николая Григорьевича Кассина, осуществлять съемку района Карагандинского месторождения угля. В группе были также геологи Марианна Борисьяк и Борис Земляков. Г. Ц. Медоев дал обоснование и оценку перспектив угленосности района Караганды; установил, что здесь находится не отдельное месторождение площадью 300 км², а крупный бассейн. За это ему в 1948 г. Была присуждена

Сталинская премия. Позже Медоев Г. Ц. возглавил сектор геологической съемки Казгеолтреста (Семипалатинск) и консультировал геологическую съемку в Карагандинском бассейне. С 1932 года начал преподавать общую геологию и методику геологической съемки в Семипалатинском геологоразведочном техникуме, а в 1936 – открыл совершенно новую кафедру «Геологическая съемка и поиски полезных ископаемых» в Казахском Горно-металлургическом институте, ныне Satbayev University, которую возглавлял больше полувека. Параллельно он работал заведующим сектором четвертичной геологии и геоморфологии института геологических наук АН КазССР.

Георгий Медоев внес неизмеримый вклад в развитие геологии в Казахстане. С 1939 года он проводил геолого-геоморфологические исследования в Заилийском Алатау, а затем совместно с Н. Г. Кассиным разработал геолого-структурную карту Центрального Казахстана, которая впоследствии стала основной для металлогенических и прогнозных структур. Данная работа была оценена как крупный вклад в развитие научной геологии, за что Г. Ц. Медоев и его коллектив получили в 1958 году Ленинскую премию СССР.

Г. Ц. Медоев много труда вложил в редактирование листов Государственной геологической карты масштабов 1: 200 000 и 1: 50 000. Он всегда испытывал страсть ко всему новому, прогрессивному, что приумножило славу Казахского политехнического института и благополучие народа Казахстана. Этому он посвятил 65 лет своего трудового стажа.

Шлыгин Евгений Дмитриевич (1899-1980)

Шлыгин Евгений Дмитриевич является академиком АН КазССР. Обладает званием заслуженного деятеля науки КазССР, педагога и ученого в области региональной геологии. Родился в Перми. Участвовал в Гражданской войне. В 1927 г. окончив горный факультет Уральского политехнического института, был ориентирован в Геолком (ВСЕГЕИ), проработав до 1936 г. Помимо работы преподавал на кафедре исторической геологии Ленинградского горного института.

В Казахстане начал трудиться с 1925 г. как начальник отряда на полевых геологосъемочных работах. В 1935 г. перешел на работу в Казгеолтрест, с 1936 г. - в Горно-металлургический институт в Алма-Ате. В 1938 г. получил степень кандидата геолого-минералогических наук и звание профессора без защиты.

Большой вклад в развитие нашего университета Е. Д. Шлыгин внес, занимая должность заведующего кафедрой геологии [Казахского горно-металлургического института](#), затем [Казахского политехнического института](#) в 1937—1980 года.

Е. Д. Шлыгин стал первым деканом геологоразведочного факультета КазГМИ, также был руководителем кафедры исторической и региональной геологии, читал курсы палеонтологии, исторической геологии и геологии СССР.

В 1959 г. Шлыгиным Е. Д. был написан "Краткий курс геологии СССР", которым пользуются до сих пор. В эти годы он работал в ИГН АН КазССР. Каждое лето с аспирантами и студентами выезжал на полевые работы. Е. Д. Шлыгин обучил и подготовил более 20 кандидатов и докторов геолого-минералогических наук. Практически каждый второй геолог того времени в Казахстане является учеником Е. Д. Шлыгина.

В Северном Казахстане им выявлено два новых типа золоторудных месторождений, сделаны важные выводы о меденосности верхнепалеозойских месторождений. Посмертно присвоенный диплом первооткрывателя месторождения Баян Е. Д. Шлыгин получил в 1997 году.

Изучив геологическое строение Северного Казахстана, Е. Д. Шлыгин обобщил все эти работы докторской диссертацией "Кокчетавская глыба" (1947 г.). Его основные идеи созвучны с современной теорией тектоники плит.

Он самый первый заинтересовался и начал изучать коры выветривания Амангельдинского района, а это, в свою очередь, привело к открытию бокситовых месторождений. Он изучил и осветил проблему нефтегазоносности мезозой-кайнозойских толщ и дал оценку угленосности и нефтеносности юры Южного и Юго-Восточного Казахстана. Написано около 120 научных работ.

На протяжении долгих лет был членом редколлегии журналов "Вестник АН КазССР", "Известия АН КазССР. Серия геологическая", "Известия вузов СССР", также был редактором трудов КазПТИ, тома XX "Центральный Казахстан" многотомного издания "Геология СССР". Е. Д. Шлыгин Участвовал в сессиях Всемирного геологического конгресса.

В 1954 году избран членом-корреспондентом, а в 1970 - академиком АН КазССР. Награжден орденом Красной Звезды, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета», медалями. Шлыгину Е. Д. присвоено звание Заслуженного деятеля науки и техники КазССР.

Основные научные работы:

- Краткий курс геологии СССР. Учебное пособие. 1958.
- Железные руды Северного Казахстана. Алма-Ата, 1953.
- Геологическое строение восточной части Северного Казахстана. Алма-Ата, 1967.

Георгий Леонтьевич Кушев (1905—1981)

Был доктором геолого-минералогических наук (1952), профессором (1953), член-корреспондентом АН СССР (1954). Известный геолог-ученый, педагог, доктор геологических наук, член-корреспондент академии наук КазССР(1954г), видный исследователь угольных месторождений Казахстана.

Родился в городе Ревда, Екатеринбургской губернии. В 1930 году, после окончания Ленинградского горного института проводил поиско-разведочные работы, на угольных месторождениях Северного Казахстана. Проводил исследования на Карагандинском угольном бассейне с 1933 по 1945 г. Именно он составил первую геологическую карту бассейна, а также разведал десятки шахтных полей. В 1946–1949 гг. работал старшим инженером по углю в Казгеолуправлении, а в 1949–1951 гг. - начальником геологического отдела Карагандинского управления. В 1951 г. перешел в КазНТУ доцентом, затем профессором, а с 1959 зав. кафедрой методики техники разведки. В это же время был руководителем отдела горючих полезных ископаемых ИГН АН КазССР. Под руководством Г. Л. Кушева выявлены крупные запасы угля, им обобщен большой фактический материал по геологии Карагандинского бассейна, составлены карты важнейших угленосных районов Казахстана, внесен большой вклад в подготовку инженерно-геологических кадров.

Является автором 70 работ, в том числе "Карагандинский угольный бассейн" (1941 г.), "Некоторые закономерности в распределении углей по качеству в Центральном Казахстане" (1955 г.), "Карбоновые угленосные отложения Казахстана" (1964 г.) и др.

Г.Л. Кушев награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени, медалями "За доблестный в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг." и "За трудовую доблесть", почетным знаком "Шахтерская слава" I степени, грамотами Верховного Совета Казахской ССР, лауреат Государственной премии СССР и Заслуженный деятель науки КазССР.

Заключение.

Проведя данную работу, мы подробно изучили историю становления нашего института и биографии выдающихся геологов. Г. Ц. Медоев, Е. Д. Шлыгин и Г. Л. Кушев внесли свой безграничный вклад не только в развитие нашего университета, но и в развитие геологии во всем Казахстане. Для нас большая честь обучаться в том институте, основатели которого были заслуженные корифеи научной геологии СССР. Благодаря им Казахстан, в частности, Сатпаев Университет, стал ведущим среди многих университетов, подготавливающих востребованных специалистов в этой области.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Умом и молотком. Исследователи недр Казахстана / Составители: Кулкашев Н.Т., Аубакирова А.М., Жораева М.Е., Нарыжная О.В., ред. Бекжанов Г.Р. – КазГео, 2009. – С. 123-124, 113-114, 181-182.

[2] Карагандинский угольный бассейн / Г.Л. Кушев ; АН КазССР, Ин-т геол. наук им. К. И. Сатпаева; Отв. ред. М. С. Быкова. - 2-е расшир. и доп. изд. - Алма-Ата : АН КазССР, 1963. – С 18-25.

"Политехтің" көрнекті геологтары.
Д. Г. Долгих^{ib}, А. Қ. Елемесова^{ib}, Д. Ю. Семерикова^{ib}.

Аннотация. Г. Ц. Медоев, Е. Д. Шлыгин, Г. Л. Кушевтің өмірбаяны мен олардың еңбек қызметіне шолу. Біздің университеттің қалыптасуына қосқан үлкен үлестерінің толық сипаттамасы.

Сәтбаев университеті-ұлттық мәртебесі бар санаулы университеттердің бірі. 1934 жылдан бастап Қазткми тек 1 институтқа ие бола отырып, бүгінде еліміздегі алғашқы техникалық жоғары оқу орны болып табылады. Университеттің, атап айтқанда геология кафедрасының дамуына қатысатын геология саласындағы ғалымдардың, профессорлардың, ғылым докторларының жетістіктері мен жаңалықтары келтірілген.

Георгий Цараевич Медоев – 1936 жылы геологиялық түсіру және пайдалы қазбаларды іздеу кафедрасын құрды және 1987 жылға дейін кафедра меңгерушісі болды.

Шлыгин Евгений Дмитриевич – Қазткми геологиялық барлау факультетінің бірінші деканы және тарихи және өңірлік геология кафедрасының тұрақты басшысы.

Кушев Георгий Леонтьевич – 1951 жылы ҚазҰТУ-ға доцент, кейін профессор болып өтті, ал 1959 жылдан бастап барлау әдістемесі мен техникасы кафедрасының меңгерушісі болды.

Негізгі сөздер.

Геология, зерттеулер, ғалым, геологиялық барлау факультеті, ғылым докторы, қосқан үлесі, Сәтбаев университеті.

Outstanding geologists of Polytech

D. G. Dolgikh^{ib}, A. K. Yelemessova^{ib}, D. Y. Semerikova^{ib}.

Annotation. A review of the biography of G. Ц. Medoev, E. D. Shlygin, G. L. Kushev and their labor activity. Detailed description of their great contribution to the formation of our university.

Satpayev University is one of the few universities with national status. Since 1934 KazGMI, having only one institute, today is the first technical university of the country. The achievements and discoveries of scientists, professors, Doctor of Sciences in the field of geology involved in the development of the university, namely the Department of Geology.

Medoev Georgiy Tsarayevich – created the chair of geological surveying and mineral exploration in 1936 and was the head of the chair till 1987.

Shlygin Evgeny Dmitrievich – the first dean of the geological surveying faculty of KazHMI and permanent head of the department of historical and regional geology.

Kushev George Leontievich – in 1951 transferred to KazNTU as an assistant professor, then professor, and since 1959 - was head of the department of methods and techniques of exploration.

Keywords.

Geology, research, scientist, Geological Exploration Department, Doctor of Science, contribution, Satbayev University.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «АЛТЫН-ЭМЕЛЬ» ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ И РАЗВИТИЯ ГЕОТУРИЗМА

Б.С. Қалибек, С.А. Нигматова, Я.К. Аршамов

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

kalibekbalzhan@gmail.com

Аннотация. Большая территория Юго-Восточного Казахстана, богатая уникальными и редкостными ландшафтами, красивыми и высокими горами, чистыми реками и озерами, геологическими и природными памятниками, весьма благоприятна для развития туристического кластера экономики. При этом, в отличие от индустриального развития регионов, развитие туристического бизнеса в этом регионе при правильной его организации не нарушает окружающей среды, что является очень важным для сохранения природного наследия.

Проблема рационального природопользования и сохранения окружающей среды как никогда остро стоит в настоящее время. С целью сохранения для будущих поколений уникальных и неповторимых объектов природы, геологических и природных памятников, биоразнообразия, истории и культуры, создаются биосферные резерваты, под свой патронаж UNESCO берет объекты культурного наследия.

Ключевые слова: геологические маршруты, Юго-Восточный Казахстан, ландшафт, геологические и природные памятники, биосфера, природные комплексы, памятники геологического и природного наследия, палеозой, горы Катутау, горы Калканы, горы Актау, геотуризм.

Проведение полевой практики имеет важное значение для начинающих геологов. Закрепление теоретических знаний, полученных студентами или школьниками во время лекционных занятий, способность ориентироваться на местности, использовать карты, компас и GPS, навыки геоморфологических, фациальных, седиментологических наблюдений, сбор и оформление геологических образцов, анализ и обобщение собранных во время полевых работ материалов, общие представления о геологическом строении и истории геологического развития региона – приобретение таких практических навыков и умений является важной частью обучения будущих специалистов в области наук о Земле.

Кроме того, популяризация знаний о родном крае, его уникальной геологической природе является основой культурного и патриотического воспитания молодежи.

Для того, чтобы получить навыки практической работы в полевых условиях не обязательно выезжать на специальные полигоны. Очень много геологической информации можно получить во время экскурсии в Национальные парки. Для примера рассмотрим геологические особенности Государственного Национального парка Алтын-Эмель, расположенного в Юго-Восточной Казахстане (Алматинская область. Кербулакский район), в 250 км от Алматы. Наиболее интересными и относительно легкодоступными объектами, как для специалистов-геологов, палеонтологов, туристов, а также для проведения студенческих кратковременных практик, являются горы Актау, горы Катутау, Большие и Малые Калканы и «Поющий Бархан» между ними.

Юго-Восточный Казахстан, включающий орогенические области Алтая, Жонгарского Алатау и Тянь-Шаня, является зоной молодой тектонической активизации по периферии Казахского эпипалеозойского щита. Эта территория уже с верхнего палеозоя представлена исключительно континентальными отложениями и сохраняет следы различных геологических событий от палеозоя до наших дней, богато насыщенные остатками древних биот [1, 2].

На территории Нацпарка представлены геологические отложения различного генезиса и возраста: это вулканические и морские породы палеозоя, мезозойские отложения здесь редки и изучены, в основном, по материалам скважин, отложения кайнозоя представлены аллювиальными, озерными, эоловыми и другими типами континентальных осадков.

Интересные геоморфологические наблюдения можно сделать еще по дороге, которая проходит между хребтов Малайсары, Матай, хр. Алтын-Эмель, пересекает Басцийскую

впадину. Горные сооружения являются результатами поднятия тектонических блоков (горсты), продолжающих свое движение и поныне. На этой территории можно выделить большое количество морфогенетических типов рельефа: высокогорный эрозионно-денудационный скульптурный сильно расчлененный; среднегорный эрозионно-денудационный; низкогорный денудационный; увалисто-холмистый рельеф предгорных равнин и межгорных долин; куэстовый; аккумулятивный; эоловый.

В кембрийском и начале ордовикского периодов - $541,0 \pm 1,0$ млн, $485,4 \pm 1,9$ млн на месте современного Жетысуйского Алатау существовало закрытое море, где откладывались как продукты вулканической деятельности, так и мощные толщи известняков и песчано-глинистые осадки. 460 миллионов лет назад, в ордовике, в результате поднятия эта территория начала осушаться [2, 3]. Во второй половине ордовика происходит расчленение бассейна на области относительных поднятий и опусканий. На северных склонах хр. Алтын-Эмель, в узком тектоническом клине, обнажены карбонатные породы – это различные виды известняков и реже доломитов, относимых к отложениям ордовикского, силурийского и пермского периодов. В мраморизованных известняках и известковистых песчаниках встречаются остатки кораллов, брахиопод, других морских организмов [2, 3]. На скалах хр. Алтын-Эмель встречаются петроглифы, что говорит о том, что люди с древности обживали эти места.

В девоне, примерно 390 миллионов лет назад, появился микроконтинент, впоследствии названный Казахстания. Большая часть современного Казахстана все еще находилась под водой, а территория современного Алтын-Эмеля являлась областью мелководных шельфов. Здесь в большом количестве были распространены коралловые рифы, а осушенные участки были покрыты плаунами [3, 4, 5, 6]. На таких участках суши активизировались мощные вулканические процессы, которые представлены в горах Катутау.

Горы Катутау протягиваются с юго-запада на северо-восток в виде холмисто-увалистой гряды с платообразными вершинами. Здесь можно наблюдать комплексы морских и вулканических прибрежно-морских отложений каменноугольной эпохи (карбоновый период), из которых описаны отпечатки амфибий, фораминиферы и водоросли, а также пермские вулканические породы, очень эффектные: пласты розовых, красно-бурых, сиреневых и темно-коричневых вулканических туфов и лав протягиваются на многие километры вдоль хребта. Они пользуются большой популярностью у туристов. В западной части хр. Катутау расположено небольшое проявление меди, в развалах можно увидеть малахитовые примазки по трещинам и на поверхности камней [1, 6].

В средней части хребта находится крупный вулкан пермского возраста, к центру которого сходится система радиально расположенных даек андезитов, которые образовались при просадке вулканического конуса, жерловая часть сложена крупноглыбовыми туфами. В восточной части хр. Катутау можно встретить горизонты черных витрофиров – стекловатых лав основного состава, а южнее расположены желто-рыжие обширные поля древних термальных источников – сольфатар, содержащих тонкодисперсное золото. По изменению состава пород становится возможным реконструировать развитие вулканической деятельности на этой территории [2, 3, 6].

Еще одним интересным геологическим объектом являются горы Калканы. Они представляют собой симметричную антиклинальную складку, где ядро сложено эффузивами и гранитоидами, а крылья - крутопадающими меловыми и несогласными с ними переслаивающимися неогеновыми породами [7]. В отложениях песчаников и конгломератов были встречены кости рептилий и остатки окаменевшего дерева, указывающие на поздне меловой возраст конгломератов [2, 7]. Возраст подтвержден также отпечатками поздне меловой флоры, изученной на северном склоне горы Улькен Калкан [8].

На южных склонах Улькен Калкана проходит мощная зона Южно-Калканского разлома, по которой произошел сдвиг юго-западной части Калканского вулкана, образовав горы, известные как Кши Калкан [7]. В образовавшийся коридор, как в аэродинамическую трубу, ветрами втягивались палеоценовые кварцевые пески, которые залегают у подножия вулкана,

позже, в позднечетвертично-современное время софрмировались огромные барханы. Эти барханы представляют собой прекрасный пример эоловых отложений.

Примыкающие к горам долины (грабены) на глубину более трех километров заполнены неоген-четвертичными преимущественно глинистыми осадками, которые хорошо обнажены в горах Актау, откуда описан опорный разрез палеоген – неогена Юго-Восточного Казахстана.

Наиболее полный (опорный) разрез континентальных отложений Юго-Восточного Казахстана расположен в горах Актау, который представлен мощными кайнозойскими осадочными отложениями огромного древнего озера, некогда заполнявшего Илийскую котловину [1, 9, 10]. В результате тектонической и эрозионной деятельности возникли красивейшие ущелья и каньоны, сложенные лентами осадочных пород зеленого, красного пестрого и белого цветов. Продвигаясь по саям вглубь гор Актау можно увидеть различные типы окраски пород, различные типы слоистости, наблюдать переходы от озеонных к аллювиальным отложениям. Переотложенные в палеогене и неогене глины мезозойских, палеогеновых и миоценовых кор выветривания, образованных в условиях жаркого климата формируют слои красного цвета. Глины, отложенные в плиоценовую эпоху в озерных условиях при умеренном климате имеют белую и синеватую окраску.

Геологический возраст этих отложений установлен от эоцена (40 млн лет назад) до плейстоцена (2,5 млн лет назад). Горы Актау интересны как для геологов – стратиграфов, седиментологов, так и для палеонтологов, изучающих ископаемых животных и растения. Здесь были обнаружены костные остатки позвоночных и беспозвоночных животных [1, 9, 10, 11], отпечатки листовой флоры [12], гирогониты харовых водорослей [10]. Вооружившись лупой, можно наблюдать остатки гирогонитов в разрезах по всем разрезам гор Актау.

Впервые костные остатки ископаемых животных (кости мастодонта) были обнаружены в 1948 г, а начиная с 1950 г проводились ежегодные сборы палеонтологического материала.

Отложения глин серо-зеленого цвета, указывающие на существование влажного, гумидного климата сохранили кости древнего бронтоотерия. Почти полный скелет, найденный в горах Актау [10], явился для науки новым видом и новым родом и был назван *Aktautitan hippopotamopus*. Эти животные обитали на заболоченных участках у озерных водоемов, примерно 40 млн лет назад. На основании этой находки возраст вмещающих отложений установлен как эоцен.

В слоях, относимых к олигоцену установлены кости гигантского носорога - *Paraceratherium zhajremensis* Bayshashov [10], представителей самых крупных сухопутных млекопитающих обитавших на земле (высота достигала до 5-6 м, а длина до 8 м), Состав пород, остатки флоры и фауны свидетельствуют, что в это время здесь существовал субтропический климат с лесостепным ландшафтом.

В отложениях актауской свиты, были обнаружены и описаны многочисленные кости раннемиоценовых животных: древние олени; древние жирафы, носороги, исчезнувшие роды животных: халикотерий и мастодонты, разные формы черепах и многие другие другие.

Кроме того, в отложениях относящиеся к этому времени найдены отпечатки растений, которые произрастали в разреженных, ксерофильных лесах: разнообразные древние тополя, предки современных туранговых, жестколистные и мелколистные ксерофитные дубы, протугай, прашибляки, возможно вечнозеленные прачапарель, прамаквис и др [1, 10, 12]. Местонахождение флоры в горах Актау является уникальным для Казахстана, так как других бурдигальских флор здесь не установлено.

Толщина озерных отложений, вскрытых в горах Актау превышает 180 м. Вода промыла в них ложбины и глубокие ущелья, а ветер помог преобразить ландшафт удивительным образом: вы можете увидеть формы, напоминающие - бастионы, башни, замки, и каньоны. Это прекрасный пример выветривания глинистых пород.

В конце плиоценовой эпохи тектонические движения резко усилились (так называемая хоргосская фаза тектогенеза) и началась бурная аккумуляция грубообломочного материала хоргосской свиты. Серые, глинисто-щебнистые безжизненные отложения сформировали

мощные толщи, растрескавшиеся в результате тектонических нарушений и затем подвергшиеся эрозионным процессам.

Таким образом, изучая геологические образования ГНПП «Алтын-Эмель» можно наглядно проследить длительную геологическую историю формирования континентальных отложений от момента появления первых островков суши в палеозое до формирования в позднем кайнозое аридных гор, с присущими им процессами выветривания и денудации. Несмотря на длительное изучение этой территории здесь есть еще место для новых геолого-палеонтологических открытий.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ерофеев В.С., Цеховский Ю.Г., Ахметьев М.А., Панова Л.А., Байбулатова Р.Б., Лычев Г.Ф., Диденко-Кислицына Л.К. Геологические и биотические события позднего эоцена – раннего олигоцена. Часть 1 // Регион XIX. Древняя Казахстанская суша. – Издательство ГЕОС. Москва 1996. – С. 197-206.
2. Нигматова С.А. Алтын-Эмель – геологический музей под открытым небом // Труды Государственного национального природного парка «Алтын-Эмель» - Выпуск 2 - Алматы, 2016 – С. 11- 31
3. Геология СССР. Южный Казахстан. Т. 40. Кн. 1. Ред. Ш.Е. Есенов. 1971. М. 534 с.
4. Сальменова К.З. Джунгарский палеофлористический район//Изв. АН КазССР. Сер. Геол. 1967. №6. С. 60-62.
5. Сенкевич М.А. Описание флоры девона Казахстана// Мат-лы по геологии и полезным ископаемым Южного Казахстана. Алма-Ата. 1971. Вып. 4. С. 88-92.
6. Скринник Л.И., Гришина Т.С., Хорст В.Э. Вопросы стратиграфии континентальных фаменско-турнейских отложений юго-восточного Казахстана// Геология и разведка недр Казахстана. №5-6. 1996. С. 7-13.
7. Диденко-Кислицына Л.К. Улькен Калкан – просыпающийся древний вулкан с неорудогенезом// Известия НАН РК - Серия геологическая. 2008. № 1- С. 86 – 91
8. Макулбеков Н.М. Материалы по истории фауны и флоры Казахстана. Том VI – Академия наук Казахских ССР 1974 г. С. 108-120.
9. Бажанов В. С. Костенко Н.Н. Геологический разрез Джунгарского Актау и его палеозоологическое обоснование. В кн.: Материалы по истории фауны и флоры Казахстана, Алма-Ата, т. III, 1961, с. 48-52.
10. Нигматова С.А., Байшашов Б.У., Жамангара А.К., Лукас С., Баядилов К.О., Касымханкызы А. Новые данные по биостратиграфии опорного разреза континентальных кайнозойских отложений гор Актау (Юго-Восточный Казахстан, Илийская впадина)//Известия НАН РК сер. Геология и технические науки, № 5, 2018 г. - С. 150-162.
11. Диденко-Кислицына Л.К., Бирюков М.Д., Байбулатова Р.Б. Новые данные о стратиграфии палеогеновых отложений Джунгарского Алатау // Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Казахстана. - 1971. - Вып.4 (29). - С. 140-149.
12. Раюшкина Г.С. Миоценовая флора Джунгарского Актау (Илийская впадина)// Фаунистические и флористические комплексы мезозоя и кайнозоя Казахстана. Алматы, 1993. С. 116-132.

Студенттік практиканы өткізу және геотуризмді дамыту үшін "Алтынемел" ұлттық паркінің геологиялық маршруттарын пайдалану Б.С. Қалибек, С.А. Нигматова, Я.К. Аршамов

Аннотация. Бірегей және сирек кездесетін ландшафттарға, әдемі және биік тауларға, таза өзендер мен көлдерге, геологиялық және табиғи ескерткіштерге бай Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның үлкен аумағы экономиканың туристік кластерін дамыту үшін өте қолайлы. Сонымен қатар, аймақтардың индустриалды дамуынан айырмашылығы, осы аймақта туристік бизнесті дұрыс ұйымдастырумен дамыту қоршаған ортаны бұзбайды, бұл табиғи мұраны сақтау үшін өте маңызды.

Табиғатты ұтымды пайдалану және қоршаған ортаны сақтау проблемасы қазіргі кезде бұрынғыдан да өткір тұр. Болашақ ұрпақ үшін бірегей және қайталанбас табиғат объектілерін, геологиялық және табиғи ескерткіштерді, биоалуантүрлілікті, тарих пен мәдениетті сақтау мақсатында биосфералық резерваттар құрылады, UNESCO өзінің қамқорлығына Мәдени мұра объектілерін алады.

Түйінді сөздер: геологиялық маршруттар, Оңтүстік-Шығыс Қазақстан, ландшафт, геологиялық және табиғи ескерткіштер, биосфера, табиғи кешендер, геологиялық және табиғи мұра ескерткіштері, палеозой, Қатутау таулары, Қалқан таулары, Ақтау таулары, геотуризм.

**The use of geological routes of the National Park "Altyn-Emel"
for student practice and the development of geotourism
B.S. Kalibek, S.A. Nigmatova, Y.K. Arshamov**

Abstract. The large territory of South-Eastern Kazakhstan, rich in unique and rare landscapes, beautiful and high mountains, clean rivers and lakes, geological and natural monuments, is very favorable for the development of the tourism cluster of the economy. At the same time, unlike the industrial development of the regions, the development of tourism business in this region, if properly organized, does not violate the environment, which is very important for the preservation of natural heritage.

The problem of rational nature management and environmental conservation is more acute than ever at the present time. In order to preserve for future generations unique and inimitable objects of nature, geological and natural monuments, biodiversity, history and culture, biosphere reserves are being created, UNESCO takes cultural heritage objects under its patronage.

Keywords: geological routes, Southeastern Kazakhstan, landscape, geological and natural monuments, biosphere, natural complexes, monuments of geological and natural heritage, Paleozoic, Katutau mountains, Kalkan mountains, Aktau mountains, geotourism.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАТПАР

Г. Н. Мекенбек, М. К. Кембаев

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
mekenbekgulnur@mail.ru, k.maksat@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены этапы формирования и геолого-генетическая модель месторождения Катпар. Выделяются и описываются формирование месторождения и морфология, геолого-генетическая модель. Также в статье рассмотрены минеральный состав руд. Формирование состава минеральных парагенезисов происходило в среде, богатой марганцем, железом, медью и цинком. В результате в руднометасоматических образованиях получили широкое развитие марганец содержащие минералы: бустамит, мангангеденбергит, иогансенит, марганцовистые гранаты, манганокальцит, тунгомелан, а из сульфидов-халькопирит. Месторождение представляет «отраженную» редкометалльную минерализацию, широко проявленную в тыловой области окраинно-континентального вулcano-плутонического пояса. Рудные залежи месторождения Катпар формировались в интрузив-надинтрузивной системе, в которой рудно-метасоматические образования наиболее интенсивно проявились в надкупольных частях гранитного массива. На поверхности рудная залежь фиксируется изолированными телами интенсивно нонтронитизированных и халцедонизированных скарнов, марганцовистыми и железистыми глинами, хорошо выраженными воричными ореолами рассеяния вольфрама, молибдена и меди.

Ключевые слова: Месторождения, вольфрам, руда, рудная залежь.

В формировании месторождения выделяется четыре этапа:

Первый этап- площадная мраморизация известняков с изолированными залеж имеет форму круто погружающегося (75-80°) рудного столба, корневой частью заходящего в граниты.

Рудные мелкими участками «прорыва» углекислых терм, резко выделяющихся от окружающих высокой кристалличностью мраморов;

Второй этап-инфильтрационное сканирование с формированием скарнов, обогащенных марганцем, железом, цинком и медью, экстрагированных из седиментогенных рудных скоплений (атасаульский тип);

Третий этап- грейзенизация проявленная в апикальной части гранитов с бедным Cu-Mo-Bi оруденением и в скарнах (апоскарновые грейзены) с богатым промышленным Cu-Wi-Bi оруденением;

Четвертый этап- формирование коры выветривания с образованием рудного карста, богатого марганцем, тунгомеланом, тонкодисперсным шеелитом.

Минералогия месторождения. Основные минералы (>1%), из них характерные – ангидрит, апофиллит, волластонит, геденбергит, гроссуляр, диопсид, кальцит, магнетит; транзитные-микроклин, кварц, топаз, флюорит, пирит.

Второстепенные минералы (1-0,1%), из них характерные- актинолит, бустамит, везувиан, десмин, клинохлорпеннин, корундофиллит, родонит, прохлорит, тремолит, тюрингит, шабазит, эпидот, мельниковит, мушкетовит, халькозин; транзитные – альбит, биотит, ломонтит, мусковит, серицит, шеелит, халькопирит, молибденит, борнит, висмутин, вольфрамит, галенит, гематит, ильменит, пирротин, сфалерит [1,4].

Геолого-генетическая модель месторождения.

Месторождение расположено в фамен-турнейских карбонатно-терригенных отложениях успенского рифта, секущего в северо-восточном направлении блок терригенных отложений успенского рифта, секущего в северо-восточном направлении блок терригенных отложений силура, насыщенных редкометалльной минерализацией. Месторождение представляет «отраженную» редкометалльную минерализацию, широко проявленную в тыловой области окраинно-континентального вулcano-плутонического пояса;

Месторождения Катпар, редкий промышленный объект с вольфрам-молибденовой относится к апоскарново-грейзеновому типу с пространственным совмещением скарнов и грейзенов;

Формирование состава минеральных парагенезисов происходило в среде, богатой марганцем, железом, медью и цинком. В результате в рудометасоматических образованиях получили широкое развитие марганец содержащие минералы: бустамит, мангангеденбергит, иогансенит, марганцовистые гранаты, мангано-кальцит, тунгомелан, а из сульфидов-халькопирит;

На поверхности рудная залежь фиксируется изолированными телами интенсивно нонtronитизированных и халцедонизированных скарнов, марганцовистыми и железистыми глинами, хорошо выраженными воричными ореолами рассеяния вольфрама, молибдена и меди. Глубина развития коры выветривания достигает 200 м. Рудная залежь находится в надинтрузивной зоне вскрытого на глубине 400м массива слабо альбитизированных и грейзенизированных в экзоконтакте пермских аляскитовых гранитов.

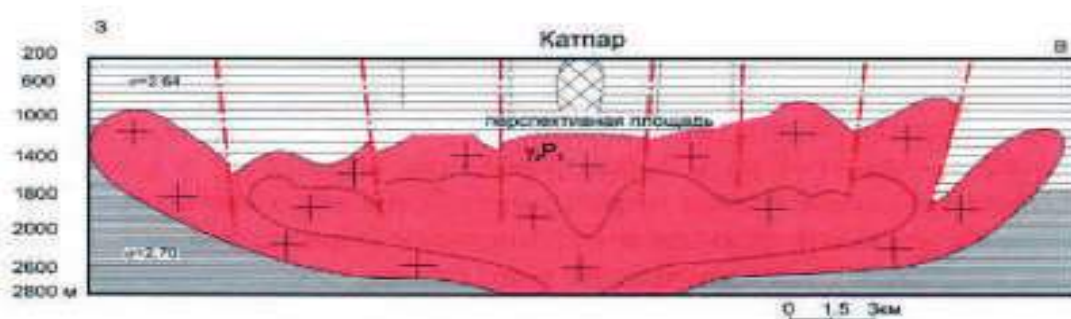
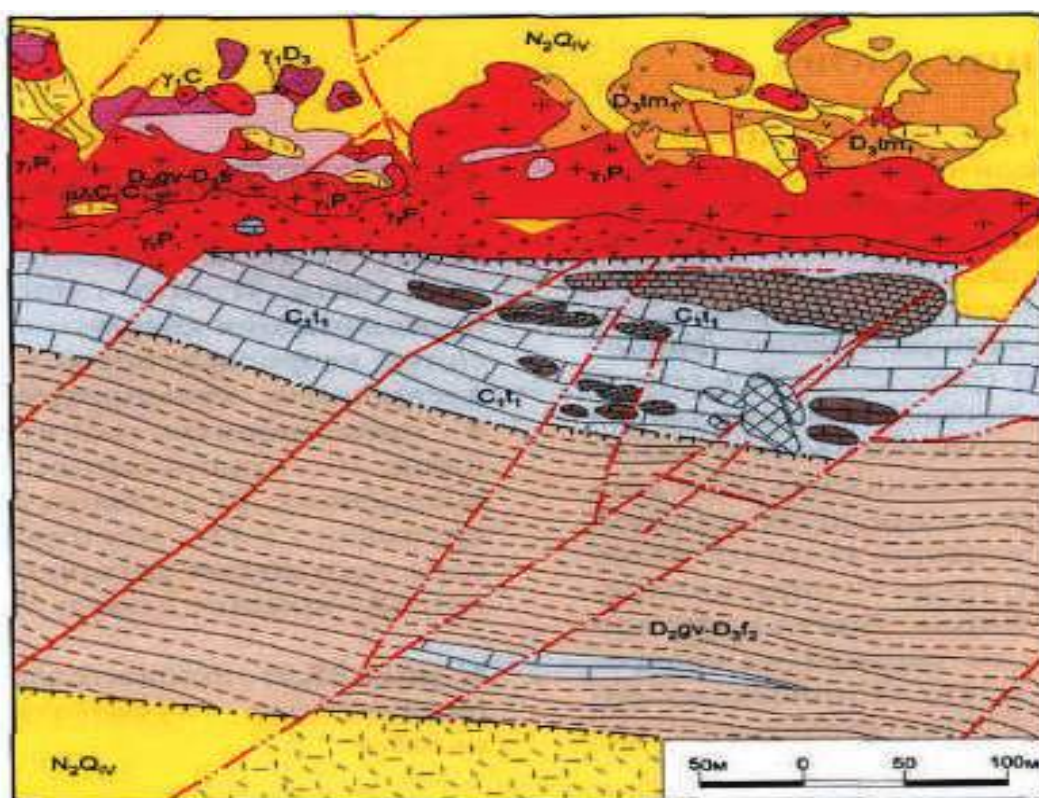


Рисунок 1. Геологическая карта месторождения Катпар (Ф.Г.Губайдулин, 2004) [5], положение месторождения в системе «интрузив-надинтрузивная зона» и геолого-геофизический разрез рудного массива (по геофизическим данным А.Т. Буртубаева, 1977).

В рудной залежи выделяются рудоносная кора выветривания и первичные руды. Крупные скопления рудоносных образований коры выветривания выполняет карст над залежью первичных руд. Содержание триоксида вольфрама в коре выветривания от 0,01 до 3%, бериллия до 0,5%, висмута до 0,03%, марганца от 0,5 до 10-12%;

Вольфрамом и бериллием оогащены гидрослюдистые монтморилонитовые марганцовистые глины. Рудные минералы- тонко дисперсный шеелит, тунгомелан, редкие зерна гельвина; широко развиты псиломелан и приолюзит, обогащенные молибденом (0,139%);

Среди первичных руд выделяются бедные медью (0,14), висмутом (0,004%) и вольфрамом (0,022%) грейзенизированные граниты эндоконтакта и обогащенные этими элементами апоскарново-грейзеновые тела экзоконтакта, представляющие основную ценность месторождения. Промышленные рудные тела состоят из сближенных линз, жил и прожилков, сгруппированных в отдельные минерализованные скарнонасыщенные зоны протяженностью по простиранию от 100 до 350 м, по падению от 100 до 600м. Мощность рудных тел от 10 до 200 м. Рудная залежь имеет форму круто погружающегося рудного столба, корневой частью заходящего в граниты;

Руды состоят в различной степени из обогащенных марганцем и железом гранатов, волластонита, пироксенов, карбонатов, эпидота, флюорита, кварца, апофиллита, шеелита, молибденита, халькопирита, висмутита, витехтинита. Средние содержания, в %: триоксида вольфрама 0,26, молибдена 0,04, висмута 0,016, меди 0,23;

Рудные залежи месторождения Катпар формировались в интрузив-надинтрузивной системе, в которой рудно-метасоматические образования наиболее интенсивно проявились в надкупольных частях гранитного массива;

Растворы щелочно-хлоридно-фторидно-гидрокарбонатные, температура рудообразования в грейзенах 480-340°C, в скарнах 560-420°C, давление составляет 4,2-1,2кбар [2,3].

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнилова Л.С. Минералогия и вопросы генезиса редкометалльного месторождения Катпар: автореф... техн. наук. - Алма-Ата.1984 -29
2. 9 Отчет о детальной разведке месторождения Северный Катпар с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.1993: отчет о геологоразведочных работах: рук. Авдеев С.Л.-Кокшетау, 1993. -143 с. -Инв.№ 44231.
3. Отчет по предварительной разведке месторождения Северный Катпар за 1978-81 гг (по работам Катпарской ГРП за 1978-79 гг; рук): отчет о геолого-разведочных работах; рук. Бертубаев Л.Т.Г. - Кокчетав,1982. -228с.-Инв.№ 34769.
4. 7 Кудрин В.С., Кудрина М.А., Малышев В.И., Сумин Л.В. Остапенко Е. И., Денисов А.Б. О возрасте стратиформного вольфрамового оруденения Северного Казахстана. //Геология рудных месторождений. - 1988. -№5. -С.81-88.
5. Беспаяев Х.А., Мирошниченко Л.А. Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. Алма-Ата: Наука, 2004.-135с.

Қатпар кен орнының қалыптасу кезеңдері және геологиялық-генетикалық моделі. Г.Н.Мекенбек, М.К.Кембаев.

Аңдатпа. Мақалада Қатпар кен орнының қалыптасу кезеңдері мен геологиялық-генетикалық моделі қарастырылған. Кен орнының қалыптасуы мен морфологиясы, геологиялық-генетикалық моделі ажыратылып, сипатталған. Мақалада кендердің минералдық құрамы да қарастырылады. Минералды парагенездердің құрамының қалыптасуы марганецке, темірге, мыс пен мырышқа бай ортада өтті. Нәтижесінде марганецті минералдар кен-метасоматикалық түзілімдерде кең игерілген: бустамит, маргангеденбергит, йогансенит, марганец гранаттары, марганец-кальцит, тунгомелан, сульфидтерден-халькопирит.плутоникалық белдеу. Қатпар кен орнының кен орындары интрузивті-супраинтрузивтік жүйеде қалыптасқан, онда кен-метасомоздық түзілістер гранит массивінің күмбез үсті бөліктерінде барынша қарқынды түрде көрінді. Жер бетінде кен орны қарқынды тронизацияланбаған және халцедонды скарндардың, марганецті және темірлі саздардың оқшауланған

денелерімен, сондай-ақ вольфрам, молибден және мыс дисперсиясының жақсы анықталған галоларымен бекітілген.

Негізгі сөздер: Кен орын, вольфрам, руда, кен орны.

Stages of formation and geological and genetic model of the Katpar field.

G.N. Mekenbek, M.K.Kembayev

Annotation. The article considers the stages of formation and the geological and genetic model of the Katpar field. The formation of the deposit and morphology, geological and genetic model are distinguished and described. The article also considers the mineral composition of ores. The formation of the composition of mineral parageneses took place in an environment rich in manganese, iron, copper and zinc. As a result, manganese-bearing minerals are widely developed in ore-metasomatic formations: bustamite, mangangedenbergite, johansenite, manganese garnets, manganese-calcite, tungomelane, and from sulfides-chalcopyrite. plutonic belt. The ore deposits of the Katpar deposit were formed in an intrusive-supra-intrusive system, in which ore-metasomatic formations were most intensely manifested in the supra-dome parts of the granite massif. On the surface, the ore deposit is fixed by isolated bodies of intensely nontronitized and chalcedony skarns, manganese and ferruginous clays, and well-defined haloes of dispersion of tungsten, molybdenum and copper.

Key words: field, ore,, tungsten, ore deposit.

ҚАРАТАЙ ТҰРЫСОВТЫҢ ӨНЕГЕЛІ ӨМІРІ

Е.Т. Муратбаев, Я.К. Аршамов

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

muratbaev02@bk.ru

Аңдатпа. Арқалы ақын Мұқағали Мақатаев Бауыржан Момышұлына арнаған бір өлеңінде «Қандай сый тартсам екен, аға саған», деп алады да, артынан «Алтын да, алмас та емес жалтылдаған, Бір сый бар, аға, саған, тартылмаған! Ұрпақтар аңыз етіп айта жүрер, Сыйдан да он есе артық даң-қын маған» дейді. Сондай бітім-болмысы бөлек, кескін-келбетін, түр-түсін Тәңірім кең етіп жаратқан ересен аталарымыздың бірі Шерағаң, Шерхан Мұртаза «Қазақтың Қаратайы» деп атаған ардақты да аяулы Қаратай Тұрысов еді. Еліміздің ұлы тұлғаларының үздік жетістіктері-замандастарымыз үшін шығармашылық күш пен жаңалықтардың іргетасы деп білеміз. Тәуелсіз Қазақстанның жаңа батырлары Сәтбаев университетінің Геология және мұнай-газ ісі институтына есімі берілген Қаратай Тұрысов сияқты адамдардан үлгі алатындығы анық емес пе? 2022 жылдың ақпан айында университеттің құрдасы, "Қазақстанның жер қойнауының құрметті барлаушысы" Қаратай Тұрысұлы Тұрысов 88 жасқа толар еді.

Негізгі сөздер: «Қазақтың Қаратайы», іргетас, Тәуелсіз Қазақстан, Сәтбаев университеті, геология және мұнай-газ ісі.

Қаратай Тұрысов 1934 жылы 2 ақпанда Жамбыл облысының Жамбыл ауданындағы "Жасөркен" ауылында туған. Мәскеу геологиялық барлау институтын, КПСС Орталық Комитеті жанындағы Жоғары партия мектебін, КСРО Халық шаруашылық Академиясын бітірген. Экономика ғылымының докторы, ҚР Инженерлік академиясының академигі. 1955 жылдан бастап аға геолог, геологиялық партияның бастығы, Ақшатау өнеркәсіптік аймағы бойынша партиялық мемлекеттік бақылау комитетінің төрағасы, Қаражал қалалық партия комитетінің бірінші хатшысы, Торғай облыстық партия комитетінің хатшысы, Мемлекеттік тау-кен жұмыстарындағы қауіпсіздікті сақтандыру комитетінің төрағасы, Қазақстан Компартиясы Орталық Комитетінің секретары, Бүкілодақтық кәсіподақтары Орталық Кеңесінің хатшысы, Қазақ ССР Министрлер Советі төрағасының орынбасары, ҚР Туризм және спорт министрі, ҚР Орталық сайлау комиссиясының төрағасы, Қазақстан Республикасы Парламенті Мәжілісінің екі рет сайланған депутаты, Экономика, қаржы және бюджет жөніндегі комитетінің төрағасы. КСРО Жоғарғы Кеңесінің екі дүркін депутаты болған.

Еңбектегі табысы үшін оннан астам медаль дармен, екі рет "Еңбек Қызыл Ту" орденімен, 2001 жылы тәуелсіз Қазақстанның екінші дәрежелі "Барыс" орденімен марапатталған.

Тұрысұлының есімі Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-дың Геология және мұнай-газ ісі институтына 2006 жылы берілгенін айта кеткен жөн. Қ.Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институтында Тұрысов атындағы шәкіртақы жыл сайын беріледі. Бұл дегеніміз қазіргі геология мамандығының болашағы зор екендігінің бір дәлелі іспетті.

Алысқа тартқан жолдар-студенттік кезеңі

Он жылдықты күміс, алтын медальдармен аяқтаған бір топ боз балаға Қазақстан Республикасының оқу министрілігінен жолдама беріледі. Қаратай Тұрысовтың тай құлындай тебісіп бірге өскен кластас достары Шерхан Мұртазаев, Әшімжан Құрмановтар бар еді. Министрліктің қабылдауында болған, тай қылындай тебісе білген Қ.Тұрысов Мәскеу оқу орнына жолдама алады. Бұны естіген әкесі ақ батасын береді. Басында Мәскеу дегенде, шешесі мұңая қараған. Қаратай Мәскеудегі Серго Орджоникидзе атындағы тау-кен барлау институтының осы аттас Факультетіне, парталас, тағдырлас досы Шерхан Мұртаза болса Мәскеудің полиграфия институтына түсіп оқуларын бастап кеткен. Қаратайдың жағдайы жаман еместі. Мұнда иығында "МГРИ" деп жазылған қара костюм, қара шинель, фуражка киіп, кешегі ауыл баласы сымша тартылып, танымас тай өзгеріп шыға келген. Стипендиясы да басқа оқу орындарына қарағанда тәп-тәуір екен. Есесіне, оқу дегеніңіз, құдды бір жекпе-жекке шақырған күрес сияқты. Мектеп сабағының бір-екеуі ғана орыс тілінде болса, мұнда бәрі де орысша. Ал енді оқып көр, қиналмай көр. Бірақ, мұқалып қалудан аулақ, намысын жанып күндіз-түні кітаптан бас алмау алғашқы жылдардың үлесіне тиіп еді. Кітапбастылық.

Бұдан аз күн бұрын ауылдан келген хабардың аяғы сұйылып кетті. Бір күні декан шақырып алды. Ал кеп тақымдасын... Сөйтсе былай болған екен де. Оқуға кеткен Қаратайдан хат-хабар үзілген соң, ауылдағылардан маза кеткен. Жөн білер Арыстан Өтеулиннен баска кім бар. Ендігі үміт сонда ғана. Қолды-аяқты баладай Өтеулин сөйтіп, Мәскеуге, деканатка телефон шалмай ма. Қаратайдың аман есендігін сұрамай ма. Сөйтіп, декан студент Қаратайға мынаны айтқан: - Ай сайын ауылға хат жазып тұрасың. Ол хаттың дерегін мен де білуім керек, балам. Білдің бе, Қаратай?

-Білдім.

-Түсіндің бе, Қаратай?

Түсіндім, ағай...

Оқу... оқу... тоқу... тоқу... Қаратай алғашқы семестірде-ақ көзге түскен. Таукен-инженерлік мамандығын игеретін оқулықтар авторларының дәрісін тыңдау... Одан қала берді, кітапхана, жеке-дара ізденістер. Әйтеуір мұрша жоқ. Жана жыл карсаңында соңғы семестірде жоғары математикадан емтихан тапсырып жатқанды. Оқытушы болса катал-ақ, көңілге карамайды. Курс старостасы емтиханға кіретін төрт студентті үгіттеумен әлек. Қолға Қаратай іліксін. Билет алды да есеп шығара бастады. Орыс тілінде түсіндіріп тұрған. Бір уақытта оқытушы мұның иығына қолын салып кідіртті де: - Жарайды. Дұрыс. Бара бер. Боссың, - деді. Кейінірек өзімен сабакка бірге кірген Әшімжанның айтуынша, Қаратай орысша түсіндіріп тұрып, бір мезетте қазақша сайрай жөнеліпті. Ұстаз орнынан жылдам тұрып кетеді. Ананың зачеткісіне қолын қойып үлгерген екен. Сөйтеді де, "Сен өзің саумысың?" дегендей Қаратайға бажырая карап калса керек. Айтпақшы, бір қызық болған. Үшінші курсты эне-міне бітіргелі тұрғанда осы озат студент Қаратай оқудан қол үзіп қала жаздағаны ғой. Иә, тап солай... "Жаңа жерді" зерттеуге геологиялық экспедиция ұйымдастырылып жатыр. Оған студенттерді де қабылдайды екен", деген хабарға құлағы елен ете туссін. Ілулі тұрған картаға карап "Жаңа жерді" іздей калсаныз - басыңыздың шалқайғаны сонша, бөркіңіз түсер еді. Қызық... Арман... Романтика... Сондай қуштарлық Қаратайды экспедиция бастығына алып келсін. Москалдау геолог: Жарайды балам, инженерге көмекші боласың.. Бірақ оқуды қайтесің? - деген.

-Сырттай оқимын.

-Жарайды; онда ойланып кел, қарсы емеспін.

Егер бұл байламды сезін болса, құжаттарынды алып кел. Бірден бұйрық аласың, келесі ай алыс жолға аттанамыз, - деп нығарлай сөйлеген. Кар баруг жібер әскер Сабак қалды жайына. Оны арман алысқа шақырып тұр. Алып ұшқан көңілін Володя, Станислав сынды курстас достары сап тисын. Кешке жатаханадан мұны тауып алып "оқуынды тамамдамай жатып мұның не? Адасып жүрсің бе?" - деп азғырсын кеп, тіптен бір-екі рет түйіп-түйіп те алған. Шынында да, бір белге шықпай жатып мұнысы несі.. Оның үстіне таукен-геология ғылымының жарық жұлдыздары профессорлар: Алексей Алексеевич Богданов, Петр Андреевич Захаров, Михаил Владимирович Муратов тардан дәріс тындаудың өзі қандай ғанибет, қандай мәртебе!

Орталық Қазақстандағы геология басқармасын да тапты. Кадр бөліміндегілер оның келуін күтіп отыр екен, құжаттарын тездетіп дайындап, бастыққа кіргізіп Қу ауданының орталығы Егіндібұлақ ауылынан елу шақырымдай жерде орналасқан "Көктасжал" кен-барлау отрядына аға геолог етіп, сол күні-ақ аттандырып жіберген. Содан табаны күректей сегіз жыл Қарағанды өңірінде геолог, аға геолог, геологиялық партияның бастығы қызметін атқарып жүрді. Осы жылдары партия қатарына өтіп, бастауыш ұйымның хатшысы болып, жақсы маман ретінде үлкен дердін назарына ілікті. Корғасын, мырыш, вольфрам, марганец, молибден, темір кен кездерінің жана орындарын игеруге ат салысып, білікті таукен инженері санатына қосылған кезі болатын.

Михаил Толкачев Қаратай Тұрысовпен бірлескен жұмыс және достық туралы естеліктері

Қаратай Тұрысұлы Тұрысовпен тағдырым мені сонау 1978 жылы, сол кезде ашылған КСРО Министрлер Кеңесі жанындағы Халық шаруашылығы академиясының алғашқы

жиынында әкелді. Мұнда әр түрлі салалардан 35 пен 45 жас аралығындағы жүздеген тыңдаушылар жиналды.

Алғашқы жалпы жиналыста Академияның бірінші ректоры, ұмытылмас Николай Васильевич Мельников тыңдаушылардан: "Академиядағы оқудың басты нәтижесі не деп ойлайсыз?" Тыңдаушылар жаңа білімдер, елдің көп салалы экономикасының механизмін түбегейлі қайта қарастыру, өндірісті басқарудың жаңа прогрессивті әдістері, ғылыми-зерттеу жұмыстары мен диссертацияларды дайындау мүмкіндіктері туралы айтты. "Ең басты жетістік, – деді Николай Васильевич, барлығын тыңдап, - екі жыл академияда оқығаннан кейін әрқайсыңыздың өндіріске және өмірге баратын жүз досыңыз болады!» Негізінде, солай болды. Дәл осы академияда энергетика және өнеркәсіп өкілдері арасында бұзылмайтын достықтың негізі қаланды. Академия түлектерінің бейресми достық байланыстары болашақта ел экономикасындағы болмай қоймайтын проблемалар мен сындарлы жағдайларды шешуде маңызды рөл атқарды.

Біз достасып, бізді тамақтандырған аумақтардың экзотикалық сыйлықтарын қуана-қуана алмастырдық. Мен оған Нарьян – Марадан әкелінген ақ теңіз ряпушкасымен-ысталған Печора майшабағымен емделдім, ал ол маған Дәстүрлі қазақ деликатесі – "қазы"жылқы шұжығын сынап көруді ұсынды.

Мен үшін Қаратай Тұрысов туралы асыл естеліктердің бірі КСРО бағдарламасына енгізілген тағылымдамамен байланысты. Оның аясында 7-10 адамнан тұратын топтарға бөлінген тыңдаушылар үшін әртүрлі өнеркәсіптік кәсіпорындардың шоғырланған жеке ауданы таңдалды, олардың жұмысымен және өзара әрекеттесуімен топ мүшелері танысты. Мен Қ.Т.Тұрысовты менімен және басқа да бірнеше тыңдаушылармен Кола түбегіндегі диплом алды өндірістік тағылымдамаға баруға көндіре алдым. Менің досым оған ерекше серверлік нысандармен қандай қуанышпен танысқаны әлі есімде.

Маған Баренц теңізінде бірлескен жұмыс жасау арқылы белгілі "Ленин" Атом кемесінің капитаны Борис Макарович Соколов Академия тыңдаушыларына жыл бойы автономды жүзде болуға қабілетті әлемдегі алғашқы атомдық мұзжарғыштың керемет мүмкіндіктері туралы айтып берді. Кола сверхглубокой бұрғылау бастығы Давид Миронович Губерман әрқайсымызға он шақырымдық тереңдіктен алынған дөңгелек тақтайша арқылы берді. 1991 жылы қол жеткізілген әлемдегі ең терең тік ұңғыманың соңғы белгісі 12 262 м болғанын атап өтемін. Академия ректоры Қаратай Тұрысұлын бірден айналымға шығарып, осы жұмыстан бос оқу жылдары ішінде кандидаттық диссертация дайындап, оны КСРО ғылыми кеңесінде қорғау керектігін айтты. Ректордың бастамасы Менің досымның қалауымен тұспа-тұс келді және нәтижесінде сәтті жүзеге асырылды. Мен Қаратай Тұрысұлын қолдадым. Рас, негізінен, әзіл-оспақ белгілері және оның экономика ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алу қажеттілігіне күмәндануы туралы ескертулер. Мен оның диссертациясын қорғауға қатысқан едім.

КСРО оқуын аяқтағаннан кейін Қаратай Тұрысұлы Мемгортехнадзор төрағасы қызметіне кірісті, ал көп ұзамай Қазақстан республикалық кәсіподақтар кеңесінің төрағасы қызметіне ауысты. 1984 жылдың желтоқсан айында Тұрысов Дінмұхамед Қонаевтың ұсынысы бойынша Қазақстан Компартиясы хатшысы болып сайланады. Оның алған тәжірибесі Мәскеудегі халық шаруашылығы жетістіктерінің көрмесі хатшысы, Қазақ КСР Министрлер Кеңесі төрағасының орынбасары және экономикалық реформа жөніндегі комиссияның төрағасы болып жұмыс істеуі үшін сенімді база болды. Қаратай Тұрысұлының туризм, дене шынықтыру және спорт министрі ретіндегі қызметі де жақсы белгілі. КСРО Халық шаруашылығы Академиясынан кейін менің болашақ өмірім практикалық геология саласынан партиялық-Мемлекеттік жұмыс арнасына ауысты. Менің жұмысымның маңызды бөлігі отын-энергетика кешенінің дамуын бақылау болды. Менің қарамағымда көмірсутек шикізатын өндіру, сондай-ақ геологтардың жаңа мұнай-газ провинцияларын игеруі болды. Академияны бітіргеннен кейін (1980 жылы) 12 жыл бойы – Каспий маңы кен орындарына барған кезде, Батыс Қазақстанның геологиялық және геофизикалық ұйымдарына, республикалық геология министрлігіне және Қазақстан Компартиясы Орталық Комитетіне барған кезде – көп жағдайда Қаратай Тұрысұлымен достықтың арқасында мен Қазақстан аумағында көптеген достар

таптым, оларды атап айту дұрысырақ болар еді жолдастар. Менің білуімше, нағыз серіктер алыс 90 - шы жылдары Қазақстан Компартиясы хатшылары Нұрсұлтан Назарбаев пен Қаратай Тұрысов болған. Олар геологиялық барлау жұмыстарын тиімді дамытуды ұйымдастыруға және Қазақстан халық шаруашылығының сенімді минералдық-шикізат базасын құруға бағытталған бірыңғай келісілген саясат жүргізді. Осы саясаттың Кадрлық көрінісінде Дінмұхамед Қонаев Қазақстанға іссапар туралы Менің баяндамамнан кейін менің Қазақ КСР Геология министрлігіне көшуім туралы мәселені көтерген кезде тағдырым да түбегейлі шешілді деуге болады. Менің Қазақстанға жұмысқа ауысуым туралы әңгімелесудің бастамашысы тек Қаратай Тұрысов бола алатынына нық сенімдімін.

Менің досымның таңғажайып адами қасиеттерін атап өткім келеді. Ол лаконикалық болды және сыни пікірлерді өте ұстамды түрде тұжырымдады. Тіпті шиеленіскен әрі күрделі сәттерде де Қаратай Тұрысұлы теңбе-тең рең ұстанды және қарсыластарына құрмет көрсетті.

Мен оның тойларға және шулы қарым-қатынасқа бейім емес екеніне көз жеткізе алдым.



1-сурет. Мәскеуде оқып жүрген қазақ жастары. 1953 жыл.



2-сурет. Шайтанды геологиялық барлау партиясының төрағасы Қаратай Тұрысов әйгілі геолог Гинаят Бекжановпен бірге. 1956 жыл



3-сурет. Қ.Тұрысов Жезқазған жеріндегі Қ.Сәтбаев шахтасында

Әдебиеттер:

1. Ж.Кәрібайұлы, Т.Қауыпбайұлы Т85 Тұлға: Деректі роман-Алматы «Өнер», 2004.- ISBN 9965-595-61-5
2. <https://egemen.kz/article/28899-tulgha-dese-tulgha-edu>
3. <https://satbayev.university/ru/news/moy-drug-karatay-turysov>

Образцовая жизнь Каратая Турысова

Е.Т. Муратбаев, Я.К. Аршамов

Аннотация. В одном из своих стихотворений, посвященных Бауржану Момышулы, поэт Мукағали Макатаев сказал: «Какой подарок я хочу сделать тебе, брат». Поколения расскажут легенду, и он даст мне больше славы, чем подарок. Одного из наших великих предков, созданного Богом в такой неповторимой форме, форме и цвете, Шерхан Муртаза назвал «Казахским Каратаем». Мы верим, что лучшие достижения великих языков страны являются фундаментом творческой энергии и новаторства для наших современников. В феврале 2022 года Каратаю Турысовичу Турысову, ровеснику Университета имени Новых Героев Независимого Казахстана Сатпаева, «Почетному исследователю недр Казахстана», исполнится 88 лет.

Ключевые слова: «Казахский Каратай», Независимый Казахстан, Университет Сатпаев, геология и нефтегазовое дело

Exemplary life of Karatai Turusov

Е.Т. Muratbaev, Y.K. Arshamov

Abstract. In one of his poems dedicated to Baurzhan Momyshuly, the poet Mukagali Makataev said: "What a gift I want to give you, brother." Generations will tell the tale, and he will give me more glory than a gift. One of our great ancestors, created by God in such a unique form, shape and color, Sherkhan Murtaza called "Kazakh Karatai". We believe that the best achievements of the great languages of the country are the foundation of creative energy and innovation for our contemporaries. In February 2022, Karatay Turysovich Turysov, the same age as the University named after New Heroes of Independent Kazakhstan Satpayev, "Honorary Researcher of the Subsoil of Kazakhstan", will turn 88 years old.

Keywords: "Kazakh Karatay", Independent Kazakhstan, Satpayev University, geology of oil and gas.

ЫҒЫСУ АЙМАҚТАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕРІНІҢ КОМПОРАТИВТІ ЗЕРТТЕЛУІ

Е.Т. Муратбаев, Я.К. Аршамов

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

muratbaev02@bk.ru

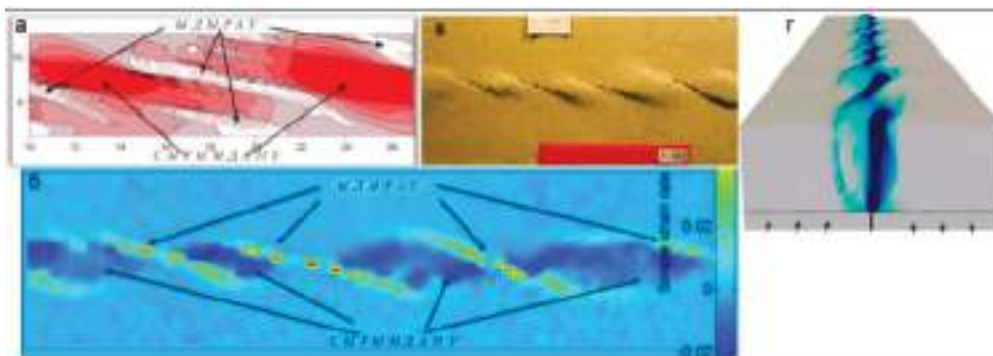
Аңдатпа. Жаңалық қызметінің әр саласында қолданылатын модельдер жиынтығы оның тақырыбын анықтайды. Сондықтан, егер саналы қызмет процесінде ешқандай модель мүлдем қолданылмаса, онда мұндай әрекетті мағынасыз деп санауға болады. Бақытымызға орай, бұл іс жүзінде ешқашан болмайды, өйткені адам генетикалық түрде белгілі бір модельдер аясында жұмыс істеуге бейім, олардың бар-жоғын біледі ме, жоқ па. Табиғи объектілерді білудегі кез-келген ілгерілеуді осы объектілердің модельдері болмаған кезде бекіту немесе өлшеу мүмкін емес. Отандық практикада геофизикалық (сейсмикалық) деректерді геологиялық түсіндіру мақсатында комплексті геология-сейсмикалық модельдеу әдістемесін жүйелі баяндау алғаш рет қабылданады. Әлемдік геологиялық-геофизикалық әдебиеттерде мұндай басылымдарды авторлар да білмейді*. Алайда, бұл комплексті геология-сейсмикалық модельдеудің қалыптасуы мен дамуы нөлден басталды дегенді білдірмейді. Геофизикадағы сейсмикалық модельдеу мәселелері отандық және шетелдік әдебиеттердегі көптеген жарияланымдарға арналған, сондықтан авторлар бұл сұрақтар шеңберіне тоқталу міндетті емес деп санайды. Геологиялық модельдеу және (немесе) геологиялық процестердің бірқатар модельдерін негіздеу бойынша жарияланымдардың көлемі өте маңызды. Ішінара, осы зерттеулердің нәтижелері нақты жұмыстың негізіне айналды және төменде егжей-тегжейлі қаралды.

Негізгі сөздер: геологиялық модельдеу, тектоникалық бұзылыстар, математикалық модель, ығыспалар, кен орындар

Ығысулар – тектоникалық бұзылулардың ең көп таралған түрі. Көмірсутек кен орындары көбінесе іргетастың ақауларының үстіндегі жылжымалы аймақтармен байланысты, сондықтан мұндай құрылымдарға деген қызығушылықтың артуы таңқаларлық емес. Ығысу аймақтарының құрылымдық парагенездері, даму заңдылықтары, шиеленіскен және деформацияланған күй туралы білім тек математикалық және физикалық модельдеуді бере алады. Соңғысы Г.Клоос пен В. Ридельдің (1928 және 1929) классикалық шығармаларынан басталды, содан кейін оны бүкіл әлемдегі көптеген зерттеушілер жүзеге асырды. Эксперименттерге шолулар мақалаларда келтірілген [1, 2, 3]. Алғашқы он жылдықтарда тәжірибелер саздың су пастасын қақпақ ретінде қолдану арқылы жүргізілді. Оның бетінде ығысу аймақтарының дамуының әртүрлі кезеңдерінде пайда болатын әртүрлі деңгейлер мен бағдарлардың барлық спектрі сипатталған. Құм мұқаба ретінде қызмет еткен эксперименттердің басталуымен (1986 жылы М.А. Нейлор және оның авторлары жасаған жұмыс классикалық болып саналады), модельдерді кесуге және көлемде ығысу аймағының құрылымы туралы түсінік алуға мүмкіндік туды. Сонымен, Ридельдің чиптері пропеллер тәрізді екендігі белгілі болды. Айта кету керек, құм модельдерінде, саз модельдерінен айырмашылығы, локализацияланған бұзылу аймақтары тек екі бағытта дамиды. Осы уақытта біздің елімізде аналитикалық математикалық модельдеу белсенді дами бастады (А.С. Григорьев, А. В. Михайлова, Ю. Л. Ребецкий). Ол деформациялар аз болған кезде және локализацияланған бұзылу аймақтары болмаған кезде үздіксіз орта механикасы аясында сызықтық қондырғыда жүргізілді. Осындай модельдеуді қолдана отырып, деформация процесінің қысқа мерзімді кезеңін ғана зерттеуге болады. Соған қарамастан, мұндай модельдеу пайдалы болды, өйткені ол негізгі кернеулердің өте күрделі өрісі мен траекториялары туралы түсінік алуға, оқу чиптерінің күрделі конфигурациясын түсіндіруге мүмкіндік берді. Кейінірек Ю. Л. Ребецкий өзінің математикалық моделіне, оның пікірінше, жаппай гравитациялық күштерден туындайтын девиаторлық кернеулердің әсерін қосты [1]. Сондай-ақ, ол Ридель чиптерінің әр түрлі тереңдіктегі мінез-құлқына болжам жасады. Физикалық модельдермен салыстыру "іргетастың" жанындағы Ридель чиптерінің бағдарының сәйкес еместігін көрсетеді. Физикалық және аналитикалық модельдеу нәтижелерін табиғи нысандар туралы мәліметтермен, мысалы, Батыс Сібірдің солтүстігінде 3D сейсмикалық барлау арқылы алынған мәліметтермен салыстыру пайдалы [4]. Табиғатта іргетастың ақаулық проекциясы бар Ридель чиптерінің бұрыштары кесу бойымен

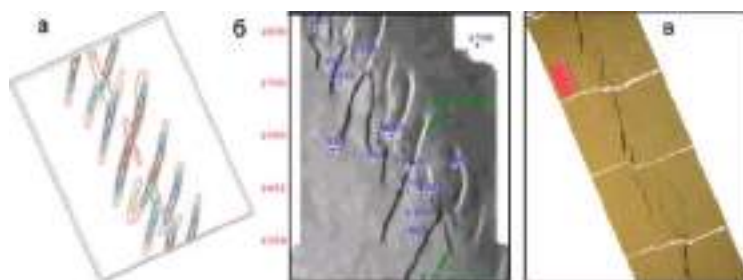
жоғары қарай артып, бетіне жақын $40-50^\circ$ - қа жететінін көруге болады (сурет. 2б). Бұл физикалық модельдерге де, Ю. л. моделіне де қайшы келеді. Ребецкий (олардың тиісті бұрыштары шамамен 15°).

Физикалық модельдеудің одан әрі дамуы оның жағдайларының күрделенуімен жүрді (денудация, шөгу, әртүрлі бұзушылықтарды енгізу). Жақында олар PIV (сандық трасса визуализация әдісі) және ұқсас [3, 6] сияқты модель бетіндегі деформация өрісін бағалауға мүмкіндік беретін әдістерді қолдана бастады. Сонымен қатар, ығысу аймақтарын сандық математикалық модельдеу тез дами бастады (Ю.П. Стефанов, Р. А. Бакеев, А. и. Шеменда және басқалар). Егер алынған модельдердің нәтижелерін физикалық модельдеу деректерімен салыстыратын болсақ, онда ұқсастықтың маңызды белгілерін көруге болады. Бұл гүл құрылымдарының дамуына, локализацияланған деформация аймақтары арасындағы көтерілістерге, локализацияланған деформация аймақтарының маңындағы сирету және қысу аймақтарының сәйкестігіне қатысты (сурет. 1). Егер біз локализацияланған деформация аймақтарының бұрыштарын сандық модельдегі ығысу осімен салыстыратын болсақ [5] және физикалық модельдердегі (R-чиптер) (сурет. 2), онда бағдарлауда үлкен айырмашылық бар. Бірақ сандық модельдің деректері табиғи ығысу аймақтарына өте сәйкес келеді (суретті қараңыз. 2). Бұл таңқаларлық емес, өйткені [5] жұмыста шөгінді жыныстардың салмағының ығысу аймақтарының құрылымына әсері арнайы зерттелген. Физикалық модельдерде біз бұл факторды түбегейлі ескере алмаймыз.



Сур. 1. Сандық (а, г) және физикалық (б, в) модельдерді салыстыру: а – жергілікті учаскедегі қысымның таралуы [5]; б – PIV әдісімен есептелген деформацияның салыстырмалы жылдамдығы [6].

Екі әдіс де сиретудің (локализацияланған деформация аймақтары) және қысудың (бетінің көтерілу аймақтары) аймақтарын көрсетеді; в – құмды модель [6]. Локализацияланған деформация аймақтары және тұрақты білік тәрізді көтерілулер айқын көрінеді; г-ығысудың үлкейтілген масштабында серпімді емес деформация қарқындылығының таралуы [5]. Деформацияның гетерогенді сипаты бетіндегі тік қозғалыстарға әкеледі (сур.1в).



Сур. 2. Қаптың жоғарғы бөлігіндегі локализацияланған деформация аймақтарын бағдарлау: а-сандық модельдеу [5], б – көлбеу бұрыштар картасының фрагменті. Етыпуров білігі [4], в – құм жамылғысы бар модель.

Сандық модельдеу әдісімен біз физикалық модельдерде көрмеген кейбір нәтижелер алынды, мысалы, екі негізгі үзілістердің пайда болуы немесе ерекше бағдармен локализацияланған деформация аймақтарының ығысу аймағының дамуының кеш кезеңінде пайда болуы [5]. Мұның бәрі арнайы зерттеуді қажет етеді. Әдістердің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар, оларды одан әрі дамыту, бір-бірімен және табиғи объектілермен салыстыру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Баюк И.О., Родкин М.В. ОСП әдісімен тау жыныстарының серпімді қасиеттері мен электр өткізгіштігін физикалық және математикалық модельдеу // Жер физикасы. 1998. №12. С. 3-14.
2. Баюк И.О. коллекторлардың тиімді физикалық қасиеттерін анықтауға арналған пәнаралық тәсіл // сейсмикалық барлау технологиясы. 2011. №4. С. 75-82.
3. Ребецкий Ю.Л., Михайлова А.В., Сим Л.А. ығысу аймақтарының тереңдігіндегі бұзылу құрылымдары. Тектонофизикалық модельдеу нәтижелері // тектонофизика мәселелері. 40 жылдығына арналған М. В. Гзовски зертханасы тектонофизика ИФЗ РАН. М: Ред. ФЗ. 2008. С. 103-140.

Компаративное исследование математических и физических моделей сдвиговых зон

Е.Т. Муратбаев, Я.К. Аршамов,

Аннотация. Совокупность моделей, используемых в каждой сфере новаторской деятельности, определяет ее тематику. Поэтому, если в процессе сознательной деятельности вообще не используется ни одна модель, то такое действие можно считать бессмысленным. К счастью, это практически никогда не происходит, потому что человек генетически предрасположен к работе в рамках определенных моделей, независимо от того, знает ли он их наличие или нет. Любой прогресс в познании природных объектов не может быть зафиксирован или измерен при отсутствии моделей этих объектов. Ведь из - за бесконечности процесса познания этот переход от формального к более адекватному, от простого к детальному и сложному, от качественного к количественным моделям-только такой переход означает прогресс познания. Это может быть измерено (в информационном смысле) и должно быть подтверждено практикой. В отечественной практике впервые принимается систематическое изложение методики комплексного геолого-сейсмического моделирования с целью геологической интерпретации геофизических (сейсмических) данных. В мировой геолого-геофизической литературе такие издания не известны даже авторам*. Однако это не означает, что формирование и развитие комплексного геолого-сейсмического моделирования началось с нуля. Проблемы сейсмического моделирования в геофизике посвящены многочисленным публикациям в отечественной и зарубежной литературе, поэтому авторы считают необязательным остановиться на круге этих вопросов. Большое значение имеет объем публикаций по геологическому моделированию обоснованию ряда моделей геологических процессов. Частично результаты этих исследований стали основой реальной работы и были подробно рассмотрены ниже.

Ключевые слова: геологическое моделирование, тектонические разрушения, математическая модель, сдвиги, месторождения

Comparative research of mathematical and physical models of tectonic zones

Е.Т. Muratbayev, Y.K. Arshamov

Abstract. The set of models used in each field of innovative activity determines its subject matter. Therefore, if no model is used at all in the process of conscious activity, then such an action can be considered meaningless. Fortunately, this almost never happens, because a person is genetically predisposed to work within certain models, regardless of whether he knows their presence or not. Any progress in the knowledge of natural objects cannot be recorded or measured in the absence of models of these objects. After all, because of the infinity of the process of cognition, this transition from formal to more adequate, from simple to detailed and complex, from qualitative to quantitative models-only such a transition means the progress of cognition. This can be measured (in the informational sense) and should be confirmed by practice. In domestic practice, for the first time, a systematic presentation of the complex geological and seismic modeling methodology is adopted for the purpose of geological interpretation of geophysical (seismic) data. In the world geological and geophysical literature, such publications are not known even to the authors*. However, this does not mean that the formation and development of the complex geological and seismic modeling began from scratch. The problems of seismic modeling in geophysics are devoted to numerous publications in domestic and foreign literature, so the authors consider it unnecessary to dwell on the range of these issues. The volume of publications on geological modeling substantiation of a number of models of geological processes is of great importance. In part, the results of these studies became the basis of real work and were discussed in detail below.

Keywords: geological modeling, tectonic fractures, mathematical model, shifts, deposits

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БОКО-ВАСИЛЬЕВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО РАЙОНА

Д.Т.Нурмухамбет, М.К.Кембаев

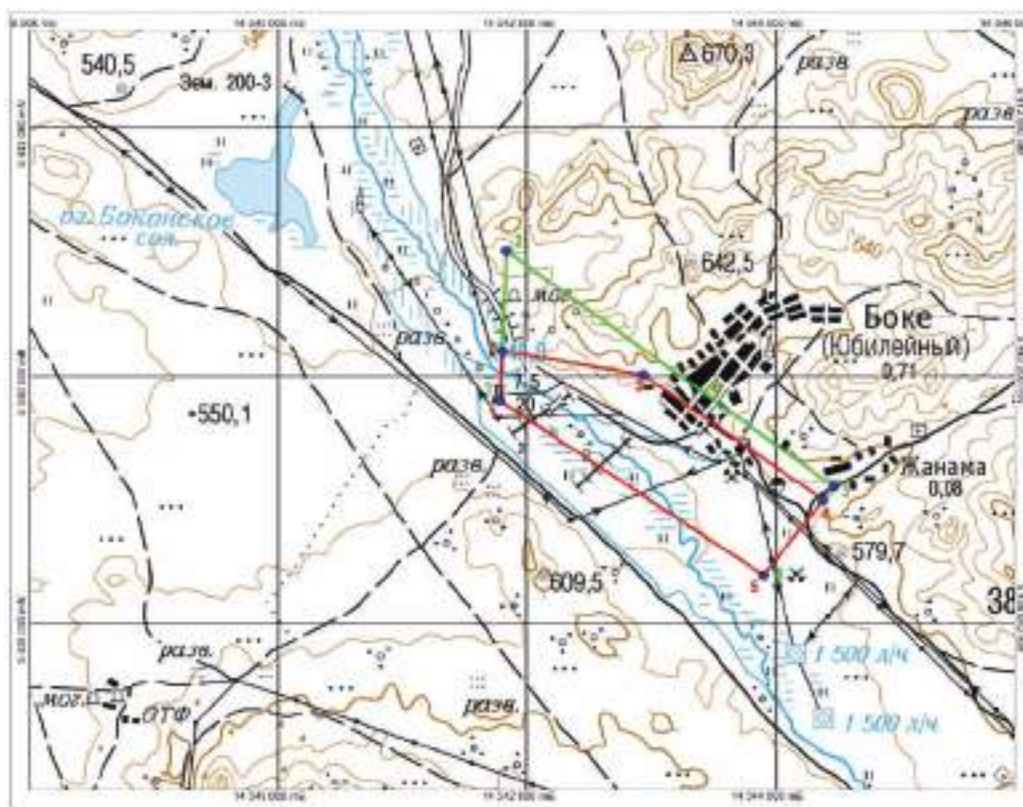
Satbayev University г. Алматы, Казахстан

Dauren260698@gmail.com, k.maksat@mail.ru

Аннотация. В статье изложен краткий анализ фондовых материалов в рамках грантового проекта «Геолого-структурные особенности и перспективы золоторудного месторождения Васильевское» и исследований по теме магистерской диссертации. В данной статье дано краткое описание стратиграфий и тектоники Васильевского месторождения, дана информация о золотоносности района, приведена обзорная схема района контрактной территории с контурами геологического (разведочный контракт) и горного (добычной контракт) отводов, показан химический состав окисленной руды рудного тела №5 Васильевского месторождения, дана краткая характеристика вещественного состава руд, представлены технологические свойства окисленных и первичных руд, основных полезных ископаемых Васильевского месторождения для его дальнейшего исследования и выделения наиболее перспективных участков.

Ключевые слова: жильные, золоторудная минерализация, руда, дайка, пирит.

Район работ расположен на территории Жарминского района Восточно-Казахстанской области. На контрактной площади расположен практически нежилой бывший рудничный проселок Юбилейный. Расстояние от п. Юбилейный до районного центра г. Калбатау (бывшее с. Георгиевка) составляет около 30 км, до г. Семей - 205 км и до областного центра г. Усть-Каменогорск - 165 км. Васильевское месторождение находится в центральной части Бoko - Васильевского рудного поля и занимает территорию длиной 2,6 км и шириной 100-300 м. [1]



— - Контур геологического отвода

— - Контур горного отвода

Рис.1. Обзорная схема района Контрактной территории.

Два технологических типа руд определенно на Васильевском месторождении - окисленные и первичные. Окисленные руды по предварительным данным могут перерабатываться методом кучного выщелачивания. Главным компонентом, который может оказать большое влияние на продуктивность процесса кучного выщелачивания, на месторождении является свободный углерод (0,27-0,3%). По этой причине к окисленному технологическому классу нужно относить руды, в которых полное окисление прошли не только сульфидные минеральные образования, но также и собственно углеродистое вещество.[2]

Технологические исследования окисленных (смешанных) руд проведены Казахским политехническим институтом на пробе с содержанием 3,30 г/т. Предложена, как наиболее подходящая, схема, включающая внутреннюю амальгамацию и цианирование хвостов амальгамации. По этой схеме извлечение золота составляет 87,7%, при содержании его в хвостах 0,4 г/т.

По результатам целесообразного анализа руды на золото институтов «Иргиредмет» и «Казмеханобр», в окисленных рудах основное количество золота (45-77%) находится в свободном состоянии и извлекается методом амальгамации; около 30-43% заключено в сростках с компонентами руды; остальная часть золота ассоциирована с окислами и гидроокислами железа и тонко вкраплена в породообразующие минералы.

По данным исследования технологической пробы №1 институтом «Иргиредмет» для переработки окисленных руд рекомендована схема, включающая сорбционное цианирование хвостов гравитации. В этих условиях извлечение золота составит 97%, потери золота в хвостах цианирования 0,2 г/т.

Работы по переработке окисленных руд методом кучного выщелачивания были проведены в 2003 году в ДГП "ВНИИцветмет". Для исследования был представлен образец весом 500 кг, отобранная "АлматинникаСнаб" ИЗ карьера №2 на высоте 7 м. Химический состав руды приведен в таблице. Содержание примесей As, Sb и примесей препятствующих цианированию и поглощению золота, Cu, Zn, Fe минимально и не превышает допустимых значений. Немного более высокое содержание свободного углерода (0,27%), что может привести к перераспределению золота во время процесса кучного выщелачивания.[2]

Таблица-1. Химический состав окисленной руды рудного тела №5 Васильевского месторождения[2]

Компонент	Ед. изм.	Содержания компонентов
Au	г/т	2.4
Ag	г/т	4.7
Pt	г/т	0.006
Cu	%	0.03
Pb	%	0.01
Zn	%	0.04
Fe	%	4.16
C	%	0.28
As	%	0.1
SiO ₂	%	73.85
S общ.	%	0.25
S сульфат.	%	0.17
Ca	%	0.64
Sb	%	0,006
Pd	г/т	0,006

Рациональным анализом установлено, что золото в руде находится в следующих формах:

- свободное - 7,61%;
- в сростках с породой - 79,3%;
- в сростках с кварцем - 4,29%;
- в сростках с сульфидами - 8,57%.

Размеры зерен золота 0,025-0,2 мм, преобладают 0,05-0,125 мм.

По данным исследований, при крупности дробленной руды 50 мм и продолжительности орошения 60 сут., расход цианида составил 0,5-0,6 кг/т, а извлечение золота в раствор 80-85%.

В 2017-18 гг. на опытно-промышленной установке кучного выщелачивания производилась переработка окисленных руд месторождения. В результате этих работ получены положительные результаты, позволяющие рассматривать метод кучного выщелачивания как основной для переработки окисленных руд.[2]

Первичная руда представлена гидротермальным изменением углистого глинистого сланца и кварца. В кварце образуются линзовые тела, прожилки штокверка и отдельные послойные прожилки малой и средней мощности. Количество кварца колеблется от 10-30% до 100%. Наиболее важные штокверковые окварцевание возникает в рудных телах и на участках локализации рудного столба обогащенного типа. В рудах сульфидная минерализация показана тонким неравномерным вкраплением пирита, маркизата, мельниковита и арсенита. В очень незначительном количестве наблюдаются халькопириты, сфалериты, галениты, блеклые руды. Сульфиды не превышают 2-3, редко доходят до 10. Преобладает пирит, количество которого в 2-5-3 раза больше арсенопирита. [2]

Золото является единственно полезным составляющим в рудах месторождения. Большая часть золота (49,1%) находится в свободном состоянии, остальное связано с пиритом и арсенопиритом. Золото в кварце встречено в виде проволокообразных, чешуйчатых, пластинчатых, листоватых, комковатых выделений и, иногда, дендритовидных агрегатов. Пробность высокая 845-872 единицы и имеет тенденцию к возрастанию с глубиной. Размеры золотин от 0,5 до 1,5-2 мм. золото В сульфидах непосредственно связано с интерстициями зерен, и часто также вызывает включения. Параметры золотин здесь очень маленькие 1-10 микрон. Содержания золота в пирите может меняться от 9,0 до 170,3 г/т, в арсенопирите содержания золота в значительной степени больше и составляют 114-483 г/т. Концентрация золота в галените не превосходят 10 г/т.

Присутствие селена и теллура установлено в сульфидах. Содержание селена в пирите в среднем составляет 0,0059%, теллура - 0,0014%. В арсенопирите селена 0,0096%, теллура - 0,0013%.

В первичных рудах содержания свободного углеродистого вещества составляют 1,34-1,95%, мышьяка 0,44-0,58%, меди до 0,01%, цинка 0,41-0,46%, свинца до 0,01%, серебра 1,0-1,5 г/т. Привлекает внимание увеличенное содержание свободного углеродистого вещества на уровне 1,34-1,95%, что может предполагать значительные неприятности при переработке первичных руд. Также достаточно высокая концентрация мышьяка.[3]

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов С.Ф. «Отчет по поисково-оценочным работам на Акжал-Боконском рудном поле за 1984-85гг.» ВКПГО, Усть-Каменогорск, 1985.
2. И.В. Бегаев, Е.А. Жильцова «Проект оценочных работ на золоторудном месторождении Васильевское в Жарминском районе Восточно-Казахстанской области на 2019-21 гг.» Алматы 2019 г.
3. Степанов А.Е. «Отчет о результатах поисковых работ на золото на контрактной территории ТОО «Чаралтын» за 1995-2001гг.». ТОО «Чаралтын», «Востказнедра», Усть-Каменогорск, 2003.

Васильевский алтын кен орнының геологиялық және минералогиялық ерекшеліктері
Д.Т.Нурмухамбет, М.К.Кембаев

Мақалада "Васильевское алтын кені кен орнының геологиялық-құрылымдық ерекшеліктері мен перспективалары" гранттық жобасы шеңберіндегі қор материалдарына және магистрлік диссертация тақырыбы бойынша зерттеулерге қысқаша талдау жасалған. Бұл мақалада Васильев кен орнының стратиграфиясы мен тектоникасының қысқаша сипаттамасы берілген, ауданның алтындылығы туралы ақпарат берілген, геологиялық (барлау келісімшарты) және тау-кен (өндіру келісімшарты) бұрмаларының контурлары бар келісімшарттық аумақ ауданының шолу схемасы келтірілген, Васильев кен орнының №5 кен орнының тотыққан кенінің химиялық құрамы көрсетілген, кендердің заттық құрамына қысқаша сипаттама берілген, кеннің технологиялық сипаттамалары Васильевский кен орнының тотыққан және бастапқы кендерінің, негізгі пайдалы қазбаларының қасиеттері оны одан әрі зерттеу және ең перспективалы учаскелерді бөлу үшін.

Негізгі сөздер: тамырлы, алтын кені минералдануы, кен, дайка, пирит.

Geological and mineralogical features of the Vasilievsky gold deposit
D.T.Nurmukhambet, M.K.Kembayev

Annotation: The article presents a brief analysis of stock materials within the framework of the grant project "Geological and structural features and prospects of the Vasilyevskoye gold deposit" and research on the topic of the master's thesis. This article gives a brief description of the stratigraphy and tectonics of the Vasilyevsky deposit, provides information on the gold content of the area, provides an overview of the area of the contract territory with the contours of geological (exploration contract) and mining (mining contract) branches, shows the chemical composition of the oxidized ore of the ore body No. 5 of the Vasilyevsky deposit, gives a brief description of the material composition of ores, presents technological properties of oxidized and primary ores, the main minerals of the Vasilyevsky deposit for its further research and the allocation of the most promising sites.

Keywords: vein, gold mineralization, ore, dyke, pyrite.

О ГИПОТЕЗАХ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

***Н.Н. Стрельников, Г.М. Омарова**

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

n.strelnikov@inbox.ru

Аннотация. Складчатый фундамент Прикаспийской синеклизы, опущенный на большую глубину перекрыт толщей палеозойских и мезо-кайнозойских отложений, мощность которых достигает здесь наибольшей величины для Русской платформы. Толщина осадочного чехла здесь достигает, по некоторым данным, рекордных 20-23 километров. Изучение такой структуры требует большого объема исследований. Поэтому большая часть гипотез строится на аналогии с более изученными геоструктурами, такими как Бузулукская впадина, Волго-Уральский бассейн или вовсе на обрывочных данных в местах соприкосновения геоструктур. В данной работе рассмотрены и проанализированы гипотезы известных ученых Я.А. Рихтера, Ю. С. Кононова и Б.С. Зейлика. Проблемы глубинного изучения ПС все также актуальны, с применением новых технологий в будущие десятилетия возможно ученые сделают большой шаг в решении данного вопроса.

Ключевые слова: Прикаспийская синеклеза, НГП, впадина, структура, гипотеза.

Прикаспийская синеклиза - геологическая структура, в которой и расположена Прикаспийская низменность. Она, как обширная область прогибания выделилась еще в позднем протерозое, порядка миллиарда с лишним лет назад. И с тех пор структура прогибалась и прогибалась, накапливая осадки самых разных морей. Прикаспийская синеклиза отделена от соседних поднятий системами разломов сбросового типа, выраженными в чехле протяжёнными флексурами (Приволжская, Жадовская, Илецкая), в пределах таковых, фундамент погружается до самой глубины 4–8 километров, а разрывы в чехле распределяют амплитуду в сотни метров (Токаревский сброс) (Рисунок 1).



Рисунок 1- Структурные элементы Прикаспийской синеклизы

Примерно с 1940 года на площади Прикаспийской синеклизы проводились исследования основных черт тектонической структуры Восточно-Европейской платформы и Русской плиты. В 1960 году ученые геологи Ю.А. Косыгин и В.С. Журавлев опубликовали книгу, в которой собрали работы ученых предыдущих лет и более конкретно выявили тектонические нарушения Прикаспийской синеклизы, где выделяли наряду с тектоническими нарушениями и нефтегазоносный потенциал (НГП), что дает достаточное количество сведений о строении, на момент освоения зон и областей для разработки недр [6,7]. Это в большей степени показывает, что разрез осадочного чехла установлено подразделять, в первую очередь, по всей территории Прикаспия на подсолевой, а также надсолевой нефтегазоносные этажи (НГЭ), разобщаемые кунгурским соленосным комплексом. Из-за проявления соляной тектоники в линии разрывов образовались бессолевыи муьды и надсолевые комплексы НГЭ, которые почти напрямую залегают над подсолевыми.

Анализ возможных ресурсов нефтяных, газоносных углеводородов (УВ) в виде нефти, газа, конденсата, как правило, предоставляется вплоть до глубины 7 километров, при этом это относится как к надсолевому, так и к подсолевому НГЭ.

Такие результаты анализов, хоть и дают достаточною информацию (поскольку в настоящее время за счет изучения недр происходит изучение самой структуры ПС), пока не сформирован окончательный вывод о большей части отложений на глубине. Поскольку работы ведутся зонально, т. е. на определенных участках разработки месторождений, а не на всей Прикаспийской синеклизе.

В полном соответствии взглядов большинства ученых о строении осадочного чехла Прикаспийской НГП, в основном, согласно геофизическим сведениям и в наименьшей мере - согласно сведениям бурения с оценкой ресурсов нефтегазоносности выглядит следующим образом: - присутствие наибольших значений в толщине осадочного чехла во внутренних регионах НГП, превышающих двадцатый километр, в верхней части разреза с оцениваемыми ресурсами углеводорода (УВ) приходится примерно 1/3 часть, а возможно меньше предполагаемых ресурсов. Тогда основываясь на таких данных, можно выделить внутренние районы, такие как, Центрально-Прикаспийско-(Холдинско-Аралсорско)-Сарпинские, в границах которых остаются без оценки ресурсов УВ приблизительно половина верхнепермского разреза и более древнейшие части осадочного чехла [1,3,4].

Что же касается генезиса Прикаспийской синеклизе, то согласно выдвигаемых гипотез, уместно использовать в геоструктуре Прикаспийской НГП термин "впадина", в том случае, если она сопоставляется с океаном (палеоокеаном). Тут стоит отметить важное значение для подтверждения наличия палеоокеана необходимых данных о закономерной смене фациально-литологического состава палеозойских отложений (от мелководных шельфовых до настоящих глубоководных).

Данную геоструктуру в большей части расположения называют непосредственно Прикаспийской впадиной, несмотря на то, что в некоторых случаях предполагались такие дополнения, как "экзогональная", "перикратонная" предполагающий, основным образом, ее "окраинный характер", большие масштабы по простиранию, также специфические особенности строения ПС, в том числе - стремительно высокую толщину осадочного чехла в ее границах согласно сопоставлению с прилегающей платформенной частью (в Волго-Уральской НГП) [5].

Учитывая большой размер территории, Прикаспийская низменность в некоторых случаях именуется синеклизой. Но от обычного понятия о синеклизах, ее отличает повышенная толщина осадочного чехла. Акцентирование такого рода вариации синеклиз, равно как главенствующая, фактического применения в данном случае никак не нашло, несмотря на то к ней причислены Прикаспийская впадина и геоструктура Голф Кост. Для данного случая отмечено, что к узловой синеклизе близки термины: батисинеклиза, синеклиза краевая, впадина прикаспийского типа.

В Прикаспийской синеклизе на глубине акцентируются текстуры первого порядка. Среди них обособляются равно как положительные, так и отрицательные структурные компоненты.

К положительным структурам относятся возвышения сводового типа, в том числе погребенные в подсолевом палеозое в главных границах Астраханско-актюбинской системы, также валообразные поднятия, оттеняемые на северо-западе и на севере.

Отрицательные структурные элементы представлены Центрально-Прикаспийским и Сарпинским прогибами, сочленяющимися в области Аралсора, где одновременно фиксируется максимальный слой осадочного чехла и интенсивный гравитационный максимум. Этот своего рода геофизический феномен, который считается одной из особенностей, свойственных Прикаспийской мегавпадине, так как отмечается значительное уменьшение консолидированной Земной коры, что не объясняется определенным подъемом согласно поверхности Мохо. При таком подходе требуется находить какие-то другие предпосылки, по которым можно было бы разъяснить наблюдаемый максимум, где возможно ожидать образования минимума.

Единственная из альтернатив подобного объяснения была предложена в варианте "эклогитовой модели" существенного уплотнения пород литосферы. Концепция зонального уплотнения в верхней части мантии, обеспечившего формирование гравитационного максимума при резком разрастании осадочного чехла и уменьшении консолидированной коры, высказывалась многократно. "Эклогитовая модель" описана в вышедшей не так давно большой монографии, освещающей формирование осадочных бассейнов на базе такой модели и предложена система создания Прикаспийской впадины, базирующаяся на геофизических сведениях, согласно ее региональным пересечениям [3,4].

Тут необходимо отметить, что геофизические сведения по своей природе таковы, что они в основе являются решением обратной задачи, это в свою очередь не всегда определено. Всевозможные палеорекострукции требуют определенных трансформаций современных как геофизических сведений, так и геологических, к примеру, аналогично рассматривать процесс бассейнового моделирования, но с учетом глубинного бурения, со сгущением сетки для обнажения геоструктуры ПС.

В Прикаспийской НГП подобные перестройки условны, если требуется в основополагающих аспектах косвенные разъяснения, то геофизические сведения следует экстраполировать в более древние этапы геологической истории. Это следует учитывать, в первую очередь, с тем, что согласно внутренним районам Прикаспийской НГП других существенных данных нет.

В располагающейся рядом Волго-Уральской НГП данные о раннепалеозойской истории являются наиболее ограниченными по сравнению с рифей-вендской из-за обширного формирования авлакогенов, либо рифтов в той области. В частности, в одной из новейших публикаций на базе сопоставления отличительных черт структуры рифтовых образований Русской плиты сформировано заключение о специфике Центрально-Прикаспийской рифтовой системы, согласно которой она в промежуток позднедевонского сжатия испытала не подъем, а опускание. Считается, что данный фактор создал предпосылки для формирования глубоководного некомпенсированного осадконакопления Прикаспийской впадины (в позднем палеозое).

Обсуждение вопроса по поводу формирования Прикаспийской впадины (теперь уже мегавпадины) в палеозое не прекращается не только по поводу одной из возможных гипотез. Сравнительно всей плитотектонической модели Прикаспийской мегавпадины, во взаимосвязи с весьма ограниченным развитием в ее границах "океанической" коры, возможно проще принять еще одну из предполагавшихся в последние годы гипотез. Эти гипотезы довольно схожи и пересекаются с определенной неустойчивостью океанского спрединга (расширения) описывая, его изначальную стадию. Одна из подобных моделей приобрела название континентального рифтинга (растяжения), другая – рассеянного спрединга, в том случае, если они никак не доходят до собственного спрединга, хотя и переменчивого, равно как в Атлантике и они рождаются с рифтингом и в внутри «платчистейшем» варианте.

По другой гипотезе можно добавить, что Прикаспийская синеклиза является кольцевой структурой, что дает основание полагать, что она является дислоцированным кратером, который на протяжении фанерозойского времени заполняли осадки. Это дает основание полагать о более глубоком значении и необходимом изучении Прикаспийской синеклизы. Данную гипотезу о кольцевой структуре продвигал Б.С. Зейлик, ведущий казахстанский ученый-геолог [2]. Поднятие и связанное с ним расширение (увеличение планетарного радиуса щита) способствует раскрытию трещин, вдоль которых легче происходят движения блоков со смещениями и сбросами. Отсюда слабая, но широко распространённая по площади сейсмичность. Антиподальная в рамках Восточно-Европейской платформы Прикаспийская синеклиза постоянно синхронно опускается, по крайней мере, с протерозоя, и сжимается (уменьшение планетарного радиуса).

Все приведенные выше гипотезы явно или условно продвигают ученых к раскрытию, частичному или полному пониманию, движения тектонических плит, моменту осадконакопления, генезиса слоев на каждой из платформ, и помогает продвижению науки вперед.

Опираясь на знание и анализ гипотез, выступает практическое применение, вернее практическое доказательство или новая гипотеза. К примеру - сейсмогеоплотностное моделирование, которое начали применять для понимания структуры Прикаспийской синеклизы, для определения структур, лежащих там и определения возраста. Дальнейшее применение стало результатом многоэтапной работы по преобразованию своеобразной тектоники Прикаспийской синеклизы.

Проблемы глубинного изучения ПС все также актуальны, с применением новых технологий в будущем десятилетия возможно ученые сделают большой шаг в решении данного вопроса.

Благодарность

Выражаю большую благодарность Заварзиной Н.Г., за помощь в поиске геологической литературы, а также преподавателю Омаровой Г.М за поддержку и помощь.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сейсмогеоплотностное моделирование – основа для тектонического районирования кристаллической коры прикаспийской впадины и окружающих структур. Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН, Екатеринбург. С.21–34.
2. Космические бомбардировки и проблема защиты планеты для сохранения жизни на земле. Б.С. Зейлик, Р.Т. Баратов. Известия Академии наук. №2, 2016 г., С. 52-70
3. Современные проблемы геологии и нефтегазоносности недр Прикаспийской впадины. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: науки о земле. Я.А.Рихтер. Том: 21. №4.2021 г. С. 281-290.
4. Структура гигантской Прикаспийской астроблемы. Уральский геологический журнал. Бойко Я.И., Бачина Е.Н. № 6 (102) 2014 г. С. 8-20.
5. Проблемы происхождения и развития Прикаспийской впадины. Геология нефти и газа. Антипов М.П., Быкадоров В.А., Волож Ю.А., Леонов Ю.Г. № 3, 2009 г. С. 11-19
6. Основные черты глубинной тектоники прикаспийской синеклизы. Академия наук СССР. Москва 1960. В. С.Журавлев. Ю. А. Косыгин. 279 с.
7. Астроблемы Западного Казахстана и новый способ прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах. Геология нефти и газа. №2, 2004 год. С. 48-55

Каспий синеклизасының пайда болу гипотезалары туралы

Н.Н. Стрельников, Г.М. Омарова

Андатпа. Үлкен тереңдікке жатқан Каспий синеклизасының қатпарлы жертілесі палеозой және мезо-кайнозой шөгінділерімен жабылған, олардың қалыңдығы Ресей платформасы үшін ең үлкен мәнге жетеді. Мұндағы шөгінді жамылғысының қалыңдығы кейбір деректер бойынша рекордтық көрсеткішке (20-23 шақырымға) жетеді. Мұндай құрылымды зерттеу үлкен көлемдегі зерттеулерді қажет етеді. Сондықтан гипотезалардың көпшілігі Бузулук ойпаты, Еділ-Жайық ойпаты сияқты анағұрлым зерттелген геокұрылымдармен аналогияға немесе тіпті геокұрылымдардың жанасу нүктелеріндегі фрагментті деректерге негізделген. Бұл жұмыста Я.А. Рихтер, Ю.С.Кононов, Б.С. Зейлік сияқты белгілі ғалымдардың гипотезалары қарастырылған. ПС-ны тереңдетіп зерттеу мәселелері әлі де өзекті болып табылады, жаңа технологияларды қолдану арқылы алдағы онжылдықтарда ғалымдар бұл мәселені шешуде үлкен қадам жасай алады.

Негізгі сөздер: Каспий синеклизасы, МГП, депрессия, құрылым, гипотеза.

On the hypotheses of the formation of the Caspian synecline

N.N. Strelnikov, G.M. Omarova

Annotation. The folded basement of the Caspian synecline, lowered to a great depth, is covered by Paleozoic and Meso-Cenozoic sediments, the thickness of which reaches here the greatest value for the Russian platform. The thickness of the sedimentary cover here reaches, according to some data, a record 20-23 kilometers. The study of such a structure requires a large amount of research. Therefore, most of the hypotheses are based on an analogy with more studied geostructures, such as the Buzuluk depression, the Volga-Ural basin, or even on fragmentary data at the points of contact of geostructures. In this paper, the hypotheses of famous scientists as Ya.A. Richter, Yu.S. Kononov and B.S. Zeylik were considered. The problems of in-depth study of PS are still relevant, with the use of new technologies in the coming decades, scientists may take a big step in solving this issue.

Key words: Caspian synecline, OGP, depression, structure, hypothesis.

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА ПРОМЕЖУТОЧНОМ УЧАСТКЕ, МЕСТОРОЖДЕНИИ КОКТЕНКОЛЬ

Б.Т. Сулейменов, М.К. Кембаев

Satbayev University, Казахстан, г.Алматы

backup.98@inbox.ru, k.maksat@mail.ru

Аннотация. В статье дано описание нескольким видам технологии бурения скважин на Промежуточном участке месторождения Коктенколь. Было выделено наиболее эффективный метод бурения скважин на Промежуточном участке и дано описание разным видам выбранного эффективного метода бурения скважин, их техническим характеристикам и составляющим структурам выбранного метода бурения скважин. Дается краткое объяснение каким путем можно заполучить полезные ископаемые через пробуренные скважины. После бурения скважин, было выделено что, наиболее эффективным методом добычи полезных ископаемых из недр земли на Промежуточном участке через скважины является химические растворы. С помощью химических растворов полезные ископаемые перейдут из твердой фазы в жидкую и будут выкачены на поверхность земли через скважины методом ПСВ.

Ключевые слова. Месторождение Коктенколь, бурение скважин, двойная колонковая труба, штокверк.

Месторождение Коктенколь является стратегически и экономически важным объектом для нашей страны. Месторождение состоит из трех участков, Северный, Южный и Промежуточный. Северные и Южные участки являются молибденовыми, а на Промежуточном участке развито вольфрамовое оруденение. Находится месторождение в центральном Казахстане и со стороны окружен железнодорожными линиями и автомагистралями, эти плюсы месторождения позволили бы при добыче полезных ископаемых доставлять полученные руды в нужные точки назначения в нужные сроки.

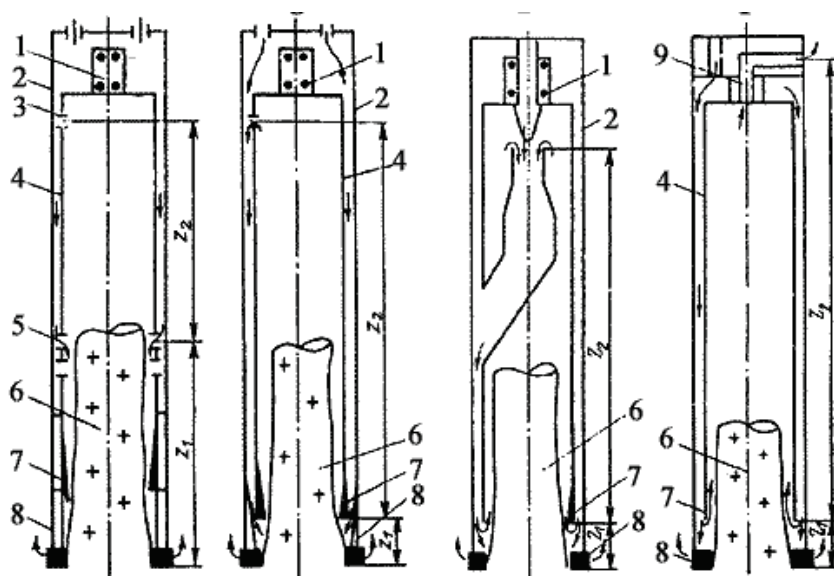
В недрах месторождения Коктенколь встречаются большое количество разных горных пород, с разными плотностями и твердостями. Бурение глубоких скважин в переслаивающихся горных породах с разными твердостями задача не из легких. Выбор правильного и наиболее эффективного вида бурения скважин может стать ключевым фактором успеха. В наше время существует большое количество технологии бурения скважин и огромное количество буровых установок и их составляющих. [4].

Учитывая то, что Коктенколь является в литологическом плане сложным и как было написано выше встречаются различные горные породы с высокой твердостью в довольно глубоких частях, здесь же можно сразу отсортировать неэффективные способы бурения скважин. Например, шнековый метод бурения скважин не подойдет для месторождения Коктенколь. Причина этому ограниченная глубина бурения, варьируется глубина от 40 до 60 метров, этого недостаточно для месторождения Коктенколь и способность бурить только определенные типы пород категория буримости у которых ниже IV. Второй тип вращательного бурения скважин — это роторное бурение. Основным преимуществом роторного бурения является диаметр скважины от 20 до 40 сантиметров и возможность пробурить глубокие скважины. Так как при роторном бурении, горные породы разрушаются полностью и вымываются наверх буровой жидкостью. Этот метод бурения может быть использован при бурении скважин на месторождении Коктенколь в тех случаях, когда следующий метод может столкнуться с трудностями бурения твердых слоев земной коры. Третий способ вращательного бурения скважин — это колонковое бурение. При бурении этим методом породы разрушаются буровой коронкой и внутри трубы собираются керны. Эти керны не подвергаются никаким разрушениям структуры и текстуры, можно получить большое количество информации о достаточно глубоких слоях земной коры месторождении Коктенколь при лабораторных исследованиях данных кернов. Существует два вида вращательных колонковых труб, колонковые с одной трубой и двойные колонковые трубы.

Обычные колонковые трубы (с одной трубой) используются больше чем двойные колонковые трубы. Используются они чаще всего при бурении скважин на воду. Отличается

от двойных колонковых труб более простой структурой. Благодаря коронке колонковых труб можно получить целый керн, который не подвергся разрушению и сохранил свою текстуру и структуру и можно более точно определить дополнительные свойства горных пород при лабораторных исследованиях. Данным методом бурения можно работать и с породами гранитными и базальтовыми. Но, пробуравивая твердые горные породы, появляется необходимость использования охлаждающих растворов и жидкостей, так как коронка колонны быстро деформируется. [2].

Двойные колонковые трубы применяются тоже часто, бывают двух видов, с внутренней колонной труб которые вращаются и не вращаются. У каждого из видов свои области применения. Одним из преимуществ двойных колонковых труб по сравнению с обычной колонковой трубой является минимальная деформация керна и более высокий уровень выхода керна при бурении. Если область бурения выделяется переслаивающимися слоями, рыхлыми горными породами или разрушенными породами то часто используется двойная колонковая труба с не вращающейся внутренней трубой. А вот если область бурения скважин состоит из более твердых и трещиновато-твердых пород, то использовать будет эффективнее двойную колонковую трубу с вращающейся колонковой трубой. [1].

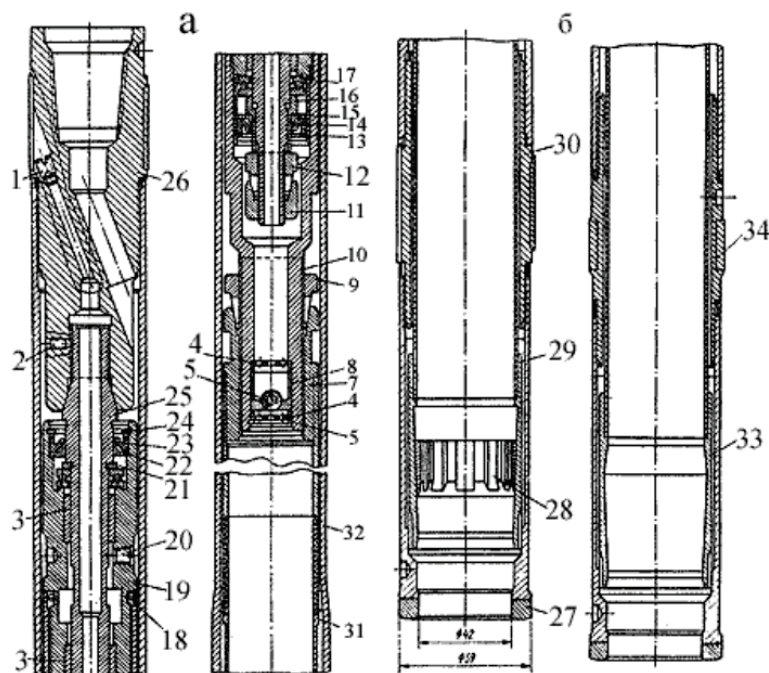


1 – узел подшипника; 2 – внешняя труба; 3 – отверстие для слива; 4 – внутренняя труба; 5 – отверстие для прохода промывочной жидкости; 6 – керн; 7 – устройства для рванья керна; 8 – коронка; 9 – переходник верхний.

Рисунок 1. Схема работ двойных колонковых труб

Существует большое количество разных моделей двойных колонковых труб с не движущимися и вращающимися внутренними колонковыми трубами. Отличаются от друг друга они измененными структурами, диаметрами колонковых труб и с движениями промывочной жидкости в колонковых трубах. Снизу приведен пример двойных колонковых труб типа ТДН-УТ где, а – труба с твердосплавным расширителем, б – труба с алмазным расширителем. Для двойных колонковых труб ТДН-УТ характерна не двигающаяся внутренняя труба, то есть, как было описано выше, используются такие виды двойных колонковых труб очень часто и при бурении переслаивающихся твердых пород, рыхлых и разрушенных твердых пород с трещинами. Используя такие виды труб с алмазной коронкой можно добиться повышенного выхода керна и довольно глубокого бурения скважин, в нашем случае до полезных ископаемых на месторождении Коктенколь. Применяя данный метод бурения скважин на месторождении Коктенколь можно избежать во многих случаях от самозаклинивания керна, который часто происходит именно при бурении в трещиноватых твердых горных породах. После бурения скважин на Промежуточном участке, эффективным

путем получения полезных ископаемых из недр земли является химические растворители. С помощью химических растворов превратить полезные ископаемые из твердой в жидкую фазу и затем с помощью насоса выкачать на поверхность.



1-20 – пробки; 2 - винт; 3 - втулки; 4 - фильтр; 5 - шарик; 6, 13, 18, 24 - кольца; 7- труба керноприемная; 15 - упор; 16 - втулка упорная; 17 - подшипник; 19 - обойма; 21 - шайба; 22-28 - кольцо рвательное; 29 - корпус рвателя; 30 - расширитель твердосплавный; 31 - стакан; 8 - стакан; 9, 11 - контргайки; 10 - переходник; 12 - гайка; 14- упор; 23 - манжеты; 25 - вал подшипникового узла; 26 - переходник износостойкий; 27 - коронка алмазная; 32 - труба наружная; 33 - кернодержатель; 34 - расширитель алмазный.

Рисунок 2. Двойные колонковые трубы ТДН-УТ

Название двойных колонковых труб	ТДН-УТ-46	ТДН-УТ-59	ТДН-УТ-76
Диаметр наружной и внутренней алмазной коронки, в мм	46/31	59/42	76/58
Тип алмазных коронок	18АЗ-46 19ИЗ-46	18АЗ-59 19ИЗ-59	18АЗ-76 19ИЗ-76
Тип алмазного расширителя	РУТ-46	РСА-59	РУТ-76
Ширина торца коронки, в мм	7,5	8,5	9
Масса колонковых труб, в кг	21,5	31,2	46
Зазоры между, в мм			
керном и внутренней трубой	0,8	1	1
внутренней и наружной трубами	1	1	1,5
наружной трубой и скважиной	1,1	1,1	1,6
Размеры керноприемной трубы, в мм			
длина	4170	3925	3850
толщина стенки	1,2	2	1,5
наружный диаметр	35	48	63
Размеры наружной трубы, в мм			
стенки длина	4315	4215	4205
толщина	3,5	3,5	3,5
наружный диаметр	44	57	73

Таблица 1. Технические характеристики ТДН-УТ

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздвиженский Б.И., Волков А.С., Волков С.А. Колонковое бурение. Москва, Недра, 1982.
2. Пономарев П.П., Каулин В.А, Отбор керн при колонковом геологоразведочном бурении. Ленинград, Недра, 1989.
3. Трубы двойные колонковые для геолого-разведочного бурения. Госстандарт России. Москва, 2001.
4. Сулейменов Б. Т., Кембаев М.К. Геологические особенности строения месторождения Коктенколь.

Көктенкөл кен орнында, промезхуточный аймағында ұңғымаларды бұрғылаудың тиімді әдісі Б.Т. Сулейменов, М.К. Кембаев

Аңдатпа. Бұл мақалада Көктенкөл кен орнының Промезхуточный бөлімінде ұңғымаларды бұрғылау технологиясының бірнеше түрі сипатталған. Промезхуточный аймағында ұңғымаларды бұрғылаудың ең тиімді әдісі анықталды және таңдалған тиімді ұңғымаларды бұрғылау әдісінің түрлері, олардың техникалық сипаттамалары және таңдалған ұңғымаларды бұрғылау әдісінің құрамдас құрылымдары туралы сипаттама берілді. Бұрғыланған ұңғымалар арқылы пайдалы қазбаларды қалай алуға болатыны туралы қысқаша түсініктеме беріледі. Ұңғымаларды бұрғылаудан кейін ұңғымалар арқылы Промезхуточный учаскеде жер қойнауынан пайдалы қазбаларды алудың ең тиімді әдісі химиялық ерітінділер екені анықталды. Химиялық ерітінділердің көмегімен пайдалы қазбалар қатты фазадан сұйық фазаға өтіп, ЖАС әдісі бойынша ұңғымалар арқылы жер бетіне айдалады.

Негізгі сөздер. Көктенкөл кенорны, ұңғымаларды бұрғылау, қос бағанды құбыр, штокверк.

Efficient way of drilling wells in Promezhutochnyi area, Koktenkol deposit B.T. Suleimenov, M.K. Kembayev

Annotation. The article describes several types of well drilling technology in the Promezhutochnyi section of the Koktenkol field. The most efficient well drilling method in the Promezhutochnyi area was identified and a description was given of the different types of the selected efficient well drilling method, their technical characteristics and the constituent structures of the selected well drilling method. A brief explanation is given of how minerals can be obtained through drilled wells. After drilling wells, it was determined that the most effective method of extracting minerals from the bowels of the earth in the Promezhutochnyi section through wells is chemical solutions. With the help of chemical solutions, minerals will pass from the solid phase to the liquid phase and will be pumped to the surface of the earth through wells using the ISL method.

Key words. Koktenkol deposit, well drilling, double column pipe, stockwork.

ХАРАКТЕРИСТИКА РУДНЫХ ТЕЛ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНЫЙ МАКСУТ

Туғамбай С.Ш , С.К.Асубаева
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
s.tugambai@mail.ru

Аннотация: В пределах месторождения выявлены два участка (Южный и Северный Максут) с медно-никелевым оруденением. Следовательно, участок Южный Максут расположен в южной части площади месторождения и приурочен к Южному массиву габброидов. На участке Южный выделяются четыре рудных тела сульфидных руд и серия мелких линз. Основной тип сульфидных руд вкрапленный. С поверхности до глубины 25-27, редко до 35-40 м по сульфидным рудам развиты окисленные руды, которые локализуются в площадной коре выветривания каолинового профиля. Рудные тела локализуются в единой мощной зоне сульфидной минерализации, конформны друг другу и имеют субсогласное залегание относительно подошвенной части интрузива. Рудные залежи сложены средне-крупно- и прожилково-вкрапленными сульфидами, которые образуют несколько сближенных горизонтов в восточной, уплощенной части Южного массива габброидов.

Кроме того, рудные тела сопровождаются широкими ореолами рассеяния меди, никеля, кобальта, серебра, превышающими размеры самих рудных залежей в несколько раз.

Ключевые слова:

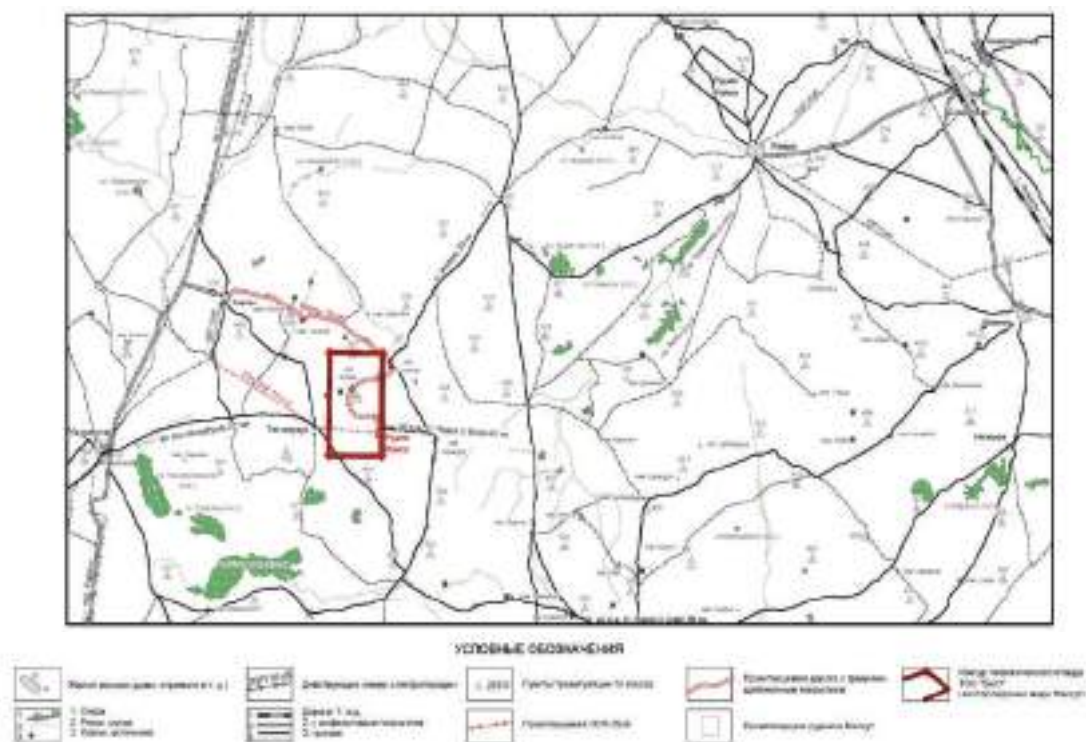
Ликвационно-кристаллизационная дифференциация, сульфидная минерализация, медно-никелевые сульфидные руды, меланократовые габброиды, коэффициенты вариации.

Месторождение Максут расположено в Абайском районе Восточно-Казахстанской области, на территории листа М-44-89-А-6, в 107 км к югу от г. Семей, в 60 км к северо-западу от ж.д.станции Чарск (г. Шар) (Рисунок 1). В пределах месторождения выявлены два участка (Южный и Северный Максут) с медно-никелевым оруденением. Участок Южный Максут расположен в южной части площади месторождения и приурочен к Южному массиву габброидов. Участок Северный Максут находится на северном фланге, в месте пересечения Северо-Максутского разлома с глубинным Каскабулакским дизъюнктивом, выделенным по геофизическим (гравиомагнитным) данным в ядре Жартаасской синклинали на замыкании Каскабулакской мульды.

На участке Южный Максут выделяются четыре основных рудных тела сульфидных руд - № 1, 2, 3, 4 и серия мелких линз. Рудные тела локализуются в единой мощной зоне сульфидной минерализации, конформны друг другу и имеют субсогласное залегание относительно подошвенной части интрузива. Рудные залежи сложены средне-крупно- и прожилково-вкрапленными сульфидами, которые образуют несколько сближенных горизонтов в восточной, уплощенной части Южного массива габброидов.

Основной тип сульфидных руд вкрапленный. С поверхности до глубины 25-27, редко до 35-40 м по сульфидным рудам развиты окисленные руды, которые локализуются в площадной коре выветривания каолинового профиля. Рудные тела сопровождаются широкими ореолами рассеяния меди, никеля, кобальта, серебра, превышающими размеры самих рудных залежей в несколько раз. [2]

Рудное тело 1 залегает в кровле зоны сульфидной минерализации, вблизи поверхности. Имеет почти горизонтальное залегание и локализуется в меланократовых габброидах. Глубина залегания рудной залежи от 0 до 65,5 м. Оно вскрыто в 6 профилях (0, 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, II-II) 15 скважинами, пробуренными в 70-е гг., 22 скважинами разведки 90-х годов (часть из них не пересекла рудное тело на полную мощность, так как бурилась на окисленные руды) и 48 скважинами, пробуренными в 2005-2010 гг., пройденными в восточной части участка по сети 25-100 x 15-50 м.



(Рисунок 1). Обзорная карта района месторождения

В плане рудное тело имеет удлиненную форму (360 x 580м), по простиранию - изучено на 300м.. Оно имеет ширину от 80м до 360м, при средней мощности 9,65м (с колебаниями от 4,0м до 21,5м), среднее содержание меди – 0,44% (от 0,35% до 0,56%), никеля – 0,240% (от 0,174% до 0,489%), кобальта – 0,014% (от 0,01% до 0,18%). Коэффициенты вариации мощностей составляют 23,2%, содержания меди – 6,81%, линейных запасов – 23,6%, что говорит о равномерном распределении полезного компонента в залежи. На поверхность рудное тело выходит в виде линзы окисленных руд северо-западного простирания (рудное тело 1 окисленных руд). Падение залежи пологое под углом 2-31° (среднее 15°) на юго-запад.

Рудное тело 2 залегает непосредственно под рудным телом 1 и отдельно от него минерализованными прослоями мощностью от 10м до 50м. Оно приурочено к наиболее прогнутаой осевой части интрузии и вскрыто в 10 профилях (0-0, 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, II-II, IX-IX, III-III, IV-IV, V-V) 31 скважиной, пробуренной в 70-е гг., и 51 скважинами, пробуренными в 2005-2010гг., пройденными по сети 25-100 x 15-50м. Залежь характеризуется сложной изометричной формой, удлиненной в юго-западном направлении (1160 x 460м), по простиранию изучено на 1160м до глубины 633м. Оно имеет ширину от 100м до 460м, среднюю мощность 14,7м (с колебаниями от 1,0м до 51,5м), среднее содержание меди 0,38% (от 0,18% до 1,84%), никеля – 0,206% (от 0,095% до 0,918%), кобальта – 0,022% (от 0,004% до 0,053%). Коэффициенты вариации мощностей составляют 14,2%, содержания меди – 67,73%, линейных запасов – 76,6%, что говорит о неравномерном распределении полезного компонента в залежи. На поверхность рудное тело выходит в виде линзы, вытянутой в северо-западном направлении. Падение залежи пологое под углом 8-45° (среднее 25°) на юго-запад.

Рудное тело 3 залегает в основании зоны сульфидной минерализации и разреза (в подошвенной части массива меланократовых габброидов) и имеет сложную, изометричную форму в плане, несколько вытянуто в юго-западном направлении (1000 x 120-720м). Оно вскрыто в интервале глубин 47-545м в 7 профилях (3-3, 4-4, II-II, IX-IX, III-III, IV-IV, V-V) 16 скважинами, пробуренными в 70-е гг., и 23 скважинами, пробуренными в 2005-2010гг., пройденными по сети 120-200 x 50-100м, прослежено на 1000м по простиранию в плане при ширине от 120м до 720м (в пережимах и ответвлениях ширина рудного тела уменьшается до 120м). Средняя мощность залежи - 18,7м (с колебаниями от 2,0м до 64,5м), среднее содержание меди 0,40% (от 0,15% до 0,78%), никеля – 0,246% (от 0,070% до 0,685%), кобальта

– 0,019% (от 0,004% до 0,045%). Коэффициенты вариации мощностей составляют 75,3%, содержаний меди – 38,4%, линейных запасов – 81,2%, что говорит о неравномерном распределении полезного компонента в залежи. На поверхность рудное тело не выходит. Падение залежи пологое под углом 5-45° (среднее 25°) на юго-запад.

Рудное тело 4 вскрыто 12 скважинами в 3 профилях (II-II, IX-IX, III-III, IV-IV и V-V) на глубине 195 - 384м и прослежено по простиранию в плане на 800м при ширине 150-180м. Рудная залежь залегает в подошвенной части гарполита, повторяя в разрезе чашеобразную форму его дна.

Оно имеет линзовидную форму в плане и разрезе, вытянуто в юго-западном направлении (800 x 180м). Средняя мощность залежи - 21,8м (с колебаниями от 4,0м до 37,6м), среднее содержание меди 0,48% (от 0,33% до 0,90%), никеля – 0,241% (от 0,165% до 0,451%), кобальта – 0,014% (от 0,009% до 0,026%). Коэффициенты вариации мощностей составляют 77,9%, содержаний меди – 44,4%, линейных запасов – 77,0%, что говорит о неравномерном распределении полезного компонента в залежи. На поверхность рудное тело не выходит. Падение залежи пологое под углом 3-35° (среднее 24°) на юго-запад. [3]

Глубже 4-го рудного тела залегает серия линз, рассматриваемая предшественниками как рудное тело 5. Линзы залегают на контакте с подстилающими вмещающими интрузив породами и характеризуют собой нижнюю границу месторождения. Всего выделено 4 линзы, 3 из них подсечены одной скважиной каждая и четвертая выделяется по двум соседним скважинам 117 и 8. Мощности линз по этим скважинам составляют 7, 8, 24 и 32 метра.

Основной тип руд вкрапленный. Во всех рудных залежах отмечается определенная закономерность в распределении полезных компонентов; как правило, наиболее высокие содержания их наблюдаются в средних частях рудных тел, а в верхних и нижних частях несколько пониженные. В рудах установлено наличие платины (до 0,017 г/т), палладия (0,17 г/т), радия (менее 0,02 г/т). Содержания серебра составляют от 2,5 г/т до 8,6 г/т (в отдельных пробах они достигают 50 г/т). [4]

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Крейтер В.М. «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» М. Госгеолтехиздат.
- [2] Бахтеева В. Г. (отв. исполнитель). Исследование вещественного состава и изучение обогатимости вкрапленной сульфидной медно-никелевой руды месторождения Максут. Тема № 9-75-046. МЕХАНОБР. 1976. Текст отчета 71с.
- [3] Коган И. А. Подсчёт запасов и геолого-промышленная оценка рудных месторождений. Москва, Недра, 1974 г., 303с..
- [4] Игнатьева Т. И. (отв. исполнитель). Отчет о результатах поисковых и разведочных работ на месторождении Южный Максут в 1991-92г.г. 1992. Текст отчета 233с., графика 11л.

Оңтүстік максұт кен орнының кен денелерінің сипаттамасы С.Ш. Туғамбай, С.К. Асубаева

Андатпа: Кенорнының шегінде мыс-никель кендері бар екі учаске (Оңтүстік және Солтүстік Максұт) анықталды. Демек, Оңтүстік Максұт учаскесі кен орнының оңтүстік бөлігінде орналасқан және габброидтардың Оңтүстік массивімен шектелген. Оңтүстік бөлігінде сульфидті кендердің төрт кен денелері және бірнеше ұсақ линзалар бөлінеді. Сульфидті кендердің негізгі түрі қиылысқан. Жер бетінен 25-27 терендікке дейін, сирек 35-40 м-ге дейін сульфидті кендер бойынша каолинитті бейіндегі ауа-райының аймақтық қабығында локализацияланған тотыққан кендер дамыған. Кен денелері сульфидті минералданудың біртұтас қуатты аймағында локализацияланған, бір-біріне сәйкес келеді және интрузивтің плантациялық бөлігіне қатысты субклассикалық пайда болады. Кен шоғырлары габброидтердің Оңтүстік массивінің Шығыс, тегістелген бөлігінде бірнеше жақын горизонттарды құрайтын орташа-ірі және тамырлы - қиылысқан сульфидтерден тұрады.

Сонымен қатар, кен денелері мыс, никель, кобальт, күмістің кең шашырауымен бірге жүреді.

Негізгі сөздер: Ликвациялық-кристалдану дифференциациясы, сульфидтік минералдану, мыс-никель сульфидті кендері, меланократ-габброидтер, вариация коэффициенттері.

Characteristics of ore bodies of the south maksut deposit

S.Sh. Tugamabai, S.K. Asubayeva

Annotation: Two sites (Southern and Northern Maksut) with copper-nickel mineralization have been identified within the deposit. Consequently, the Southern Maksut site is located in the southern part of the deposit area and is confined to the Southern gabbroid Massif. At the Yuzhny site, four ore bodies of sulfide ores and a series of small lenses are distinguished. The main type of sulfide ores is interspersed. From the surface to a depth of 25-27, rarely up to 35-40 m, oxidized ores are developed along sulfide ores, which are localized in the areal weathering crust of the kaolinite profile. Ore bodies are localized in a single powerful zone of sulfide mineralization, conform to each other and have a sub-consistent occurrence relative to the plantar part of the intrusive. Ore deposits are composed of medium-coarse- and veined-interspersed sulfides, which form several converging horizons in the eastern, flattened part of the Southern gabbroid massif.

In addition, ore bodies are accompanied by wide scattering halos of copper, nickel, cobalt, silver

Keywords: Liquation-crystallization differentiation, sulfide mineralization, copper-nickel sulfide ores, melanocratic gabbroids, coefficients of variation.

МИКРО- И НАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ РУД, КАК РЕСУРС ВОСПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ КАЗАХСТАНА

А.М. Турсунов 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

*alikhan_tursunov01@mail.ru, m.kokkuzova@satbayev.university

Аннотация. Цель статьи: показать новый метод изучения минерального вещества, позволяющий выявить полные запасы полезных ископаемых и повышения экономической привлекательности месторождений за счет нового уровня исследований руд благородных и редкометалльно-редкоземельных элементов, наноуглеродных проявлений на базе современных достижений науки в области физики конденсированных состояний. Актуальность: Многие месторождения полезных ископаемых Казахстана истощены. Накоплены массы отходов горнорудного производства, представляющие собой техногенные месторождения. Значительны запасы руд с «низкими содержаниями» полезных компонентов, определенных по устаревшим методам. Все это делает актуальным использование методов нанотехнологий для изучения и освоения той части запасов старых и новых месторождений, которая является нано- и микроминеральной и не только теряется при отработке, но и не определяется при подсчете запасов. Как показали исследования последних лет, ценность этой части полезных ископаемых может быть не меньше и даже многократно превосходить ранее определенные содержания. Использование инновационных технологий изучения и освоения микро- и наноконпонентов руд - это кратчайший путь решения проблемы прироста запасов.

Ключевые слова: месторождения Казахстана, нанотехнологии, наноминералогия, золото, редкие металлы, редкоземельные металлы, наноуглерод, фуллерен, нанотрубка, графен.

В настоящее время в мире активно разрабатываются новые аппаратурно-методические варианты определения содержаний металлов в рудах, но общепризнанных нет, хотя получены обнадеживающие результаты. Программами работ охватываются взаимосвязанные направления изучения и использования благороднометалльного, редкометалльно-редкоземельного оруденения и углеродных наночастиц (фуллерены, нанотрубки, графены). При этом учитываются аномальные свойства наноминеральных компонентов руд, что существенно улучшает перспективы многих казахстанских месторождений и дает основу разработке новых технологий их освоения. Наноуровень изучения и анализа применимого для практической оценки запасов благороднометалльного, редко- и редкоземельного оруденения, углеродных наночастиц будет применен впервые.

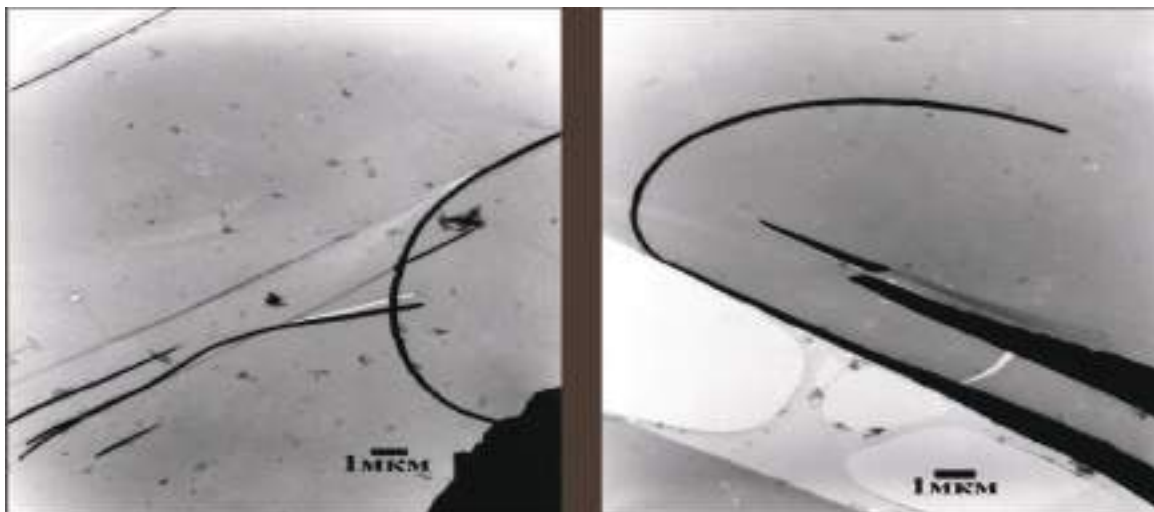


Рисунок 1 - нанотрубки и нановолокна. Нановискеры дюрлеита $\text{Cu}_{1.94}\text{S}$ диаметром 200-300 нм, образовавшиеся в халькозине Cu_2S .

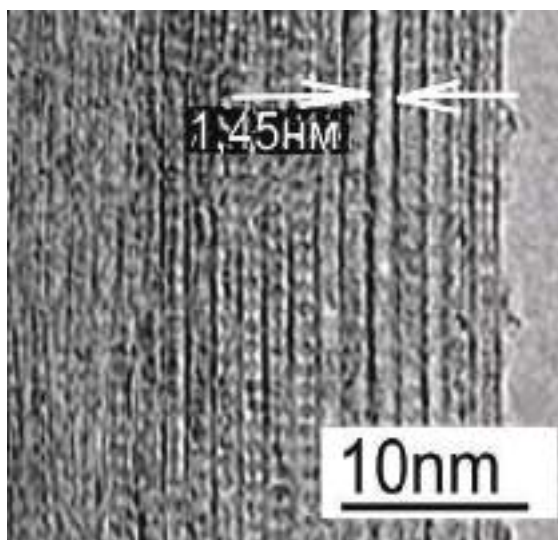


Рисунок 2 – Фуллерены в нанотрубках



Рисунок 3 – Тубулены. Месторождение Текели

Эксплуатация таких месторождений требует новых технологий, и они уже разрабатываются в Казахстане. Определение реального содержания и форм нахождения благородных, редких и редкоземельных элементов и наночастиц углерода совпадает с бурным развитием нано- и IT технологий в которых они используются, а золото – самая благоприятная конъюнктура в современных экономических условиях.

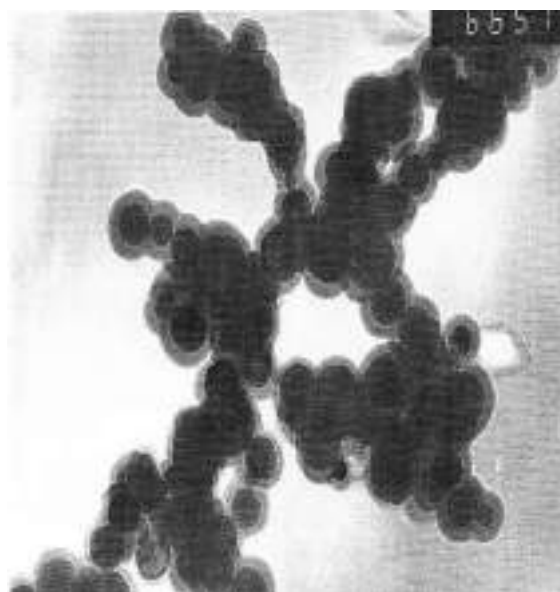
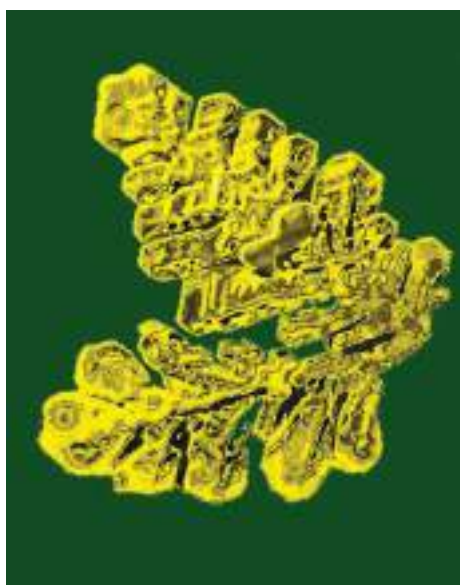


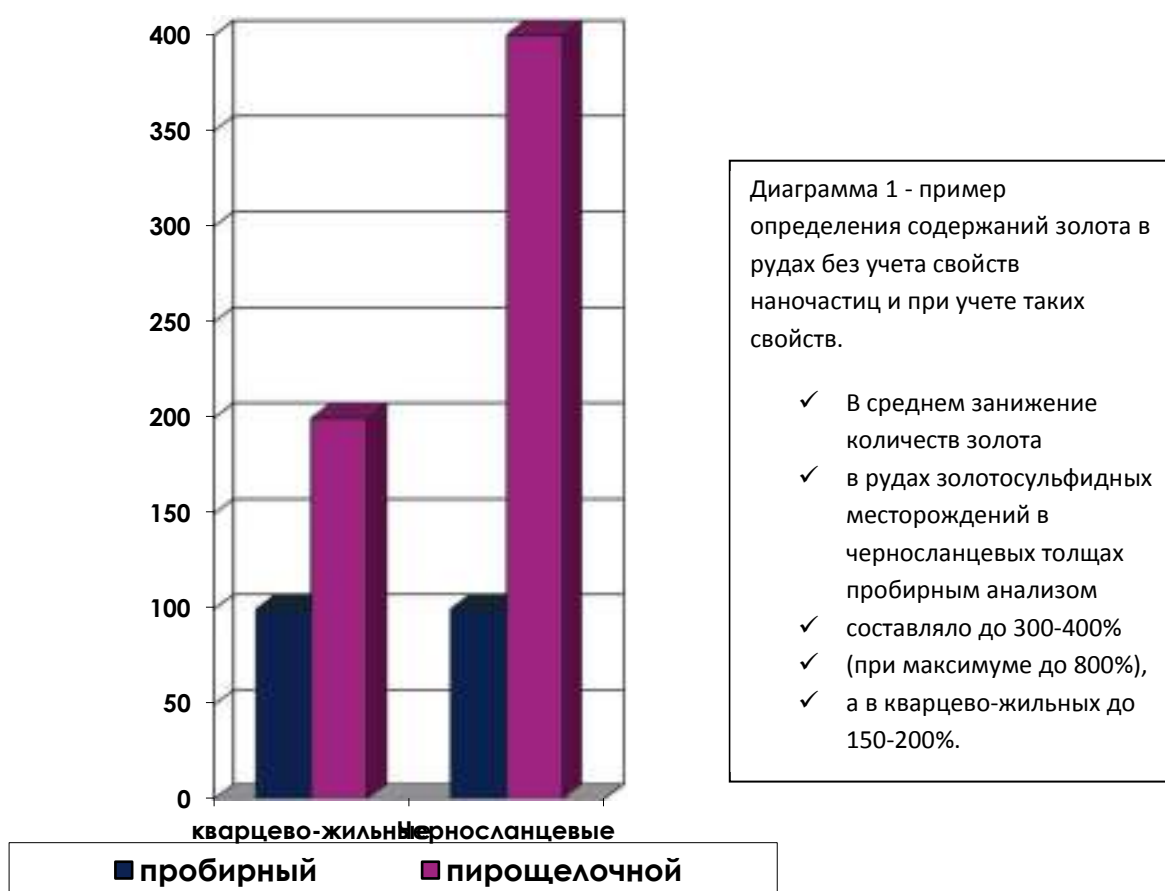
Рисунок 4 и 5 - Микроформы и протокластеры золота

Исследования, проведенные в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева и за рубежом, показали, что содержания благородных металлов в руде может многократно превышать содержания, определенные устаревшими методами. Разумеется, эксплуатация таких месторождений требует новых технологий, и они уже разрабатываются. Поэтому основной задачей является разработка методик по определению и оценке реального содержания и форм нахождения благородных, редких и редкоземельных элементов в породах и рудах с помощью современных методов анализа, среди которых и нейтронно-активационный.

Работами сотрудников Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (ИГН) и зарубежными учёными показано, что микро- и наноминеральные компоненты руд теряются

или не улавливаются при традиционных методах пробоподготовки, аналитики и на всех стадиях освоения месторождений.

Превышение реальных содержаний над полученными устаревшими методами достигает от двух до нескольких сотен раз. Методы анализов, учитывающих полные содержания, независимо от форм нахождения, еще отрабатываются. Они, как правило, дороги или малопроизводительны. Необходима новая методика, исключающая потери полезных компонент на всех стадиях до получения результата. Данные о реальных содержаниях дадут основания для пересмотра и увеличения запасов выбранных нами типов месторождений и вовлечения в разработку новых. Определение форм нахождения позволит на научной основе развивать процессы обогащения и добычи, а также прямого использования наноминеральных форм в различных отраслях промышленности. Новый подход к пробоотбору и подготовке, учитывающий свойства нановещества в сочетании с ИНАА, должен дать более высокое содержание металлов в рудах, что повысит перспективы прироста запасов и обоснует применение новых, более современных, технологий добычи и переработки полезных ископаемых.



Наночастицы углерода казахстанских месторождений будут новым источником компонентов для самых передовых технологий, остро нуждающихся в больших объемах таких наночастиц. Одновременно решается вопрос экологической безопасности при неизбежном вовлечении наночастиц старых горнодобывающих производств в окружающую среду. Целевыми потребителями результатов являются инвесторы, недропользователи и социум районов отработанных месторождений. Первоочередными объектами выбраны востребованные бурно развивающимися передовыми технологиями с наилучшей рыночной конъюнктурой – благородные и редкометалльно-редкоземельные элементы, наночастицы углерода, фуллерены, нанотрубки, графены. Как углеродные, так и рудные микро- и наноминеральные образования техногенных месторождений являются перспективным вариантом решения проблемы утилизации отходов горнорудного производства и продления жизни моногородов с

ними связанных. Редкометалльно-редкоземельные элементы – база бурноразвивающихся IT-технологий, а у золота – самая благоприятная конъюнктура в современных экономических условиях.



1

2

Площади перспективные на наноминеральные образования (черносланцевые формации).
Схема 1 - основные поля развития углеродисто-кремнисто-сланцевой формации; схема 2 - размещение шунгитоносных полей.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвиенко В.Н., Монахов В.М., Калашников Ю.Д., Левин В.Л. Роль природных кластеров благородных металлов как источника рудного вещества при формировании месторождений//Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2018. № 3. с.36-49.
2. Шабанова Т.А., Эсминцев А.Н. Электронно-микроскопическое изучение структур природного углеродистого вещества месторождения Текели//Материалы III-го международного симпозиума «Физика и химия углеродных материалов/наноинженерия». – Алматы. 2004. с. 211-214.
3. Бекенова Г.К. Объекты и традиционные методы микроминералогии. 1.Практические приемы в изучении химического состава микроминералов// Вестник Восточно-Казахстанского гос. технического университета. 2006. №2. с.7-14
4. Глаголев В.А. Шабанова Т.А. Наноминералы в развитии минерально-сырьевых ресурсов. Известия НАН РК Серия геологии и технических наук. № 6. 2015, с.79-85.

Рудалардың микро- және нано-минералды компоненттері Қазақстандағы минералдық қорларды толықтыру ресурсы ретінде»

А.М. Турсунов, М.Н. Коккузова

Аннотация. Мақаланың мақсаты: асыл және сирек-металл-сирекжер элементтерінің кенорындарын зерттеудің жаңа деңгейіне байланысты пайдалы қазбалардың қорларын толықтырудың және кенорындарының жаңа түрлерін ашудың соңғы әдісін, нанокөміртек көріністерін қазіргі заманғы ғылыми жетістіктерге негізделген көрсету. Конденсацияланған заттар физикасының саласы. Өзектілігі: Қазақстандағы көптеген пайдалы қазбалар кенорындары таусылған. Техногендік кенорындары болып табылатын тау-кен қалдықтарының массасы жинақталған. Ескірген әдістермен анықталған пайдалы құрамдастардың «төмен сорттары» бар кендердің елеулі қорлары. Осының барлығы нано- және микроминералды болып табылатын және игеру кезінде жоғалып қана қоймай, қорларды есептеу кезінде анықталмайтын ескі және жаңа кенорындарының қорларының бір бөлігін зерттеу және игеру үшін нанотехнологиялық әдістерді қолдануды өзекті етеді. Соңғы жылдардағы зерттеулер көрсеткендей, пайдалы қазбалардың бұл бөлігінің құны бұрын анықталған мазмұннан кем емес, тіпті бірнеше есе асып кетуі мүмкін. Кендердің микро- және нанокөміртектерін зерттеу мен игерудің инновациялық технологияларын пайдалану қорларды өсіру мәселесін шешудің ең қысқа жолы болып табылады.

Негізгі сөздер: Қазақстанның кен орындары, нанотехнологиялар, наноминералогия, алтын, сирек металдар, сирек жер металдары, нанокөміртек, фуллерен, нанотүтіктер, графен.

Micro- and nano-mineral components of ores as a resource for replenishing mineral reserves in Kazakhstan

A. Tursunov, M. Kokkuzova

Abstract. The purpose of the article: to show the latest method of replenishing mineral reserves and discovering new types of deposits due to a new level of research into deposits of noble and rare-metal-rare-earth elements, nanocarbon manifestations based on modern scientific achievements in the field of condensed matter physics. Relevance: Many mineral deposits in Kazakhstan are depleted. Masses of mining waste have been accumulated, which are man-made deposits. Significant reserves of ores with "low grades" of useful components, determined by outdated methods. All this makes it relevant to use nanotechnology methods for studying and developing that part of the reserves of old and new deposits, which is nano- and micromineral and is not only lost during development, but is not determined when calculating reserves. As studies of recent years have shown, the value of this part of minerals can be no less and even many times exceed the previously determined content. The use of innovative technologies for the study and development of micro- and nanocomponents of ores is the shortest way to solve the problem of reserves growth.

Keywords: deposits of Kazakhstan, nanotechnologies, nanomineralogy, gold, rare metals, rare earth metals, nanocarbon, fullerene, nanotube, graphene.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА ЕКАТЕРИНЫ АЛЕКСАНДРОВНЫ АНКИНОВИЧ

А.М. Турсунов,  М.Н. Коккузова 

alikhan_tursunov01@mail.ru, m.kokkuzova@satbayev.university

Аннотация. Цель данной статьи заключается в рассмотрении жизни и деятельности крупного минералога, доктора геолого-минералогических наук и исследователя ванадиеносных сланцев Екатерины Александровны Анкинович. В статье приводится разбор ее исследовательских трудов и вкладе в научную минералогию Казахстана. Среди ею открытых минералов рассказывается о таких минералах как митряевит, казахстанит и новом минерале анкиновичите названом в память о супругах Анкиновичей. Особое внимание уделяется развитию углеродисто-кремнеисто-сланцевой формации в Казахстане, на какие части она делится, и из каких групп состоит. Также статья дополнительно подробно раскрывает педагогические и производственные стороны не только ее карьеры, но и ее супруга Анкиновича Степана Герасимовича, который непосредственно принимал участие во многих ее исследованиях и точно также считался не только крупным ученым, но и талантливым педагогом, внесшим весомый вклад в геологическую отрасль Казахстана.

Ключевые слова: биография, педагогическая деятельность, производственная деятельность, исследовательские работы, вклад в геологию.



Жизнедеятельность Екатерины Александровны Анкинович. Екатерина Александровна Анкинович – крупный минералог, доктор геолого-минералогических наук, профессор, исследователь ванадиеносных сланцев Казахстана, автор открытия более 13 новых минералов, среди которых: курумсаkit, ваналит, гуцевичит, бокит, сатпаевит, альванит, черныхит, казахстанит, митряевит, русаковит и др., а также новые разновидности минералов: карбонат-цианотрихит, Сабарнесит, Fe-монтгомерит, V-Ва- фенгит и др. В память о супругах Екатерине Александровне Анкинович и Степане Герасимовиче Анкинович назван новый минерал. Анкиновичит утвержден КНМ НМ ММА в 2003 г.

В 1932 году Екатерина Александровна, сельская учительница из Северного Урала, поступила в Ленинградский горный институт на геологоразведочный факультет. Здесь же решилась ее личная судьба: она вышла замуж за сокурсника Степана Герасимовича Анкиновича. В 1937 году они завершили полный курс обучения по специальности «геология и разведка месторождений полезных ископаемых». В 1938 году чета Анкиновичей прибыла по путевке в Казахское геологическое управление, в город Алма-Ату, с 1940 года вместе с мужем разведывали Николаевское полиметаллическое месторождение в Восточном Казахстане. В 1946 году за успешную разведку этого месторождения Екатерине Александровне вместе с группой геологов была присуждена Государственная премия СССР.

В 1943 году в связи с разрешением проблемы государственной важности - разведки месторождений стратегических металлов Е. А. и С. Г. Анкиновичи были привлечены к работе во вновь организованной Каратауской экспедиции для геологического изучения ванадиеносной углеродисто-кремнистой формации. Здесь Екатерина Александровна руководила в качестве начальника геологической партии разведкой Курумсаковского участка и проводила исследования минерального состава всей черносланцевой толщи ванадиеносного бассейна.

В результате исследовательских работ был собран обширный материал, при изучении которого установлено порядка 160 минералов, расшифрованы процессы формирования минеральных комплексов, открыты 9 новых минералов и 6 минералов, впервые встреченных на территории СССР. Новые минералы установленные в ванадиеносной формации утверждены Международной комиссией по новым минералам.

Вся научно-производственная деятельность Екатерины Александровны была направлена на расширение и укрепление минеральной базы страны.

1950 года Екатерина Александровна переходит на постоянную педагогическую работу в Казахский горно-металлургический институт (КазГМИ) на должность доцента кафедры «Геология месторождений полезных ископаемых» и после защиты докторской диссертации заведует кафедрой «Кристаллография, минералогия и петрография» (1964-85гг.). С 1985 года до последних дней жизни – профессор этой кафедры.

Жизнедеятельность Степана Герасимовича Анкиновича.

Многие годы с 1968г. по 1985г. кафедрой "Геологии месторождений полезных ископаемых" руководил доктор геолого-минералогических наук, дважды лауреат Государственной премии СССР Степан Герасимович Анкинович.

Научно-производственная деятельность Степана Герасимовича Анкиновича была связана с изучением богатств земных недр Казахстана. С 1938г. по 1951г. он работал геологом, главным геологом, главным инженером и начальником в полевых геологических партиях и экспедициях на Рудном Алтае, в Центральном и Южном Казахстане, он был первым руководителем Волконской экспедиции. В этот период под руководством и непосредственным учении Степан Герасимович Анкинович проводились геологические работы на Николаевском и Карагайлинском месторождениях. Научная деятельность Степана Герасимовича Анкиновича были направлены на изучение геологического строения и закономерностей размещения место-рождений в Казахстане. Основное внимание он принял изучению ванаденостных сланцев Каратауского региона, чему и посвятил свою большую монографию: "Нижний палеозой ванадионостного бассейна Северного Тянь-Шаня и западной окраины Центрального Казахстана" (1961г.)



Степан Герасимович Анкинович был крупным ученым и талантливым педагогом, принимал непосредственное участие в подготовке геологических кадров высшей квалификации. За открытие и разведку месторождений полезных ископаемых он дважды удостоен почетного звания лауреата Государственной премии СССР награжден 4 медалями и ему присвоено звание «Заслуженный работник высшей школы».

Развитие углеродисто-кремнисто-сланцевой формации в Казахстане. Ванадий имеет относительно высокое содержание в земной коре, но концентрация этого элемента редко когда образует самостоятельные месторождения. В природных условиях его накопление связано с формированием некоторых магматических, осадочных и инфильтрационных месторождений, в которых ванадий накапливается совместно с другими элементами, создавая комплексные магматические титаномagnetитовые, осадочные бурожеlezняково-лeптохлоритовые, россыпные ильменито-рутиловые, магнетит-циркон-ильменитовые, инфильтрационные ванадиевые и медно-свинцово-цинковые месторождения. Анализируя всю совокупность данных по ванадиености различных природных комплексов Казахстана, исследователи стали относить к собственно ванадиевым широко распространенные породы, объединяемые под общим названием «чёрные сланцы». Впервые ванадиеность чёрных сланцев из района Киякты-Байконур была установлена в 1937 г. К.И. Сатпаевым. Позднее, в процессе проведения широких разведочных, поисково-съёмочных работ и минералогического изучения в Казахстане были выявлены рудные поля сланцевой серии с высоким содержанием ванадия: Северо-Западный Каратау (Баласаускандык, Курумсак), Центральный Каратау (Чаян), Таласский Алатау (Жебаглы), Жонгарский Алатау, Западное Прибалхашье, Кендыктас, Шынгыс, Жетыкара и др. [1].

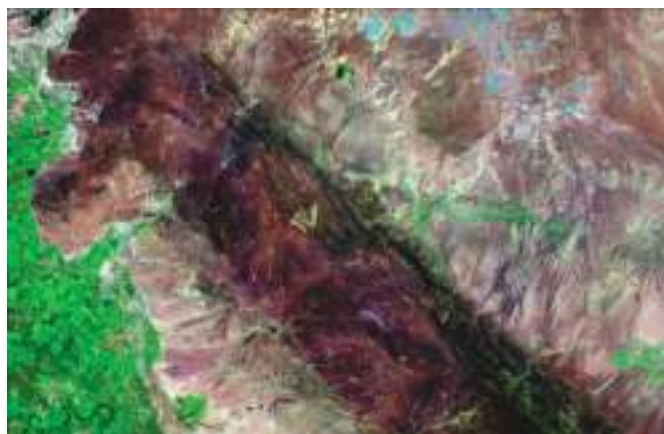
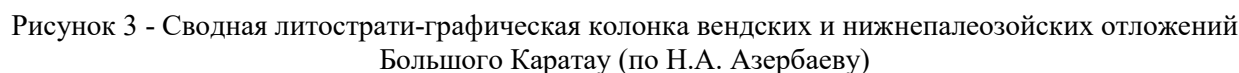


Рисунок 2 – космоснимок Северо-Западного Каратау (месторождения Баласаускандык, Курумсак). Съёмка со спутника Landsat-7. Время съёмки – лето 2005 г.
Масштаб 1: 200 000



Углеродисто-кремнисто-сланцевая ванадиеносная формация в Южном Казахстане характеризуется курумсакской свитой в которой выделены на две независимые друг от друга пачки (в Жонгарском Алатау верхняя подсвита текелийской свиты) различающиеся по химизму – это нижняя кремнистая со средней мощностью 10-25 м и верхняя мощностью 7-12 м, известная также под названием ванадиеносная. Ванадиеносная пачка формации согласно налегает на кремнистую и представлена, главным образом, фтанидами ритмично чередующимися с углеродисто-кварцево-глинистыми сланцами, составляющими основу пачки. Выходы ее обычно дают пониженные формы рельефа. Границы развития пачки оконтуриваются со стороны почвы скальными уступами нижней кремнистой пачки и со стороны кровли выступающими грядками перекрывающих фтанидов. По минеральному составу и химизму, структурно-текстурным особенностям породы ванадиеносной пачки можно подразделить на 4 группы:

1. Сланцы, характеризующиеся наличием значительного до преимущественного содержания глинистых минералов, а также углеродистого вещества. Данные породы обладают слоистой и сланцеватой текстурами, несут повышенные содержания ванадия и, сопровождающие его, другие металлы. Они носят название рудных сланцев;

2. Сланцы, различающиеся от 1-ой группы пород наличием кластогенного материала и характеризующиеся бластоалевропелитовой, бластопалеоалевритовой структурами. В них также устанавливается содержание ванадия, но в несколько пониженном количестве, чем в вышеуказанной группе рудных сланцев;

3. Существенно кремнистые породы, представленные фтанидами и углеродисто-кремнистыми разностями сланцев. Наибольшим развитием пользуются фтаниды, составляющие 40-45% объема пачки:

4. Доломиты и доломитовые известняки, располагающиеся к срединной, реже верхней части разреза ванадиеносной пачки формации, образуют линзы в Курумсакском рудном поле или маркирующие прослои в Баласаускандыкском.

Казахстанит $\text{Fe}_5\text{V}_3\text{V}_{12}\text{O}_{39}(\text{OH})_9 \cdot 8,55\text{H}_2\text{O}$ (1986 г.) (м-е Баласаускандык, СЗ Каратау).

Минерал не редок, но встречается обычно в весьма малых количествах в форме мельчайших (0,01 мм) округлых и овальных образований, одиночно рассеянных по плоскостям отдельности фтанидов. Иногда, срастаясь друг с другом, они формируют небольшие по размерам почковидные корочки. В единичных случаях, совместно с агрегатом боксита корки достигают 0,5х1,5 см. В этом случае они являются как бы основанием для целого ряда вторичных ванадиевых минералов, формирующихся в закономерной последовательности. В рудных углеродисто-глинисто-кремнистых ванадиеносных сланцах минерал отмечается в форме тонких ветвящихся прожилков или играет роль цемента в брекчированных участках.

Таблица 1 - Химический состав (мас. %) казахстанита

Компоненты	Анализ			
	1	2	3	4
K ₂ O	0,14	0,20	0,12	0,15
CaO	0,09	0,01	0,16	0,09
Fe ₂ O ₃	19,88	19,35	20,65	19,88
V ₂ O ₄	12,88*	71,80	71,18	71,39
V ₂ O ₅	71,19	0,08	0,22	0,01
P ₂ O ₅	55,10*			
H ₂ O ⁺	0,17			
	12,50*			
Σ	100,76			
Примечание: 1. Na ₂ O и CuO не обнаружены. 2. Звездочками отмечены данные химического анализа (аналитик Т.Д. Неталиева). 3. Содержание H ₂ O ⁺ по данным термического исследования, в ан. 2-4 12,30 мас.%. 4. Остальные данные – результаты электроннозондовых анализов.				

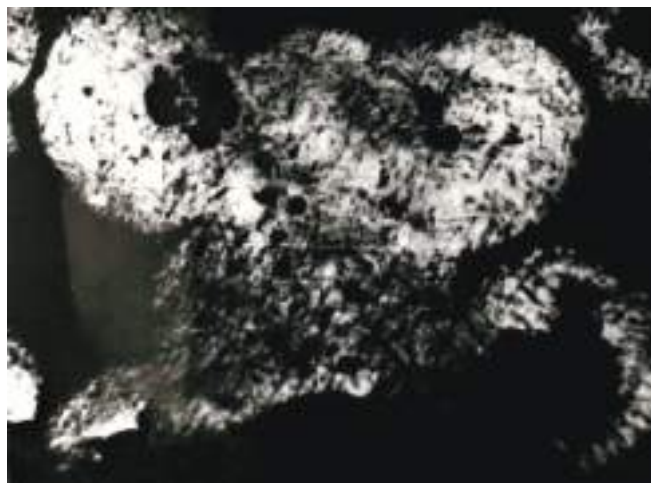


Рисунок 4 - форма округлых образований казахстанита, развитых по плоскостям отдельности фтанитов и УГК сланцев. Параметры элементарной ячейки (п.э.я.) казахстанита: $a = 11,84(1)$, $b = 3,6500(4)$, $c = 21,27(1) \text{ \AA}$, $\beta = 100(1)^\circ$, $V = 905,5(1,9) \text{ \AA}^3$. Пространственная группа: $C2/c$, Cc .

Митрjевaит $\text{Al}_5(\text{PO}_4)_2[(\text{P,S})\text{O}_3(\text{OH},\text{O})]_2\text{F}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_8 \cdot 6,48\text{H}_2\text{O}$ (1996 г.) (м-е Баласаускандык, СЗ Каратау). Минерал развивается в углеродисто-пелитолитовых сланцах, подвергшихся частичному выветриванию. Он образует тончайшие мучнистые налеты на стенках трещин пород, выполняет тонкие субпараллельные или сложноветвящиеся прожилки. Реже (в рыхлых продуктах изменения сланцев) минерал отмечается в форме нодулей и округлых стяжений с бугорчатой поверхностью размером 0,5-0,8 см. Митрjевaит тонкозернистый (размер кристаллов 0,01-0,04 мм), внешне агрегаты минерала напоминают мучнистый гипс. Микроскопически же наблюдаются прозрачные вытянутые зерна с отношением длины к ширине кристаллов порядка 6:1. Обычно они образуют субпараллельные сростки.

Таблица 2 - Химический состав (мас.%) митрjевaита

Компоненты	Результаты химического анализа	Результаты электронно-зондового микроанализа по 4 точкам ¹	
		Среднее значение	Область значений
MgO	Следы		
CaO	0,90	0,74	(0,67-0,80)
Al ₂ O ₃	30,00	29,47	(28,93-29,88)
Fe ₂ O ₃	0,30	2,40 ²	(0,15-4,75)
P ₂ O ₅	32,40	32,50	(32,18-33,02)
SO ₃	5,50	5,49	(5,35-5,68)
SO ₂	Следы		
F	3,00		
H ₂ O ⁻	1,90	29,40	
		(разница)	
H ₂ O ⁺	27,80		
-O=F	1,27		
Σ	100,53	100,00	

Примечания: ¹ MS-46 «Сателла», ускоряющее напряжение 15 кВ, ток зонда 10 нА, диаметр зонда 10 мкм, аналитические линии K_{α} .
² Использованные стандарты: пироп (Fe, Ca, Si, Al), хромит (Fe), шпинель (Al, Fe), диопсид (Ca, Si), «тришманит» $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (S), апатит (P), ортоклаз (Al, K) (аналитик С. М. Сандомирская);
Повышенное содержание железа связано с разлитием по минералу вторичных планов гетита



Рисунок 5 – Электронно микроскопический снимок. Кристаллы митрjевaита.

П.э.я. митрjевaита: $a 6,918(1) \text{ \AA}$; $b 10,127(2) \text{ \AA}$; $c 10,296(2) \text{ \AA}$; $\alpha 77,036(3)^\circ$; $\beta 73,989(4)^\circ$; $\gamma 76,272(4)^\circ$; $V 663,8(2) \text{ \AA}^3$.

Анкиновичит (Ni,Zn,Cu)Al₄(VO₃)₂(OH)₁₂·2H₂O (2003 г.) (м-е Курумсак, Ю. Казахстан)

Анкиновичит был обнаружен в отвале одного из шурфов Курумсака, пройденном в плотных углеродисто-глинистых сланцах светло-серого цвета. Анкиновичит изредка встречается в виде корки призматических кристаллов, нарастающих на альванит. По морфологии кристаллы анкиновичита уплощенно-вытянутые, что сразу делает их отличными от толстотаблитчатых кристаллов альванита. Длина кристаллов анкиновичита не более 0,5 мм. В этой же породе встречены: фольбортит, образующий темно-зеленые почки диаметром до 3 мм, мелкие, канареечно жёлтые кристаллы карнотита, тёмно-красные корки гётита. Вторая находка анкиновичита была встречена на горе Кара-Чагыр, расположенной в правом борту среднего течения р. Исфайрамсай (Ошская область, Южный Кыргызстан).

Таблица 3 - химический состав (мас.%) анкиновичита

Компо- ненты	1 (6 точек)	2 (7 точек)	3 (8 точек)	4
Al ₂ O ₃	31,34 (30,48-32,84)	33,82 (31,92-35,94)	33,79 (33,18-34,78)	33,73
SiO ₂	0,14 (0-0,71)	0,59 (0,45-0,84)	0,67 (0,39-1,35)	
V ₂ O ₄	Не опр.	Не опр.	Не опр.	
V ₂ O ₅	26,19 (24,21-28,44)	28,41 (27,04-29,56)	27,98 (27,00-28,62)	30,08
FeO	0,00	0,14 (0,06-0,26)	0,35 (0,28-0,41)	
NiO	8,11 (7,57-8,64)	8,43 (7,11-9,68)	7,19 (6,01-7,85)	12,36
CuO	0,47 (0-0,95)	0,27 (0,03-0,42)	0,20 (0-0,36)	
ZnO	2,70 (2,22-3,11)	2,24 (0,88-3,47)	4,20 (3,24-5,24)	
H ₂ O	31,19**	Не опр.	25,65**	23,86
H ₂ O ⁻	Не опр.	Не опр.	Не опр.	
H ₂ O ⁺	Не опр.	23,30*	Не опр.	
Сумма	100,0	97,20	100,00	100,00
Метод	Микрозондовый анализ * мокрая химия			Теорети- ческий состав

Примечания: 1 – данные ИГН (аналитик П.Е. Котельников); 2, 3 – данные ММ (аналитики Л.А. Паутов, А.А. Агаханов). В скобках приводится диапазон значений содержаний; *вода, определенная методом Пенфильда; ** - вода принята по разности



Рисунок 6 - Сплошные корочки, состоящие из «розеток» анкиновичита (голубое) и анкиновичита с метатюмунитом (светло-зеленое). Кара-Чагыр, Южный Кыргызстан

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд хрома, титана, ванадия, силикатного никеля и кобальта, бокситов. Анкинович С.Г., Анкинович Е.А. Рениево-молибдено-железо-марганцево-фосфорно-ванадиевая формация. Углеродисто- кремнисто-ванадиевый тип // В кн. Металлогения Казахстана. -1978. -Алма-Ата. -С.101-131.
2. Анкинович Е.А., Бекенова Г.К., Подлипаева Н.И. Новый водный ферро-ванадиевый минерал казахстанит $\text{Fe}^{3+}_5\text{V}^{4+}_3\text{V}^{5+}_{12}\text{O}_{39}(\text{OH})_9 \cdot 8,55\text{H}_2\text{O}$ из углеродисто-кремнистой формации СЗ Каратау (Южный Казахстан) // ЗВМО. 1989. Вып. 5. С.95-100.
3. Ankinovich E.A. Bekenova G.K., Shabanova T.A., Zazubina I.S., Sandomirskaya S.M. Mitryaevaite, $\text{Al}_{10}[(\text{PO}_4)_{8,7}(\text{SO}_3\text{OH})_{1,3}]\text{AlF}_3 \cdot 30\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from the Cambrian carbonaceous-cherty formation, North-West Karatau range and Zhabagly mountains, South Kazakhstan // Canadian Mineralogist. 1997. V.35. P.1415-1419.

4. Карпенко В.Ю., Паутов Л.А., Соколова Е.В., Хавторн Ф., Агаханов А.А., Дикая Т.В., Бекенова Г.К. Анкиновичит – никелевый аналог альванита – новый минерал из Курумсака (Казахстан) и Кара-Чагыра (Киргизия) // ЗВМО. 2004. №2. С.59-70.

Екатерина Александровна Анкиновичтің минералогиялық мектебі

А.М. Турсунов, М.Н. Коккузова

Аннотация. Бұл мақаланың мақсаты - көрнекті минералог және геология-минералогия ғылымдарының докторы Екатерина Александровна Анкиновичтің өмірі мен қызметін қарастыру. Мақалада оның ғылыми-зерттеу жұмыстары мен Қазақстанның ғылыми минералогиясына қосқан үлесіне талдау жасалған. Сондай-ақ мақалада оның еңбек жолының ғана емес, сонымен қатар ірі ғалым болып саналатын және Қазақстанның геология саласына елеулі үлес қосқан күйеуі Анкинович Степан Герасимовичтің педагогикалық және өндірістік аспектілері қосымша егжей-тегжейлі ашылған.

Негізгі сөздер: өмірбаяны, педагогикалық қызметі, өндірістік қызметі, ғылыми-зерттеу жұмыстары, геологияға қосқан үлесі.

Mineralogical school of Ekaterina Alexandrovna Ankinovich

A. Tursunov, M. Kokkuzova

Abstract. The purpose of this article is to consider the life and work of a prominent mineralogist and doctor of geological and mineralogical sciences Ekaterina Alexandrovna Ankinovich. The article provides an analysis of her research work and contribution to the scientific mineralogy of Kazakhstan. Also, the article additionally reveals in detail the pedagogical and production aspects of not only her career, but also her husband Ankinovich Stepan Gerasimovich, who was also considered a major scientist and made a significant contribution to the geological industry of Kazakhstan.

Keywords: biography, pedagogical activity, industrial activity, research work, contribution to geology.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВАРВАРИНСКОЕ

*С.М. Шукманов, Г.М. Омарова 

Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

S.Shukmanov@stud.satbayev.university

Аннотация. В основу данной работы были положены опыт и материалы, накопленные в результате работы на предприятии АО «Варваринское». В статье дана краткая характеристика геологической особенности строения месторождения Варваринское для дальнейшего исследования и выделения наиболее перспективных участков исследования. Для условного подсчета запасов (для студента) на месторождении была проведена геологическая разведка рудного тела №7, в ходе которой было установлено, что данный участок является рентабельным, при выборе рационального способа добычи, его транспортировки и переработки. Рудное тело 7 представлено СНСМ (скальная с низким содержанием меди) и ПНСМ (порошковая с низким содержанием меди) породами, и в дальнейшем можно предложить добычу меди в качестве попутного металла на данном месторождении.

Ключевые слова: месторождение, рудная минерализация, подсчет запасов, золото.

Варваринское золоторудное месторождение расположено на границе Республики Казахстан и Российской Федерации, в Костанайской области. Территория относится к Тургайскому плато.

Рудная минерализация впервые была обнаружена в 1936 году. В районе реки Аят в штучных пробах где было установлены содержания золота до 16 грамм на тонну, меди – 0.9 %, и серебра – 1.6 грамм на тонну.

Отработка месторождения началось с 2007 года, предприятием АО «Варваринское»

Геологическое строение района

Варваринское месторождение располагается в Зауральском поднятии в радиусе Октябрьско-Денисовского антиклинория.

Данный антиклинорий – является сложной блоковой структурой, которая ограничена Тобольским и Ливановскими разломами глубинного заложения. Они прослеживаются в меридиональном направлении на 900 км на расстояние до 60 км друг от друга.

Представлена породами девонской, карбоновой, триасовой, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем (Рисунок 1).

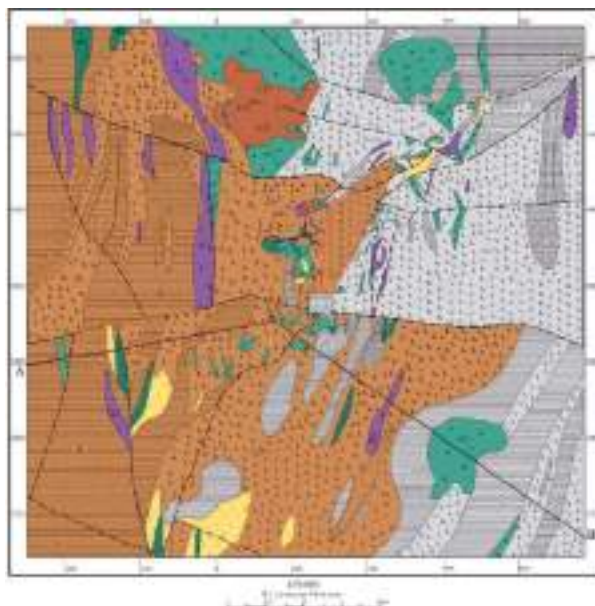


Рисунок 1- Геологическая карта района

Девонские отложения сложены базальтами и их порфировыми разностями. Каменноугольные отложения представлены базальтами, полимиктовыми песчаниками, алевролитами, конгломератами и известняками. Триасовые отложения сложены корами выветривания. Меловые отложения представлены пестроцветными глинами с прослоями бокситов, серыми и железистыми песчаниками и глин с растительным детритом. Палеогеновые отложения сложены глауконит-кварцевыми песками, песчаниками, опоками и серыми глинами. Неогеновые отложения сложены гравелистыми песками, гравийниками, желтовато-серыми разнотерными песками. Четвертичные отложения сложены чаще всего суглинками и супесями.

Тектоника

На территории объекта участвуют дислоцированные породы палеозойского фундамента, а также перекрывающие образования мезозой-кайнозоя.

Палеозойский фундамент подразделяется на каледонский и герцинский структурные этажи. Складчатые структуры I и II порядка представлены грабен- и брахиструктурами III и IV порядка.

Огромную роль в структуре фундамента играют тектонические нарушения.

В восточной части объекта в субмеридиональном направлении протягивается региональный Ливановский разлом, который разделяет Октябрьско-Денисовский антиклинорий и Валерьяновский вулканоплутонический пояс.

В триас-нижнемеловое время район представлял собой денудационную равнину, где формировалась кора выветривания.

Магматизм

Интрузивные породы данного района представлены ультраосновными, габбровыми и диорит-гранодиоритовыми комплексами.

Ультраосновной комплекс сложен из серпентинитовых тел небольших размеров. Форма тела – линзовидно-вытянутая или пластообразная. Мощность от 1-100 метров.

Для центральной и восточной части месторождения характерны интрузивные тела с формой лакколитов. Их форма удлиненная, могут достигать 600 метров по простиранию и до 110 метров по ширине.

Из особенностей, здесь происходило внедрение даек в дайки. Отличительной чертой является большое количество вкрапленников. Очень часто в пределах комплекса отмечаются кварц-сульфидные прожилки. Минерализация представлена в виде золота, меди, серебра, серы и висмута.

Метаморфические и гидротермально-метасоматические породы

На месторождении присутствуют измененные породы, метаморфизация которых происходила благодаря региональному метаморфическому и гидротермальному околотрещинному преобразованиям [3].

Существует два этапа последовательности преобразования.

1. Ранний – дидиоритовый
2. Поздний – последиоритовый.

К ранним преобразованиям относится гидротермальные изменения известняков, которые связаны с формированием медно-колчедановых массивов, а также их последующего метаморфизма.

Методика работ

Для условного подсчета запасов (для студента) на месторождении была проведена геологическая разведка рудного тела №7. Рудное тело представлено в виде жилы.

Была проведена разведочная сеть по инструкции ГКЗ [4] (таблица 1).

Таблица 1- Разведочная сеть методом непрерывного прослеживания

Группа мест-ия	Характеристика рудного тела	Вид горных выработок	Расстояние между выработками для категорий			
			С1		С2	
З	Средние и крупные сложно построенные жильные залежи с содержанием золота	Скважины, Рассечки, Штреки.	По простиранию	По падению	По простиранию	По падению
			60	40	120	80
			Непрерывное прослеживание			

Геофизические работы проводились с целью оконтуривания площади распространения полезного компонента и выявления его качества, составления геологических разрезов, увеличение эффективности геологоразведочных работ за счет уменьшения объемов буровых и горных работ.

Электрокаротаж производился с целью расчленения литологических границ, с помощью метода удельного сопротивления ρ_k всех пород, распространенных на участке.

Горнопроходческие работы. Целью является оконтуривание рудного тела, определение мощностей, изучение геологического строения, условий залегания.

Данная работа необходима для определения вещественного состава и обеспечения отбора технологических проб. В итоге пройдены: 36 п.м. шурфов, 356 п.м. штреков и 114 п.м.рассечек.

Разведочное бурение проводилось с целью детального изучения характера минерализации, установления изменчивости контактов и мощности рудного тела, отбора керновых проб для различных видов анализа, а также проведения литогеохимических исследований скважин.

Подсчет запасов проводился методом геологических блоков [1;2;5]. В подсчете запасов принимали участие горные выработки и 17 скважин колонкового бурения. Результаты подсчета запасов показаны в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты подсчёта запасов руды и металла методом геологических блоков

№ блока	Площадь м ²	Средняя мощность м	Объем рудного тела, м ³	Объемный вес т/ м ³	Запасы руды т	Среднее содержание, г/т Au	Запасы металла, кг Au
Бл. I, С ₁ (окисленные руды)	14400	7,34	105 696	2,15	227 246	1,293	293,8
Бл. II, С ₁ (сульфидные руды)	26640	8,88	236 563	2,9	686 032	1,292	886,3
Бл. III, С ₂	8040	9,72	39 074	2,95	115 268	1,29	149,1

Выводы. Таким образом, в ходе проведения детальной разведки по месторождению Варваринское, а именно по рудному телу №7, было доказано, что данный участок является рентабельным, при выборе рационального способа добычи, его транспортировки и переработки. В частности здесь представлены СНСМ (скальная с низким содержанием меди)

и ПНСМ (порошковая с низким содержанием меди) породы, и в дальнейшем мы можем предложить добычу меди в качестве попутного металла на данном месторождении.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов М. «Подсчёт запасов месторождений полезных ископаемых». Москва 1960. - 672 стр.
2. Красулин В.С. «Справочник техника-геолога». М.: Недра, 1985, с. 287
3. Якжин А.А. «Опробование и подсчёт запасов твёрдых полезных ископаемых». М., Госгеолтехиздат, 1954 г., 296 стр.
4. Инструкция ГКЗ по применению классификации запасов твёрдых полезных ископаемых 1983-1984
5. Коган И.Д. «Подсчёт запасов и геолого-промышленная оценка рудных месторождений». М.: "Недра". - 1974 г. - 304 с.

Варвара алтын кен орнының геологиялық құрылымы және геологиялық барлаудың әдістемесі

С. Шукманов, Г.М. Омарова

Андатпа. Бұл жұмыс «Варваринское» кәсіпорнындағы жұмыс нәтижесінде жинақталған тәжірибе мен материалдарға негізделген. Мақалада Варваринское кен орнының құрылымының геологиялық ерекшеліктерін әрі қарай зерттеу және зерттеудің перспективалық бағыттарын анықтау үшін қысқаша сипаттама берілген.

Қорларды шартты түрде есептеу үшін (студент үшін) кен орнында №7 кен денесіне геологиялық зерттеу жүргізілді, оның барысында бұл учаскенің ұтымды екені анықталды егер өндіру, тасымалдау және өңдеу әдістері тиімді таңдалған жағдайда. 7-кенді дене тасты төмен мыс сорты және ұнтақты төмен мыс сорты жыныстарымен ұсынылған және осы кен орнының қосымша өнімі ретінде одан әрі мыс өндіруді ұсынуға болады.

Негізгі сөздер: кен орны, кеннің минералдануы, қорларды есептеу, алтын.

Geological structure and methodology for exploration of the Varvarinskoye gold deposit Shukmanov, G.M. Omarova

Annotation. This work was based on the experience and materials accumulated as a result of work at the JSC Varvarinskoye enterprise. The article gives a brief description of the geological features of the structure of the Varvarinskoye deposit for further research and the identification of the most promising areas for research.

For a conditional calculation of reserves (for a student), a geological survey of ore body No. 7 was carried out at the deposit, during which it was found that this site is profitable, if a rational method of extraction, its transportation and processing is chosen. Orebody 7 is represented by rocky low copper grade and powdered low copper grade rocks, and further copper mining can be proposed as a associated metal from this deposit.

Key words: deposit, ore mineralization, reserves calculation, gold.

ПОЛИФОРМАЦИОННОСТЬ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЛЫКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Ф.Б.Каримова[✉], Д.И.Джуманиязов

Институт геологии и геофизики им.Х.М.Абдуллаева, Узбекистан, г.Ташкент

*E-mail: karimova.ingeo@mail.ru;

Аннотация. В статье рассматривается полиформационность медно-молибденовых месторождений Алмалыкского рудного района. Формирование их связывается с малыми порфировыми интрузиями диоритов и главным образом монцодиоритов, монцонитов и гранитов. Высокая рудонасыщенность этой площади связана с её положением в узле пересечения тектонических структур глубокого заложения. Приводятся новые представления, которые привели к расширению иерархии возрастных подразделений образования месторождений. Помимо этапов и стадий минералообразования, многими исследователями выделяются рудоносные эпохи, соответствующие более длительным периодам предистории, - собственно формирование, преобразование и сохранение месторождений. В настоящее время проведенными исследованиями на месторождениях Алмалыка установлено широкое развитие монцонитов и монцодиоритов, содержащих богатые медные руды. Интрузивы исследуемых месторождений представляются как апофизные и краевые части тел (штоков) с наиболее высокой щелочностью, резким преобладанием калия над натрием и низкой фемичностью.

Ключевые слова: медно-молибденовые месторождения, малые интрузии, золото, серебро, жильные образования.

Алмалыкский район расположен в Срединном Тянь-Шане, в структурах Бельтау-Кураминского вулcano-плутонического пояса. Высокая рудонасыщенность этой площади связана с её положением в узле пересечения тектонических структур глубокого заложения [1]. Основополагающими критериями формирования Большого Алмалыка являются длительность и многостадийность [2, 3]. Новые представления привели к расширению иерархии возрастных подразделений образования месторождений. Помимо этапов и стадий минералообразования, многими исследователями выделяются рудоносные эпохи, соответствующие более длительным периодам предистории, - собственно формирование, преобразование и сохранение месторождений.

В контурах карьера и вне его, в зоне контакта карбонатных пород с сиенодиоритами, были выявлены скарново-полиметаллические, а также полисульфидные штокверковые и жильные образования различной мощности (от 10 см до 2 м и более), которые приурочены к разрывным структурам с кварц-пирит-халькопиритовой, кварц-галенит-сфалерит-блеклорудной, кварц-кальцит-барит-сфалерит-галенит-блеклорудной минерализацией. Все жилы – золото и сереброносны, наложены на собственно медно-порфировые рудные тела [5], однако за их пределами подобные скарновые и жильные образования приобретают иную формационную принадлежность.

В настоящее время проведенными исследованиями на месторождениях Алмалыка установлено широкое развитие монцонитов и монцодиоритов, содержащих богатые медные руды. На глубине от 580 м до 1867 м вскрыты гранодиорит-порфиры и кварцевые монцонит-порфиры, далее до 2984 м наблюдаются кварцевые монцониты. Интрузивы исследуемых месторождений представляются [3, 4] как апофизные и краевые части тел (штоков) с наиболее высокой щелочностью, резким преобладанием калия над натрием и низкой фемичностью.

Малые интрузии образуют гипабиссальные интрузивы центрального типа, некки, силлы, дайки и совместно с покровами эффузивов слагают единые воронкообразные вулcano-плутоны. Формирование малых интрузий происходило в течение пермского периода при постороженном режиме развития Чаткало-Кураминского региона. Они характеризуются одинаковыми первичными отношениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0,705$, близостью состава, комагматичностью и вариациями главных петрогенных окислов в образованиях различных фаций: от интрузивов к покровам несколько возрастает содержание SiO_2 , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , CO_2 ; снижается – CaO , MgO , MnO , Fe_2O_3 и FeO ; повышается количество нормативного

ортотлаза, альбита, кварца, апатита и убывает содержание анортита и магнетита. Это в общих чертах отражает накопление кремнезема, щелочей и летучих компонентов в головных частях, а фемических компонентов на более нижних уровнях магматических очагов и промежуточных камер. Отличительной особенностью малых интрузий является присутствие в породах первых фаз 4-17% нормативных фельдшпатоидов, что указывает на соответствие их субщелочному и щелочному ряду пород.

Месторождение Кальмакыр расположено в 3 км восточнее г. Алмалыка, на территории Пскентского района Ташкентской области, в междуречье нижнего течения саев Алмалык и Накпай. Месторождение расположено на левобережье р.Алмалык и протягивается на расстояние около 4 км на площади около 7 кв. км, включая участки Малый Кальмакыр, Большой Кальмакыр, Акчеку и Джанибек. Следует отметить, что оно находится в весьма благоприятных географо-экономических условиях. Месторождение сложено в основном интрузивными породами. Отдельные останцы кровли и ксенолиты в них представлены кварцевыми порфирами нижнедевонского и известняками верхнедевонского возраста. Интрузивные породы принадлежат к крупному Алмалыкскому сиенито-диоритовому массиву, простирающемуся далеко за пределы месторождения. Практически все промышленное оруденение сосредоточено в сиенито-диоритах, относимых ко второй фазе Алмалыкского массива. Они представляют собой крупно- и среднезернистые породы зеленовато-серого цвета гипидиоморфнозернистой структуры с массивной или неясно выраженной порфировидной текстурой. Их состав: плагиоклазы (от № 30 до 40) 45– 50%, калиевый полевой шпат 25 – 30%, биотит, реже роговая обманка около 20%, кварц 2–3%, акцессорные минералы – апатит, магнетит, циркон, ильменит, турмалин, рутил и др. около 1%. Все магматические породы изменены гидротермальными процессами: хлоритизированы, серицитизированы, биотитизированы, насыщены ортоклазом. Рудное тело месторождения Кальмакыр представляет собой штокверк, по форме напоминающий гигантский опрокинутый конус, несколько удлиненный в северо-западном направлении, с практически безрудной внутренней частью, сложенной гранодиорит-порфирами. Границы штокверка определяются только по данным опробования. Вертикальный размах оруденения измеряется сотнями метров. На глубине рудное тело разбивается на отдельные «языки» и выклинивается. Однако скважины, пройденные до глубины 800 м, полностью безрудных пород не достигли. Наиболее богатые руды на каждом горизонте располагаются непосредственно вблизи «безрудного ядра». По мере движения к периферии они сменяются кольцевыми полями более бедных руд. Оруденение локализуется в сети трещин, заполненных прожилками кварца, реже кальцита или ангидрита, содержащими обычно крупные выделения рудных минералов: пирита, халькопирита, пирротина, блеклых руд, халькозина, молибденита и др. Мощность прожилков варьирует от долей миллиметра до 3–4 см, а длина – от нескольких до десятков сантиметров. Среди медных минералов зоны окисления главную роль играет малахит. На отдельных участках в рудах содержалось значительное количество хризоколлы, бирюзы и др. Зона вторичного сульфидного обогащения (халькозиновая) на месторождении развита слабо. Ее главные рудные минералы - халькозин и ковеллин; кроме того, присутствуют пирит, магнетит, молибденит, халькопирит, гематит, в небольших количествах галенит, сфалерит, золото. Зона первичных руд содержит основную массу запасов месторождения [6]. Главные рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, магнетитом, молибденитом; в небольших количествах присутствуют галенит, сфалерит, золото, антимонит. Основную промышленную ценность представляет халькопирит. Молибденит образует мономинеральные прожилки, встречается в виде крупных «розеток» и мелкой вкрапленности в сильно окварцованных участках, в прожилках и жилах совместно с халькопиритом и магнетитом. Молибденит содержит постоянную примесь рения.

По обработке собранных материалов по нескольким методам анализов можно сказать следующее: содержание золота и серебра на медно-молибденовых месторождениях значительно высоки, особенно в породах Кальмакыра. Все это доказывается масс-

спектрометрическими (ICP-MS-7500 Series Filent Technologies (Япония)) и пробирными результатами и отражены на диаграммах (табл.1, рис. 1, 2).

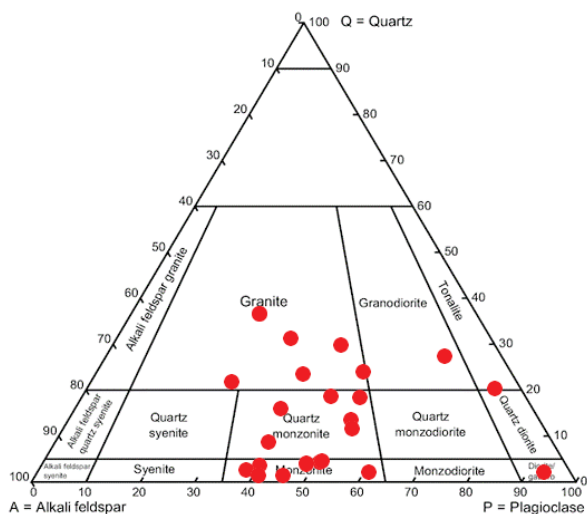


Рис.1. Классификационная диаграмма модального состава пород апикальной части Алмалыкского массива месторождения Кальмакыр (по материалам А.В.Покровского, 1958).

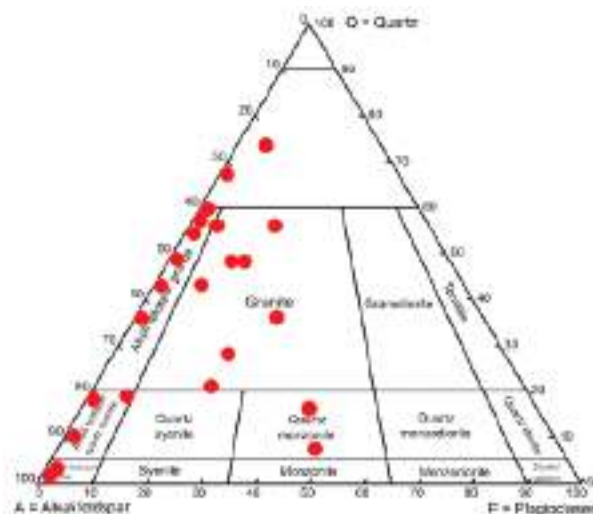


Рис.2. Классификационная диаграмма нормативного состава пород вскрыши дна карьера месторождения Кальмакыр (по материалам авторов, абс.отм.670-680 м).

Согласно определениям на масс-спектрометре нижние оруденелые уровни месторождения Кальмакыр, вне зависимости от типа пород, обогащены K, Cu, Mo, W, Sn, Pb, Re, Yb, Au, Ag, As, Sb, Se, Te, Pt, Tl, Hf, Cr и В.

Невысокие содержания элементов группы железа могут говорить о том, что изучаемые нами породы являются более кремнистыми, но так как значения титана понижены, процесс рудообразования не является гипогенным, так же не относится и к зоне гипергенеза, а повышенные содержания хрома и кобальта указывают на глубинный источник магм.

Содержания благородных элементов в породах достигают промышленных значений. Платина имеет условное значение, так как получены неточные данные анализа, без указания конкретного содержания в породе (со знаком <). Содержания серебра в некоторых образцах достигают до 33-42 г/т, иногда до 83 г/т. Золота – 1-5,7 г/т, редко достигают отметки 11,76 г/т.

По сумме редкоземельных элементов значения во всех образцах достигают промышленных значений. Их сумма в исследуемых породах колеблется от 11 г/т до 176 г/т и достигают 271,7, 407,6 и 643,2 г/т.

По петрохимическим методам можно заключить, что изучаемые нами породы в большинстве своем отнесены к породам ультраосновного, основного, среднего и кислого составов высококалиевой известково-щелочной серии, высокоглиноземистые. Породы содержат повышенные содержания щелочей и, следовательно, являются железистыми (железистость минералов с повышением щелочности среды возрастает). Коэффициент железистости характеризует степень дифференциации магмы при становлении горных пород (в образцах колеблется в широком диапазоне: 5,3-40). Коэффициент магнезиальности (0,01-0,4) в определенном смысле обратен коэффициенту фракционирования.

По распределению РЗЭ породы характеризуются значительным обогащением легкими лантаноидами относительно тяжелых при отсутствии выраженных европиевых аномалий.

Под микроскопом в образцах определены рудные минералы: пирит, арсенопирит, халькопирит и сфалерит.

В связи с вышеизложенным, мы предполагаем возможную потенциальную металлогеническую специализацию Кальмакыра на благородные металлы. В породах Кальмакыра содержание золота и серебра имеют промышленные значения, что послужит восполнению и обогащению минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан. Во всех

горных породах медно-молибденового месторождения Кальмакыр, даже среди подобных месторождений в мире, является одним из уникальных по своим масштабам, очень высокому содержанию следующих элементов: Cu, Se, Mo, Ag, Te, Re, Pt, Au, Bi.

Медно-молибденовые месторождения Алмалыкского рудного района являются полихронными и полиформационными. Формирование их связывается с малыми интрузиями диоритов и главным образом монцодиоритов и монцонитов. Представляется возможная связь оруденения золота, серебра и платиноидов с плутоническими дайковыми образованиями [8].

Таблица 1.

Химический, нормативный составы (в вес. %) и петрохимические коэффициенты пород месторождения Кальмакыр

№	№ обр.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ппп	Сумма
1	КЦ-57	41,6	0,2	24,9	12,3	5,5	0,1	5,1	5,5	0,9	3,6	0,1	2,3	99,8
2	КЦ-04	45,7	0,2	16,2	18,3	8,2	-	2,0	1,2	1,2	5,8	0,5	1,22	99,3
3	КЦ-129	44,5	0,1	9,1	24,6	11,1	-	1,2	0,4	0,4	7,7	0,5	0,86	99,6
4	КЦ-07	51,7	0,1	5,3	27,2	12,2	0,2	0,6	0,2	0,3	2,0	0,1	0,74	99,9
5	КЦ-70	49,4	0,2	7,9	23,4	10,5	-	0,5	0,2	0,4	7,0	0,2	4,58	99,7
6	КЦ-08	49,9	0,5	22,7	9,1	4,1	-	3,6	2,4	2,2	4,6	0,5	0,68	99,6
7	КЦ-02	52,8	0,1	7,9	22,6	10,2	0,1	0,6	0,7	1,1	2,9	0,5	1,4	99,5
8	КЦ-56	52,8	0,1	9,1	17,2	7,7	-	0,9	0,2	1,6	9,6	0,3	0,2	99,5
9	КЦ-01	53,6	0,2	6,8	17,2	7,7	0,1	0,7	0,5	5,7	7,0	0,3	0,74	99,8
10	КЦ-101	57,0	0,3	17,4	4,0	1,8	0,1	1,7	1,4	6,7	9,2	0,3	0,4	99,9
11	КЦ-127	58,5	0,1	9,1	13,2	5,9	-	1,1	0,5	0,3	9,6	0,8	4,92	99,1
12	КЦ-19	60,0	0,1	8,3	16,0	7,2	-	0,8	0,5	0,6	6,0	0,2	0,77	99,7
13	КЦ-74	62,4	0,1	9,1	14,9	6,7	0,2	1,0	0,4	0,3	4,6	0,2	8,1	99,9
14	КЦ-121	59,0	0,2	12,1	9,4	4,2	0,1	1,5	1,7	0,5	10,1	0,5	1,42	99,3
15	КЦ-120	60,7	0,1	7,6	12,3	5,5	0,1	1,0	0,5	1,6	10,4	0,2	2,02	100
16	КЦ-53	63,8	0,2	10,6	8,9	4,0	0,2	1,7	0,7	0,6	8,4	0,5	0,48	99,6
17	КЦ-105	63,9	0,2	15,1	2,9	1,3	0,1	0,8	2,8	3	9,4	0,3	1,25	99,8
18	КЦ-22	63,4	0,2	12,5	8,0	3,6	0,1	1,3	2,0	1,2	7,2	0,3	1,84	99,8
19	КЦ-123	63,8	0,1	6,0	11,7	5,3	0,1	0,9	0,4	0,6	10,6	0,2	0,64	99,7
20	КЦ-05	64,3	0,1	9,8	11,2	5,0	0,1	1,2	0,4	2,4	5,1	0,2	0,78	99,8
21	КЦ-113	63,9	0,3	6,8	12,6	5,7	0,1	1,2	0,7	0,3	7,2	0,7	1,02	99,5
22	КЦ-26	70,4	0,2	11,3	5,7	2,6	0,1	2,0	1,2	0,6	5,3	0,3	0,88	99,7
23	КЦ-20	71,0	0,2	8,3	5,1	2,3	0,1	1,2	0,8	2,7	7,9	0,2	0,27	99,8
24	КЦ-27	71,7	0,1	7,9	5,1	2,3	0,1	0,7	0,9	0,8	10,1	0,1	0,71	99,8
25	КЦ-67	72,9	0,2	6,0	5,4	2,4	-	0,5	0,3	0,9	9,9	0,6	1,1	99,1
26	КЦ-118	75,5	0,2	6,0	3,4	1,5	-	0,9	0,8	0,4	10,6	0,4	0,9	99,7
27	КЦ-06	76,5	0,1	7,6	3,7	1,7	-	0,6	0,5	3,5	5,1	0,4	3,2	99,7
28	КЦ-24	77,5	0,1	6,0	5,1	2,3	-	0,8	0,3	0,5	7,0	0,2	2,7	99,8
29	КЦ-18	78,5	0,1	4,5	4,3	1,9	0,1	0,6	0,4	0,8	8,4	0,2	1,6	99,8

Примечание. 1-3-кварцевое габбро; 4-габбро; 5-6-монцодиорит; 7-габбродиорит; 8-9-кварцевый монцодиорит; 10-кварцевый сиенит; 11-12-монцонит; 13-диорит; 14-17-сиенит; 18-21-кварцевый монцонит; 22-гранодиорит; 23-29-гранит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голованов И.М., Николаева Е.Н., Кажихин М.А. Комплексная прогнозно-поисковая модель медно-порфировой формации. – Т.: Фан. 1988. – 203 с.
2. Турсебеков А.Х., Ахунджанов Р., Игнатилов Е.Н., Сайдыганиев С.С. О полиформационности медно-молибденового месторождения Кальмакыр (Алмалыкский рудный район, Республика Узбекистан) // Узб. геол. журн. 1993, №6. – С.33-44.
3. Ахунджанов Р., Турсебеков А.Х. Связь скарново-полиметаллических медно-молибденовых месторождений Карамазара с интрузиями (Кураминские горы) // Узб. геол. журн. 1985. №3. – С. 6-9.
4. Ахунджанов Р., Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И. Рудоносные монзонитоиды медно-молибденового месторождения Ёшлик (Дальнее) Алмалыкского района (Республика Узбекистан) // Геология и минеральные ресурсы. – 2021, №3. – С. 43-48.
5. Головин А.Ф., Турсебеков А.Х., Балакин В.В. Новый золото-серебряный полиметаллический жильный тип минерализации в медно-порфировых месторождениях (УзССР) // Зап. Узб. ВМО. 1981. Вып. 34. С. 182-186.
6. Турсебеков А.Х., Головин А.Ф., Балакин В.В., Исмаилов М.А. Бирюза и ее минеральные парагенезисы в медно-порфировом месторождении Кальмакыр (Алмалыкское рудное поле, Узбекская ССР) // Зап. Узб. отд. ВМО. 1979. Вып. 32. стр. 64-69
7. Справочник по геохимии / Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г. М.: Недра. 1990. – 480 с.
8. Каримова Ф.Б. Плутонические дайки золото-серебряных месторождений Алмалык-Ангренского района. Т.: «Lesson Press». 2020. – 113 с.

Алмалык кен ауданының мыс-молибден кен орындарының полимерлілігі

Ф. Б. Каримова^{id}, Д. И. Джуманиязов^{id}

Андатпа. Мақалада Алмалык кен ауданының мыс-молибден кен орындарының полиформациясы қарастырылады. Олардың қалыптасуы диориттердің кіші порфир интрузияларымен және негізінен монцодиориттермен, монзониттермен және граниттермен байланысты. Бұл аймақтың жоғары кен қанықтылығы оның терең түзілудің тектоникалық құрылымдарының қиылысу түйініндегі орналасуымен байланысты. Жаңа идеялар кен орындарын құрудың жас бөлімшелерінің иерархиясын кеңейтуге әкелді. Минералдың қалыптасу кезеңдері мен кезеңдерінен басқа, көптеген зерттеушілер Тарихқа дейінгі ұзақ кезеңдерге сәйкес келетін кен дәуірлерін - кен орындарының нақты қалыптасуы, қайта құрылуы және сақталуын ажыратады. Қазіргі уақытта Алмалы кен орындарында жүргізілген зерттеулер құрамында бай мыс кендері бар монзониттер мен монцодиориттердің кең дамуын анықтады. Зерттелетін кен орындарының интрузивтері сілтілігі неғұрлым жоғары, калий натрийден күрт басым және фемизмі төмен денелердің (штоктардың) апофизикалық және шеткі бөліктері ретінде ұсынылады.

Негізгі сөздер: мыс-молибден кен орындары, кіші интрузиялар, алтын, күміс, талшықты түзілімдер.

Polyformativeness of copper-molybdenum deposits of Almalyk ore district

F.B.Karimova^{id}, D.I.Dzhumaniyazov^{id}

Abstract. The article considers the polyformativeness of copper-molybdenum deposits of Almalyk ore district. Their formation is associated with small porphyry intrusions of diorites and mainly monzodiorites, monzonites and granites. The high ore saturation of this area is associated with its position at the intersection of deep-laid tectonic structures. New ideas are given that led to the expansion of the hierarchy of age divisions of the formation of deposits. In addition to the stages and stages of mineral formation, many researchers distinguish ore-bearing epochs corresponding to longer periods of prehistory - the actual formation, transformation and preservation of deposits. Currently, studies conducted at Almalyk deposits have established the widespread development of monzonites and monzodiorites containing rich copper ores. Intrusions of the studied deposits are represented as apophysical and marginal parts of bodies (rods) with the highest alkalinity, a sharp predominance of potassium over sodium and low femicity.

Keywords: copper-molybdenum deposits, small intrusions, gold, silver, vein formations.

«ЖЕР СІЛКІНІСІ ЖӘНЕ СЕЙСМОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРДІ ШЕШУ ЖОЛДАРЫ. ТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ»

Асар Ж.Б. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

tubessaya04@gmail.com

Аннотация. Баяндамада 2011 жылғы 1 мамырдағы жер сілкінісінің негізгі соққысын және қазіргі Алматының жер сілкіну параметрлері мен мәселелері қарастырылған. Ошақтың кеңістіктік сипаттамалары, механизмі, зілзала кезіндегі ахуалды мәселелерді қозғай отыра, экология және сейсмология қызметінің заңдылықтары зерттелді. Жер сілкіну кезіндегі сақтық шараларын алдын алу алға тартылды.

Міндеттері:

1. Жер сілкінісі туралы ақпарат білу;
2. Сейсмикалық әсер ету күшін анықтау;
3. Белсенді сейсмикалық қорғаныс жүйелерін білу.

Еліміздің оңтүстік және оңтүстік-шығыс өңірлерінің жергілікті тұрғындары үшін жер дүмпулері және олардан туындайтын құбылыстар (селдер, көшкіндер, опырылу, бөгеттердің құлауы, химиялық жарылыстар, өрт қаупі, ірі кәсіпорындардағы авариялар және т.б.) қауіп төндіреді. Мемлекеттің басты мақсаты құрылыстардың сейсмикалық тұрақтылығын бағалау, жер дүмпулерін алдын алуды күшейту, халықты және сарапшыларды ықтимал жер сілкіністеріне дайындық ережелеріне үйрету назарға алынуы керек.

Негізгі сөздер: Зілзала, Сейсмологиялық карта, ғимарат, сейсмикалық төзімділік, қауіпсіздік.

Жалпы жер сілкінісі жер қойнауында қалыптасады. Жер асты күштері әсерінен Жердің беткі қабатының тербелісі жер сілкінісі деп аталады. Геологиялық өзгерістер, ақаулар және жылжулар сияқты кейбір өзгерістер жер сілкіністеріне әкеледі. Мұндай қозғалыстар орын алатын аймақ жер сілкінісінің эпицентрі деп аталады. Жер сілкінісі эпицентрінің бетіндегі нүкте қауіпті әрі тұрғылықты жерге жатпайды.

Еліміздің оңтүстік және оңтүстік-шығыс өңірлері сейсмикалық апаттарға бейім болып келеді. Сонын ішіндегі ең ірі мегаполисіміз -Алматы.

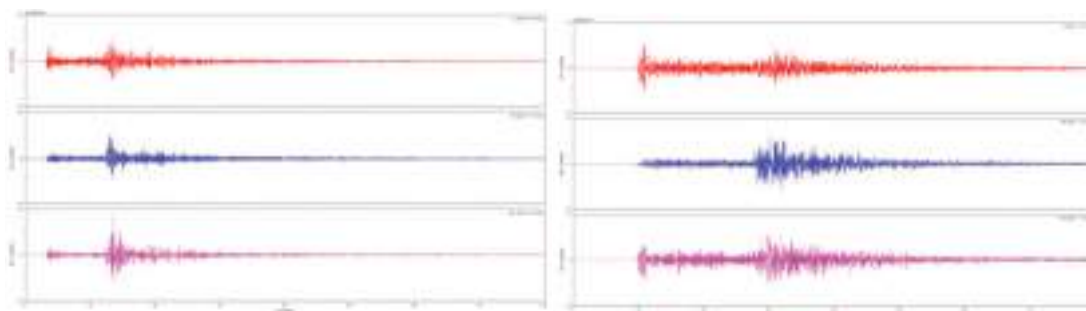
Алматы таулы аймақта орналасқан еліміздің ең сейсмикалық қауіпті қаласы саналады. Қалада жылына 300-ден астам ірілі ұсақты жер сілкіністері тіркелген. Соңғы жылдары қаланың ауданы біршама есе өсті және ғимарат құрылысының беріктігін анықтау қиын болды. Сонымен қатар, 2016 жылы жасалған қаланың соңғы сейсмикалық картасы қазіргі заманғы талаптарға сәйкес келмеді. Сондықтан Алматының сейсмикалық зондылаудың Жаңа картасы жасалды. Жаңа карта негізінде қазіргі таңда сейсмологиялық аймақтарды анықтау, жер сілкінісін алдын алу, тұрғындарды уақытынан бұрын эвакуациялау жұмыстарын жоспарлауға мүмкіндік беріп отыр. Десекте Апат айтып келмейді. Кез келген сәтте қаланың тыныш тіршілігін бұзу мүмкін.

Баяндамада өткен, қазіргі және болашақ жер сілкіну қаупін талқылап, зерттеу жұмыстарын жүргізіп, ұсыныстар келтірген болатынын.

Еліміздің Сейсмологтары жер сілкінісі кезіндегі ең маңызды мәселелердің шешілмегеніне алаңдаса, экологтарегер апаттық жағдай орын алса, мұның соңы қиын болатының ескертіп отыр. Себебі, экологиялық ортаны сақтау мақсатында қаланың маңызды жоспарына сәйкес қала маңынан алшақ орналастыратын біршама өндірістік нысандар қатары бар. Сонымен қоса, жақын маңдағы тау массивтерінде көшкін қаупін тудыратын құрылыс нысандарында жұмыстар қарқынды деңгейде жүріп жатыр. Нақтырақ, көптеген жылдар бойы жер сілкінісі Үлкен Алматы, Медеу ауданында, Турген, Ақсай шатқалдарында орын алып келді. Ендігі кезекте қатерді алдын алу үшін жұмыстар жасалмаса табиғи апаттан қорғану қиынға түсетіні анық. Тарих беттеріне үнілетін болсақ Алматымыз осы уақытқа дейін зілзала әсерінен 2 рет қирап қайта тұрғызылды. Ең соңғы апатты кезең Алматы қаласында 2011 жылы мамырда тіркелген болатын. Нақтырақ дәлелдерден келтіретін болсақ;

2011 жылғы 1 мамырда жергілікті уақыт бойынша сағат 08: 31 – де Алматы қаласының тұрғындары жер сілкінісін сезді, оның қарқындылығы 4-5 баллды құрады. Бұл жер сілкінісін халықтың көпшілігі сезді. Мұндай зілзала соңғы рет қала аумағында үш жыл бұрын атап өтілген.(нақты деректер базасы жоқ). 1 мамырдағы жер сілкінісінің ерекшелігі, қарқындылықтың бірнеше рет қайталануы болды, бұл, әрине, адамдардың алаңдаушылығын арттырды. Сонымен, бірінші соққыдан 34 минуттан кейін тербелістер 2 – 3 балл қарқындылығымен, алты сағаттан кейін 3 – 4 балл қарқындылығымен қайталанды. 1 мамырда кешке тұрғындар жер сілкінісінен кем дегенде 6 рет тербелісті сезді.

Айта кетейік, 1 мамырдағы жер сілкінісі, жаһандық сейсмология стандарттары бойынша оның аз күшіне қарамастан, әлемдік деректер орталықтарында да ерекше назар аударылды, бұл Қазақстанның ең ірі мегаполисі Алматы қаласына жақын болуымен түсіндіріледі. Сонымен, Еуропалық Жерорта теңізі деректер орталығында оған осы орталықтың веб-сайтында ұсынылған арнайы есеп арналды.



Қала тұрғындарын болып жатқан оқиғалар туралы кез-келген ақпарат қатты алаңдатты. Осы тәулікте Алматы тұрғындарының веб-сайтқа кіруі рекордтық деңгейде болды және ондаған мыңға жетті. Алайда дүрбелеңнен құтылу мүмкін болмады. Түн ортасынан кейін теледидардан Төтенше жағдайлар министрлігі мен ҚР сейсмология институтының өкілдері адамдарды сендіріп, үйлеріне қайтарды. Осы кезеңде елімізде апаттан сақтану шаралары жеткілікті дәрежеде болмады. Апат салдарынан адам шығыны болмады, десек те кимараттардың опырылуына, экологиялық пунктердің жойылуына әкеліп соқты.

Жер сілкінісін зерттеу орындары тіпті арнайы заң қабылдауды ұсынды. Дегенмен, сарапшылар заң күшін қолданбай ақ өз бетімізбен қолданыстағы ережелерді сақтау керек деді. Арада бірнеше жыл өтті, ал сейсмология саласы - Екінші деңгейдегі проблемалардың бірі болып қала берді. Осы ұсыныстардың орындалмау әсерінен Ағымдағы жылдың, Сәуір айының бірінші жұлдызында Алматы уақыты бойынша 15 сағат 34 минутта Қазақстан Республикасы Төтенше жағдайлар министрлігі ЖШС сейсмикалық стансалар желісінде жер сілкінісі тіркелді. Жер сілкінісінің ошағы Алматыдан шығысқа қарай 253 шақырым жерде Қазақстан аумағында орналасқан. Жер сілкінісінің энергетикалық класы 8.9. Магнитудасы $M_{PV} 4.1$. Тереңдігі 35 км. MSK-64 шкаласы бойынша ақпарат жоқ. Бұл тек жер қойнауының адамзатқа берген ескертуі деп қабылдаймын. Таулы аймақты мекен етушілерге бұл жағдай бей жай қарайтын дүние емес. Алдағы уақытта да қорғаныс, алдын алу жұмыстары жүргізілмесе, адам шығынына да алып келетіні сөзсіз.

Қазақстанның қазіргі кезеңге сай дербес сейсмикалық картасының болмауы тағы бір өзекті проблема болып табылады. Қазіргі таңда біз 2016 жылы дайындалған жобаларды қолданып келеміз. Ал осы кезеңде өзгерістер көп болғандықтан, олардың көпшілігі пайдаға аспай қалып жатыр. Ескі деректермен жасалғандықтан бүгінгі қауіп-қатерлердің бірі де ескерілмейтіні анық. Ағымдағы жылда басқа қалалардағы жер сілкінісі карталарын заман талабына сай жаңарту көзделген болатын. Осы процесті тездету керек деп санаймын. Демек, қазіргі жағдайды ескермегенде 6 жылдан астам уақыт бойы болжаммен өмір сүріп келе жатырмыз. Осы жылдар ішінде қаншама ғимарат бой көтерді, салынуы керек тізімде тұрған зауыт фабрикалар қаншама. Жер сілкінісі карталары неге жаңартылмай жатқаны құпия болып келе жатыр.

Мемлекеттің басты мақсаты құрылыстардың сейсмикалық тұрақтылығын бағалау, жер дүмпулерін алдын алуды күшейту, халықты және сарапшыларды ықтимал жер сілкіністеріне дайындық ережелеріне үйрету назарға алынды. Ғимараттардың қауіпсіздігі - бұл адамдардың өмірі мен адамзат жинаған құндылықтарды сақтау. Сондықтан бұл басым жұмысты шешу шұғыл болып табылады және қажетті қаржылық және материалдық ресурстарды қажет етеді.

Жер асты қазбасын пайдалану жер асты дүмпулерінің пайда болуына ықпал етті. Осыған орай, аса қауіпті аудандар Қазақстанның оңтүстік-шығыс және Батыс облыстарында орналасқан. Ағымдағы табиғи қазбалармен қатар көмірсутек шикізатын және қатты пайдалы қазбаларды өндіру объектілерінде техникалық қауіпсіздіктер пайда болды. Бұл шарттар мұнай мен газды барлау кезінде ескерілмейді, сондықтан өндіру және бұрғылау кезінде ұсыныстарды ескеру қажет. Себебі бұл аймақтардың қауіптілігі жоғары. Егер біз қазір назар аудармасақ, бұл жағдай болашақта қатты жер сілкіністеріне әкеледі. Қазіргі уақытта табиғи ресурстарды өндіру сейсмологиялық талаптарды айтпағанда, техникалық және экологиялық талаптарды айтарлықтай деңгейде бұзады. Бұл ережені заңды түрде орындауға міндетті компаниялардың бұл талаптарды қалай айналып өтетіні әлі де бей жай қалдырмайтыны анық. Еліміздің экономикалық дамығаны жақсы, бірақ ол адам өміріне қауіп төндірмеуі керек. Ал біз ғалымдардың ескертіп жатқан дабылын жай сөз есебінде ескеріп келеміз. Нақты дәйектемелер төмендегідей;

Мысалы, мұндай жасанды жер сілкіністері Жезқазған облысындағы Сәтбаев кен орнының жанында тіркелген. Сарапшылар алдағы кезеңде мұндай сілкініс көптеген көмір шахталары орналасқан Қарағанды қаласы үшін жеткілікті болатынын атап өтті. Бұл жер бетіне және жер қыртысының жер асты бөлігіне қысым жер астынан кен өндіру кезінде немесе мұнай мен газ өндіру кезінде өзгеретіндігіне байланысты. Бұдан басқа, қауіпті аймақта Мойнақ, Қапшағай, Бартоғай, Бұқтырма сияқты су қоймалары бар. Олар сейсмикалық аудандарға өте жақын орналасқан. Ірі резервуарлар мен гидравликалық жүйелерде сейсмикалық мониторинг жүйесі болуы тиіс. Жасанды көлдердің 90% - ы жеке кәсіпкерлердің қолында болғандықтан, бұл жүйенің бар-жоғын бақылау мүмкін емес.

Осындай бірнеше дәлелдерді келтіре отыра, қорғанысты берік бекіту керек. Халықты жер сілкінісі жақын аймақтардан көшіріп, жағдай жасау қажет. Шаруашылық, техника, зауыт фабрикаларды қауіпсіз жерлерге орнату қарастырылса жақсы болар еді. Ағымдағы жылдағы тағы бір маңызды жаңалықтардың бірі Елімізде Атом электр станциясын орнату. Бұл әрине дамушы мемлекет үшін, басқа мемлекеттерге қажеттілігімізді азайтқанымен, ахуалды мәселелерімізді бір арнаға түйістірмей тұрып, тіпті ойлаудың өзі ерте деп айтқым келеді.

Қорытынды

Еліміздің оңтүстік және оңтүстік-шығыс өңірлерінің жергілікті тұрғындары үшін жер дүмпулері және олардан туындайтын құбылыстар (селдер, көшкіндер, опырылу, бөгеттердің құлауы, химиялық жарылыстар, өрт қаупі, ірі кәсіпорындардағы авариялар және т.б.) қауіп төндіреді.

Егер сіз жер сілкінісі мен оның салдарына алдын-ала дайындалсаңыз, одан болатын әлеуметтік-экономикалық залалды бірнеше есе азайта аласыз. Осы мақсатқа қол жеткізу үшін сейсмикалық қауіпті аймақтың әрбір тұрғыны белгілі бір дәрежеде жер сілкінісі туралы хабарламаларға ие болуы, қауіпсіздік дәрежесін және ол туындаған кездегі дұрыс әрекеттерді білуі қажет. Мұндай тосынсыйда бастысы-шыдамдылықты жоғалтпау. Адамның өмір сүру ұзақтығы оның рухани жағдайына, күш-жігеріне байланысты. Ерекше қиын жағдайларда өмір сүру үшін күресетін адам өмір сүру мүмкіндігін сақтайды. Елімізде апаттық жағдайға төтеп беру жеткілікті дейгейде қарастырылмағандықтан өз өміріңізді барынша сақтауға тырысыңыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Справочник прораба. Под общей ред. А.И. Параманова. - Алматы: Издво «Капитал», 2006.
2. Қазақ ұлттық энциклопедиясы
3. «Өмір тіршілік қауіпсіздігі». С.Арпабекова. Алматы, 2004.
4. Русско – казахский толковый географический словарь. (Казахский ССР, Институт языкознания. Сектор физический географии). Составители: Ж.Аубакиров, К.Базарбаев.
5. Интернет беттерінен. www.google.kz

«Землетрясения и пути решения сейсмологических проблем. Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды» Асар Ж. Б.

Аннотация. В докладе рассмотрен основной удар землетрясения 1 мая 2011 года, а также параметры и проблемы современного землетрясения Алматы. Изучены пространственные характеристики очага, механизм, закономерности функционирования экологии и сейсмологии, затрагивающие проблемы ситуации при землетрясении. Были выдвинуты меры предосторожности при землетрясении.

Обязанности:

1. знать информацию о землетрясениях;
2. определение силы сейсмического воздействия;
3. знание систем активной сейсмической защиты;

Ключевые слова: землетрясение, сейсмологическая карта, здание, сейсмостойкость, безопасность.

"Earthquakes and ways to solve seismological problems. Life safety and environmental protection" Asar Zh. B.

Abstract. The report examines the main impact of the earthquake of May 1, 2011, as well as the parameters and problems of the modern earthquake in Almaty. The spatial characteristics of the hearth, the mechanism, the regularities of the functioning of ecology and seismology, affecting the problems of the earthquake situation, are studied. Precautions were put forward in case of an earthquake.

Responsibilities:

1. know information about earthquakes;
2. determination of the strength of the seismic impact;
3. knowledge of active seismic protection systems;

Keywords: earthquake, seismological map, building, earthquake resistance, safety.

НАПРАВЛЕНИЕ АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БИОТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МҰНАЙ-ГАЗ ӨНДІРУ МЕКЕМЕСІНІҢ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНА ӘСЕРІ ТҮРЛЕРІН САРАПТАУ ЖӘНЕ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ІС-ШАРАЛАРЫН ҰСЫНУ

А.Ж. Алиаскарова^{ib}, Г.Ж. Нурулдаева^{ib}

Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

alias.akmaral@gmail.com

Аннотация. Мұнай-газ кен өндірісі – мұнайды дайындау, қайта өңдеу және тасымалдау сонау жылдардан дамып келе жатқан, әлемдегі ең ірі өндірістік қызметтерінің бірі. Бірақ, пайдасымен қатар оның біршама кемшеліктері қатар жүреді. Ең өзекті мәселелердің бірі, табиғат компоненттерінің мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы, солардың ішінде ең көп кездесетін - топырақ жамылғысының ластануы. Мақалада, «Қарашығанақ Петролеум Оперейтинг Б.В.» компаниясының мысалында, өнеркәсіптің территориясындағы мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақ жамылғысына сараптама жасай отырып, топырақ жамылғысының түрін, құрамын ескере отырып, геологиялық, экономикалық және экологиялық тарапынан топырақтарды қалпына келтіру алғы шарттары әдістері сараптап көрсетілген. Бұл зерттеулер, биоремедиация әдісінің тиімділігі жоғары және «Қарашығанақ Петролеум Оперейтинг Б.В.» компаниясының географиялық орнына қолайлы болып келетін әдістерінің бірі екенін көрсетті.

Негізгі сөздер: мұнай-газ мекемесі, топырақ жамылғысы, топырақтың ластану көздері, топырақты биологиялық тазарту әдістері.

Қарашығанақ мұнай-газ конденсат кен орны (ҚМГКО) әлемдегі ең ірі мұнай және газ конденсаты кен орындарының бірі болып табылады. ҚМГКО Батыс Қазақстан облысының Бөрлі ауданында Қазақстанның солтүстік-батысында солтүстік ендіктің 50⁰ және 51⁰ арасында және шығыс бойлықтың 53⁰ және 54⁰ арасында орналасқан.

Өңірдің (БКО) жалпы ауданы 15,0 миллион гектардан асады. Аймақ солтүстігінде Орынбор облысымен (РФ), солтүстік-батысында Саратов облысымен (РФ), батысында Волгоград және Астрахан облыстарымен (РФ), оңтүстігінде Атырау облысымен (ҚР) және шығысында Ақтөбе облысымен (ҚР) шектеседі.

«Қарашығанақ Петролеум Оперейтинг Б.В.» (КПО) - Қарашығанақ ірі мұнай-газ конденсатты кен орнында орналасқан сұйық көмірсутектер мен газды өндіру, дайынау, тасымалдау және қайта өңдеу қызмет түрін атқаратын қазақстандық филиал.

Компания Қазақстан Республикасы Үкіметінің "жасыл экономикаға" көшу жөніндегі бастамасын толық қолдай отырып, қоршаған ортаға әсер ету деңгейін төмендете отырып, технологияларды жетілдіру және кәсіпорынның қуатын бірізді арттыру бойынша қарқынды жұмыс жүргізуде. Кен орнын игеру кезінде компания ең озық, ал кейбір жағдайларда жаңашыл технологияларды қолданады. Мұнай-газ кен өндіріс орнының қоршаған ортаға тигізетін әсері атмосфералық ауа, жер асты және жер үсті сулары, флора және фауна, топырақ қабатын қамтиды. Мұнайды тасымалдау, өндіру және төгілуі кезінде құрамындағы химиялық заттардың қасиеттеріне сай, сапасын жоғалтуға ұшырайтын табиғат компоненті – ол топырақ жамылғысы.

Мұнай-газ құрылыстарын салу мен пайдаланудың, шаруашылық қызметін жүзеге асыру кезінде экожүйелер мен топырақ жамылғысының тұтастығы бұзылуы сөзсіз топырақ профилінің толық немесе ішінара жойылуынан, генетикалық горизонттардың қуатының бұзылуынан, физикалық (тығыздық, құрылым, жекелік, байланыс, агрессивтілік) және химиялық (қарашірік, минералды коректену элементтері, жоғары молекулалық қосылыстар, топырақ суспензиясының реакциясы, топырақ суспензиясының таралуы) өзгеруінен көрінеді. Мұнай өнімдері топырақ биоценозына да әсер етеді.

«Қарашығанақ Петролеум Оперейтинг Б.В.» компаниясының топырақ қабатын ластау түрлерін сараптай келе оларды механикалық және химиялық деп бөлуге болады.

Механикалық бұзылулар автомобиль техникасының қозғалысы салдарынан болады. Нәтижесінде өзгерген морфологиялық, химиялық және биологиялық қасиеттері бар топырақ қалыптасады. Қатты бұзылған жерлерде топырақтағы қарашірік пен қоректік заттардың мөлшері екі есе азаяды, тұздану және карбонизация процестері күшейеді.

Көлік жүктемелерінің қозғалысы топырақтың шамадан тыс тығыздалуына әкеледі, бұл өсімдік жамылғысының тозуының ең қауіпті факторы болып табылады, топырақтың оңтайлы тығыздығы өсімдіктердің тамыр жүйелерінің еркін өсуі мен дамуын, олардың дамуына қажетті топырақ ылғалының сіңуін, қозғалысын және сақталуын қамтамасыз етеді.

Топырақ жамылғысының тұрақтылығына химиялық ластану айтарлықтай әсер етеді. Қазіргі уақытта топырақтың ластану критерийі зиянды элементтердің шекті рұқсат етілген концентрациясы болып табылады.

Өнеркәсіп территориясында, жұмыстың жүргізілу кезеңдерін құрылыс кезінде және нысандарды пайдалану кезінде деп бөліп қарастыруға болады.

Құрылыс кезеңінде топырақтың химиялық ластану дәрежесі негізінен көлік құралдары мен құрылыс техникасының отын жүйелерінен жанар-жағар май ағуына байланысты. Автокөлік жұмысы кезінде атмосфераға көміртегі тотықтары, азот тотықтары, көмірсутектер, күкіртті газ, қатты бөлшектер (күйе), ауыр металдар сияқты ластаушы заттар шығарылады. Бұл заттар өсімдіктерге ауадан газ алмасу арқылы немесе топырақтан қоректік заттармен ену арқылы өсімдіктердің өмірлік белсенділігіне әсер етуі мүмкін.

Нысандарды пайдалану кезеңінде топырақтың химиялық ластануы төтенше жағдайлармен байланысты болуы мүмкін. Топырақтың ластануы атмосферадан газ-шанды тұндыру нәтижесінде пайда болуы мүмкін, ол газ-шанды шығарындылардың көлеміне және олардағы ластаушы заттардың концентрациясына пропорционалды.

«Қарашығанақ Петролеум Оперейтинг Б.В.» компаниясының территориясындағы топырақ негізінен аумағы қара каштанды топырақты және өсімдік жамылғысы бар құрғақ күрделі дала субзонасында орналасқан, мұнда ксерофильді шөптер – қауырсынды және түкті, бетегелілер басым [5]. Өндіріс орнының учаскелеріндегі топырақ қара-қоңыр каштанды орташа карбонатты топырақ болып табылады. Топырақ құрамында қарашірік, механикалық құрам, топырақ ерітіндісінің реакциясы (рН), сіңірілген негіздер, су сығындысының химиялық құрамы, фосфор мен калийдің жылжымалы формалары кездеседі.

Мекеменің жұмысын сараптай келе топырақ қабатының химиялық ластану көздері келесі екені анықталды, олар:

- ауа арқылы өртену өнімдерінің, ілеспе газдың, көліктің пайдаланылған газдарының топырақ қабатына шөгуі;

- шаруашылық-тұрмыстық ағындармен ластану;
- жанар-жағармай материалдарымен ластану;
- қалдықтармен ластану;
- өнеркәсіптік қалдықтар мен улы заттармен сақтау орындары.

Мұнаймен ластанған топырақ улы, ағзалардың жойылуын және топырақ деградациясын тудырады. Пекин ауыл шаруашылық университеті ғалымдары мұнаймен ластанған топырақтың уыттылығын бағалау үшін топырақ құрттарын (*Eisenia fetida*) топырақтың экоуыттылығын зерттеу үшін модельдік организмдер ретінде пайдаланып зерттеулер жүргізген. Нәтижесінде мұнайдың жоғары концентрациясымен ластанған топырақ құрттың тұқымдық көпіршіктерінде ДНҚ-ға зиян келтіретіні анықталған [1]

Топырақтың өздігінен тазаруы ұзақ процесс, сондықтан оның құрамы мен сапасы әрі қарай нашарлап, және түрлі салдарға ұшырамау үшін оны тазарту әдістерін қарастыру қажет. Қазіргі кезде мұнай өнімдерімен ластанған топырақ қабатын қалпына келтірудің көптеген әдістері бар. Мұнаймен ластанған топырақты тазартудың экономикалық және экологиялық тұрғыдан қолайлы әдісі мұнай мен мұнай өнімдерінің компоненттерін биодеградациялау қабілетінің жоғарылауымен сипатталатын микроорганизмдердің әртүрлі топтарын қолдануға

негізделген тәсіл болып табылады. Биоремедиация топырақты биологиялық тазартуға арналған технологиялар мен құрылғыларды, яғни топырақтағы ластаушы заттарды жою үшін қолдану.

Биоремедиация екі негізгі тәсілді қамтиды:

1. биостимуляция-биогендік элементтерді, оттегін, әртүрлі субстраттарды енгізу арқылы жергілікті микрофлораның деградациялық қабілетін белсендіру;
2. биологиялық толықтыру-бөгде қосылыстардың табиғи және гендік-инженерлік штаммдарын-деструкторларын енгізу.

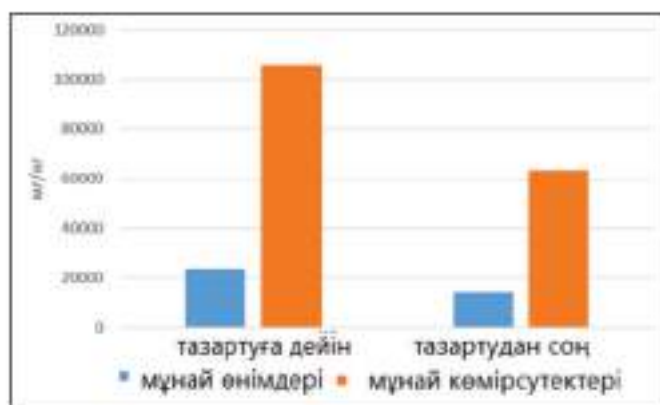
Кәсіпорнынның мұнаймен ластанған жерлерді биологиялық тазарту әдістерін таңдау табиғи-климаттық жағдайлардың ерекшеліктерін, биоәртүрлілігін, топырақты алдыңғы техникалық кезеңде мұнайдан тазартудың қол жеткізілген параметрлерін, экономикалық және экологиялық орындылығын, мақсатты пайдалануын және рұқсат етілген пайдалануын ескере отырып анықталады.

Орынбор қаласының "КомплеСУ" ЖШС компаниясының мамандары метан эфлюенті негізінде "МИКС+Грунт"(ТУ 9291-002-69393208-2016) екі компонентті микробиологиялық препаратын жасаған. Бұл препарат топырақтағы мұнай өнімдерінің массалық үлесі бойынша ластану дәрежесі 5-тен 280 г/кг-ға дейін таралған жағдайда тазартуға арналады. Зерттеу нәтижелері препарат 12-24 сағат ішінде көмірсутекті қышқылдандыратын микроорганизмдер көмірсутекті ластағыш (жалпы мұнай өнімдері) құрамына кіретін фракциялар массасының 90% - на дейін экологиялық уытты емес метаболизм өнімдеріне дейін тазартатыны анықталған [2]

Тегеран университеті (Иран) ғалымдары зерттеулері нәтижелері [3] ластанған топырақты биоремедиациялау үшін биокөмір (ВС) қолдану ластанған топырақ проблемаларын шешуді қамтамасыз ете алатынын көрсетеді. ВС қажетті шикізаттың кең қол жетімділігі, экологиялық таза, үнемді, жоғары тиімділігі, ішкі бетінің үлкен ауданы және бетінің физика-химиялық қасиеттері арқасында топырақтың ластануын жоюдың жақсы нәтижелерін көрсеткен. ВС қолдану көміртекті байланыстыруды, топырақтың құнарлылығын жақсартуды, қалпына келтіруді және ауылшаруашылық қалдықтарын қайта өңдеуді қамтуы мүмкін.

Топырақтың мұнай өнімдермен ластануын «Ембімұнайгаз» АҚ кен орынының мысалында қарастырсақ болады [4]. Бұл кәсіпорнынның топырақты тазарту кезінде қолданатын әдістерінің бірі – биопрепараттарды пайдалану.

Биоремедиация жүргізген кездегі зерттеу нәтижелерін қарастырғандағы нәтижелерін, диаграммада (сурет -1) көрсетілген. Диаграмма бойынша, топырақ жамылғысында мұнай мен көмірсутектердің тазартуға дейінгі және тазартудан кейінгі жағдайын, және биопрепараттарды қолданғаннан кейінгі топырақтағы мұнай өнімдері мен мұнай көмірсутектерінің мөлшері 40%-ға төмендегенін байқай аламыз.



Сурет -1. «Ембімұнайгаз» АҚ кен орнында қолданған биоремедиация нәтижесі [4]

«Ембімұнайгаз» АҚ тазарту барысында екі препарат қолданылған: Бакойл-kz және Мико-ойл. Байойл-kz препараты ҚР БҒМ ММ «Микробиология және вирусология институты» республикалық мемлекеттік кәсіпорнының «Микроорганизмдер экологиясы» зертханасында әзірленген. Бұл биологиялық өнімнің штамдары барлық жағынан қауіпсіз, май мен оның комбинациясын жою қабілеті жоғары, сондықтан бұл өнім қоректік зат ретінде қолданылады. Мұнай өнімдерінің әртүрлі түрлерінің барлық дерлік құрылымдары мен компоненттерін пайдалануға қабілетті.

«Мико-ойл» биологиялық өнімі – *Bacillus subtilis* көміртегі тотықтыратын патогенді емес бактериялық және ашытқы штамдарының бірлестігінен тұратын паста тәрізді қоспа. Бұл препарат «Ембімұнайгаз» АҚ мұнай-газ өндіру басқармасында 30 күнде мұнайды 93% дейін тазартып, өзінің тиімділігін дәлелдеп үлгерді. Суспензия суда дайындалады. Су тұщы немесе аздап минералданған болуы керек. Үрдіс шамамен 3 м² резервуарға ауа температурасына сәйкес температурада 2700 л су құйылады және 329 кг биологиялық өнім қосылады. Арнайы жабдықпен, араластырғышпен бүкіл өнімді біркелкі ерітіліп, бұзылған топырақ жамылғысына себіледі. Бұл әдістің тазарту тиімділігі топырақты 90-98%-ға дейін мұнай-газ өнімінің химиялық заттарынан тазартуға жарамды.

Қорытындылай келе мұнай өнімдерімен топырақтың ластануын қалпына келтірудің әртүрлі технологияларының ішінде биоремедиация артықшылықтары қауіпсіздігі, қайталама ластанудың болмауы және үнемділігі екені анықталды. Бұл экологиялық таза топырақ технологиясы ретінде танылған әдіс. Мұнай мен оның өнімдері ауыр, қиын тотықтырғыш және улы заттар болғандықтан, топырақ пен судың өзін-өзі тазарту қабілетін айтарлықтай төмендетеді және мұнайдың төгілу орындары көптеген жылдар бойы жансыз жер учаскелері немесе өлі су объектілері болып қала береді. Сондықтан топырақ қабатын қалпына келтіру әдістерін орындау маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Y. Li, X. W. Zhenjun Sun // Ecotoxicological effects of petroleum-contaminated soil on the earthworm *Eisenia fetida*, Journal of Hazardous Materials, Volume 393, 2020
2. Черных М.С., Садчиков А.В. Нефтедеструкция и биоремедиация. //Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5.
3. M. A. Zahed, S. Salehi, R. Madadi, F. Hejabi. Biochar as a sustainable product for remediation of petroleum contaminated soil //Current Research in Green and Sustainable Chemistry, Volume 4, 2021.
4. Унаева Н.М. Исследовательский проект. Рекультивация нефтезагрязненных земель месторождения Западного Казахстана. РУДН, Москва, 2021
5. «Проект нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу на 2018 год для объектов Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения». ТОО «SED». Алматы, 2017г.

Анализ воздействия нефтегазодобывающего предприятия на почвенный покров и выбор мероприятий по их восстановлению Алиаскарова А.Ж, Нурулдаева Г.Ж.

Аннотация. Одним из крупнейших производственных направлений в мире является добыча нефти и газа. Основная направленность их деятельности это разработка, переработка и транспортировка нефти на протяжении многих лет. Но помимо существенных преимуществ, есть и некоторые недостатки. Одной из наиболее актуальных проблем является загрязнение природных компонентов нефтью и нефтепродуктами, наиболее распространенным из которых является загрязнение почвы. В статье, на примере компании «Карачаганак Петролеум Оперейтинг Б. В.» был проведен анализ почвенного покрова загрязненного нефтью и нефтепродуктами на территории промышленности. Проанализировав состав почвенного покрова, опираясь на геологическую, экономическую и экологические характеристики района размещения предприятия, был выбран метод восстановления почвы. Эти исследования показали, что метод биоремедиации является одним из наиболее эффективных и подходящих методов для территории компании «Карачаганак Петролеум Оперейтинг Б. В.».

Ключевые слова: нефтегазовое предприятие, почвенный покров, источники загрязнения почвы, биологические методы очистки почв.

**Analysis of the impact of an oil and gas producing enterprise on the soil
cover and the choice of measures for their restoration**

Aliaskarova A.Zh, Nuruldaeva G.Zh

Annotation. Oil and gas production, oil preparation, processing and transportation are among the largest production activities in the world. But in addition to significant advantages, there are some disadvantages. One of the most urgent problems is the pollution of natural components with oil and oil products, the most common of which is soil pollution. In the article, using the example of «Karachaganak Petroleum Operating B.V.» an analysis of the soil cover contaminated with oil and oil products on the territory of the industry was carried out. After analyzing the composition of the soil cover, relying on the geological, economic and environmental aspects, one of the methods of soil reclamation was chosen. These studies have shown that the bioremediation method is one of the most effective and suitable for the geographical location of «Karachaganak Petroleum Operating B.V.».

Keywords: oil and gas facility, soil cover, sources of soil pollution, soil biological methods.

ЖАҢА БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ СОРБЕНТТЕР СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Қалуова А.Б. 

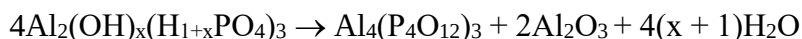
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

Андатпа. Жаңа тиімді алюмофосфат және алюмосиликополифосфат сорбенттерін синтездеу үшін оңтайлы құрамдар мен шарттар зерттелді. ИҚ-спектроскопия және рентгендік фазалық талдау көмегімен алынған өнімдердің құрамы анықталды. Синтезделген кеуекті алюмофосфаттардың ерігіштігі гидратталған алюмофосфаттар үшін тұндыру ортасының рН-ына, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5$ қатынасына және кремнийқұрамды реагент – натрий силикатының қосылуына байланысты екені көрсетілген. Алюмофосфаттардың, сонымен қатар алюмосиликофосфаттардың тұндыру процесінің рН жоғарылауы үлгінің еру жылдамдығын 3-5 есе арттырады. Ал кремнийқұрамды қоспа ретінде натрий силикатының енгізілуі алынған өнімдердің ерігіштігіне аз әсер етеді, бірақ тұнбаның рН 5,0 және $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5=0,35$ кезінде еру жылдамдығының константасын 2 еседен астам төмендетеді. Сонымен қатар, тиімді сорбенттерді алудың оңтайлы құрамы мен шарттары: алюминий силикополифосфаттары үшін $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5=0,66$ және тұндыру рН 5,0, ал алюминий полифосфаттары үшін $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5=1,18$ қатынасы және тұндыру рН 5,0 болып табылатыны анықталды.

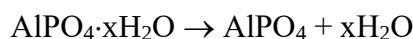
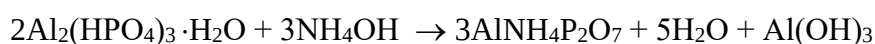
Негізгі сөздер: тұндыру, сорбенттер, алюмофосфаттар және алюмосиликополифосфаттар.

Жақын және алыс шет елдерде бейорганикалық табиғи және синтетикалық сорбенттер, соның ішінде өндірістік қалдықтар негізіндегі сорбенттерді және әртүрлі ластаушы заттардан өнеркәсіптік кәсіпорындардың табиғи және ағынды суларды тазартуға арналған кеуекті керамикасын алу мен пайдаланудың инновациялық технологияларын дамытуға байланысты бағыттар белсенді түрде әзірленуде. Зерттеушілердің бейорганикалық сорбенттерді қолдануға қызығушылығының артуы олардың физика-химиялық қасиеттерімен: синтез шарттарымен болжанатын жоғары селективтілік; термиялық, химиялық және радиациялық төзімділіктің жоғарылауы; төмен бағамен байланысты [1-5].

Ұсынылған жұмыста гидратталған алюмофосфаттар мен алюмосиликофосфаттардың үлгілері термиялық өңдеуден кейін бірлескен тұндыру тәсілі арқылы синтезделген. ИҚ-спектроскопия мен рентгендік фазалық талдауды қолдану арқылы өнімдердің құрамы анықталды және сусыздандыру процесінің механизмі ұсынылды. Құрамында кремний бар компонент болған кезде қышқылдық ортада бірге тұндыру өнімдеріндегі сутектік байланыс энергиясының мәні 40,25 кДж/моль құрайды, нәтижесінде дегидратация процесі сызбаға сәйкес алюминий фосфаттарының циклотетра және басқа да полимерлі формалары түзілетін диссоциативті механизм бойынша жүреді (рН 5,0-ке тең):



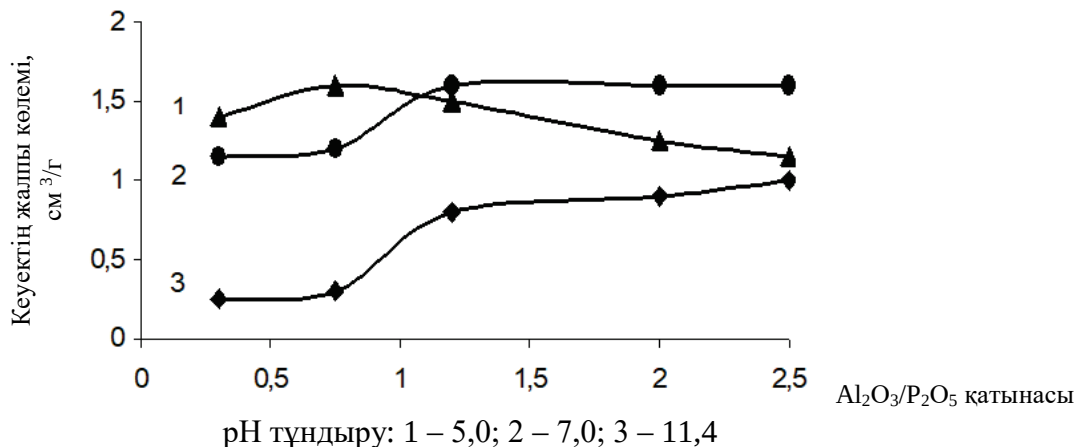
Бірлескен тұндырудың рН жоғарылауымен кристалгидратты судағы гидроксид-ионының фосфат анионымен ең кернеулі сутекті байланыстың энергиясы 17-22 кДж/моль-ге дейін төмендейді (1-кесте) және сусыздандыру процесі классикалық жолымен, яғни негізінде алюминийдің ди- және монофосфаттар түзілуімен жүреді (тұндырудың рН 7,0; 11,4):



1-кесте - Синтезделген гидратталған алюмофосфаттардың фосфат анионымен кристалды судың сутектік байланыс энергиясы

Фосфаттың құрамы	pH тұндыру	Гидроксид тобының тербеліс жиілігі, см ⁻¹	Ұзынтолқынды ауысымының мәні, см ⁻¹	Сутегі байланысының энергиясы, кДж/моль
Al ₂ O ₃ -P ₂ O ₅	5,0	3200	500	35,33
	7,0	3380	320	22,61
	11,4	3450	250	17,67
Al ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ -SiO ₂	5,0	3130	570	40,25
	7,0	3380	320	22,61
	11,4	3450	250	17,67

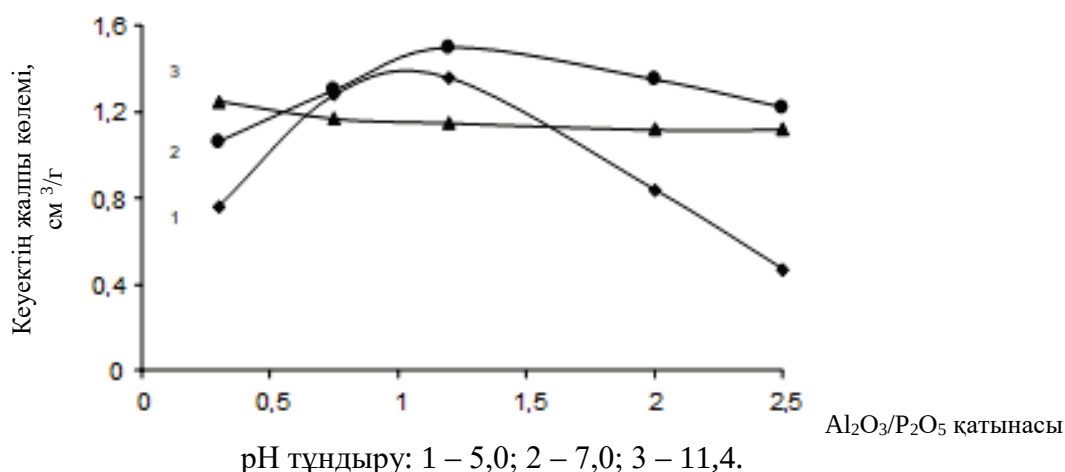
Бейорганикалық материалдарды сорбенттер ретінде пайдалануға мүмкіндік беретін маңызды параметрлердің бірі олардың кеуектілігі болып табылады, ол жалпы кеуек көлемі сияқты мәнмен сипатталады. Синтезделген заттардың жалпы кеуектердің көлемінің олардың құрамына және синтездеу шарттарына тәуелділіктері айтарлықтай күрделі болатыны анықталды. 1-ші суретте гидратталған алюмосиликофосфаттарды тұндыру кезіндегі жалпы кеуектердің көлемінің Al₂O₃/P₂O₅ қатынасына және ортаның pH-на тәуелділігі көрсетілген. Бейтарап және сілтілі орталарда Al₂O₃/P₂O₅ шамасының жоғарылауымен жалпы кеуек көлемі де артады. Бірақ қышқылдық ортада жалпы кеуек көлемінің тәуелділігі шектен шығады, максимум Al₂O₃/P₂O₅ = 0,66.



Сурет 1 – Алюмосиликофосфаттардың жалпы кеуектердің көлемінің олардың құрамына және синтездеу шарттарына тәуелділігі

Кремнийсіз алюмофосфаттар үшін жалпы кеуек көлемінің тұндырғыш ортаның құрамына және pH-ға тәуелділіктері де pH 5,0 және 7,0 кезінде экстремалды сипатқа ие және pH = 11,4 кезінде Al₂O₃/P₂O₅ қатынасына іс жүзінде тәуелсіз (сурет 2).

Алынған нәтижелері бойынша, кеуектердің жалпы көлемінің ең жоғарғы мәнімен Al₂O₃/P₂O₅ = 0,66 және тұндыру pH-ы 5,0-ке тең (сурет 1, 1-ші қисығы) жағдайда синтезделінген алюминий полифосфаттары, сонымен қатар қатынасы Al₂O₃/P₂O₅ = 1,18 және ал тұндыру pH 5,0; 7,0 шарттарда алынған алюминий фосфаттары (сурет 2, 2-ші мен 3-ші қисықтары) сипатталады.



Сурет 2 – Алюмофосфаттардың жалпы кеуектердің көлемінің олардың құрамына және синтездеу шарттарына тәуелділігі

Адсорбенттерді практикалық қолдану үшін олардың жоғары кеуектілігі ғана маңызды емес, сонымен қатар олардың біршама төмен ерігіштігі де маңызды. Сондықтан ары қарай синтезделген кеуекті алюмофосфаттардың ерігіштігі зерттелінді. 2-ші кестеде келтірілген мәліметтері бойынша, кеуекті алюмофосфаттардың еру жылдамдығының рН-ына, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5$ қатынасына және кремнийі бар реагент-натрий силикатының қосылуына байланысты екендігі байқауына болады. Алюмофосфаттардың және алюмосиликофосфаттардың тұндыру процесінің рН жоғарылауы үлгілердің еру жылдамдығын 3-5 есе арттырады. Ал құрамында кремнийі бар қоспа - натрий силикатын енгізілген жағдайда алынған өнімдердің ерігіштігіне азырақ әсер етеді, бірақ рН 5,0-ке тең және $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5=0,35$ кезінде еру жылдамдығының константасын 2 еседен астам төмендетеді (2-кесте).

2-кесте – Кеуекті алюмофосфаттардың еру жылдамдығының құрамына, дйындалу шарттарына және температураға тәуелділігі

	Кеуекті алюмофосфаттардың құрамы	рН тұнды ру	Еріту жылдамдығының константалары, мин ⁻¹	
			температура, °С	
			20	95
	$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$; $\text{SiO}_2=0$	11,4	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$4,8 \cdot 10^{-2}$
	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5=0,35$	7,0	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$
	$C_0=10$ г/л	5,0	$0,8 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$
	$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$	11,4	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$
	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5=0,35$	7,0	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$
	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2=3,5$	5,0	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$0,5 \cdot 10^{-2}$
	$C_0=10$ г/л			

Осылайша, тиімді сорбенттерді алудың оңтайлы құрамы мен шарттары: алюминий силикополифосфаттары үшін $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5=0,66$ және тұндыру рН 5,0, ал алюминий полифосфаттары үшін $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5=1,18$ қатынасы және тұндыру рН 5,0 болып табылатыны көрсетілген.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Влияние условий получения на свойства гранулированных алюмосиликатных сорбентов для очистки вод //Химия и технология воды. – 1993. – Т. 15, № 3. – С. 236-240. Корнилович Б.Ю., Волощук А.М., Вартапетян Р.Ш., Шабловская Г.К., Пшинко Г.Н., Масько А.Н.
2. Sorption of heavy metals from industrial waste water by low-cost mineral silicates // Clay Miner. - 1999. - 34, 3. - С. 469-477. Garcia Sanchez A., Alvarez Ayuso E., De Blas O. Jimenez.
3. Исследование сорбционных характеристик природного и модифицированного сорбента на основе алюмосиликатного сырья //Химическая промышленность. - 2002. - № 8. - С. 50-56. Гельфман М. И., Тарасова Ю. В., Шевченко Т. В., Мандзий М. Р.
4. Kubekova Sh.N., Kapralova V.I., Telkov Sh.A. Silicophosphate Sorbents based on Ore-Processing Plants' Waste in Kazakhstan //International Journal of Environmental & Science Education. - 2016, vol. 11, №12, P.4985-4996.
5. Biao Wan, Rixianing Huang, Julia M.Diaz, Yuanzhi Tang. Polyphosphate adsorption and hydrolysis on aluminum oxides // Environmental Science and Technology. – 2019. – V.53. - P.9542-9552.

Синтез и исследование свойств новых неорганических сорбентов

Калуова А.Б.

Резюме. Изучены оптимальные составы и условия синтеза новых эффективных алюмофосфатных и алюмосиликополифосфатных сорбентов. С использованием ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа идентифицирован состав полученных продуктов. Показано, что растворимость синтезированных пористых алюмофосфатов зависит от pH среды осаждения гидратированных алюмофосфатов, соотношения Al_2O_3/P_2O_5 и добавки кремнийсодержащего реагента – силиката натрия. Повышение pH процесса соосаждения как алюмофосфатов, так и алюмосиликофосфатов увеличивает скорость растворения образцов в 3-5 раз. Введение кремнийсодержащей добавки – силиката натрия оказывает меньшее влияние на растворимость получаемых продуктов, но при pH осаждения равном 5,0 и $Al_2O_3/P_2O_5=0,35$ снижает константу скорости растворения более, чем в 2 раза.

Ключевые слова: осаждение, сорбенты, алюмофосфаты и алюмосиликополифосфаты.

Synthesis and study of the properties of a new inorganic sorbents

Kaluova A.B.

Abstract. The optimal compositions and conditions for the synthesis of a new efficient aluminophosphate and aluminosilicopolyphosphate sorbents were studied. Using IR spectroscopy and X-ray phase analysis, the composition of the obtained products was identified. It is shown that the solubility of the synthesized porous aluminophosphates depends on the pH of the precipitation medium for hydrated aluminophosphates, the Al_2O_3/P_2O_5 ratio, and the addition of a silicon-containing reagent, sodium silicate. Increasing the pH of the process of coprecipitation of both aluminophosphates and aluminosilicophosphates increases the rate of sample dissolution by 3-5 times.

The introduction of a silicon-containing additive, sodium silicate, has a lesser effect on the solubility of the products obtained, but at a precipitation pH of 5.0 and $Al_2O_3/P_2O_5 = 0.35$, it reduces the dissolution rate constant by more than 2 times.

Keywords: precipitation, sorbent, aluminophosphates and aluminosilicopolyphosphate.

ОЧИСТКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ ВАХТОВОГО ПОСЕЛКА

З.Х. Бултеева 

Almaty Management University, Казахстан, г. Алматы

mamiskonka@mail.ru

Аннотация. К середине XXI века ученые прогнозируют мировой дефицит пресной воды, связанный с повышением среднегодовой температуры атмосферного воздуха и ростом численности населения планеты. Дефицит пресной воды является одной из важных экологических проблем Республики Казахстан. Причинами дефицита водных ресурсов являются климато-географические условия и формирование стока на территориях сопредельных государств, нерациональное использование воды на орошение. Кроме того, поверхностные воды на территории Актюбинской области распределены очень неравномерно и поэтому подвержены значительным сезонным и временным колебаниям. В данной статье рассматриваются вопросы действующих очистных сооружений вахтового поселка нефтедобывающего предприятия, способы очистки бытовых сточных вод, проблемные аспекты нехватки пресной воды.

Ключевые слова: нефтедобывающие предприятия, вахтовый поселок, сточные воды, биологическая очистка, загрязнение подземных вод, дефицит питьевой воды.

Дефицит пресной воды в настоящее время является одной из актуальных глобальных проблем. Возрастающие потребности промышленности в воде заставляют все больше стран искать различные механизмы для решения этого вопроса.

Рост численности населения, развитие промышленности требуют постоянного увеличения количества используемой воды, что неизбежно ведет к возрастанию антропогенной нагрузки на водные объекты вследствие сброса в них сточных вод, то есть пресных вод, загрязненных веществами минерального и органического происхождения при использовании в быту и промышленности [1].

Водный стресс уже затрагивает все континенты, и около двух третей мирового населения живут в условиях острой нехватки воды на протяжении не менее одного месяца в году. Следовательно, ключом к снижению угрозы, которую представляет нехватка воды для биоразнообразия и благосостояния людей, будет повышение эффективности водопользования [2].

Актюбинская область располагается на западе Казахстана характеризуется резко континентальным и чрезмерно засушливым климатом, преобладанием на большей части обширной территории пустынь и полупустынь.

Ведущей отраслью экономики региона является промышленность. Она имеет многоотраслевую структуру и включает: горнодобывающую и нефтегазоперерабатывающую промышленность, черную металлургию, химическую, легкую и пищевую промышленность, производство строительных материалов.

Гидрографические условия на территории Актюбинской области имеют свои особенности: южная часть области, где расположен вахтовый поселок самого крупного нефтедобывающего предприятия области АО «СНПС-Актобемунайгаз», наименее обводнена и отличается редкой сетью исчезающих в жаркие месяцы временных водотоков.

АО «СНПС-Актобемунайгаз» является самой крупной нефтяной компанией в области. На долю компании приходится порядка 70% добытой в области нефти и 90% газа. Компания ведет добычу углеводородов на месторождениях Жанажол, Кенкияк, Северная Трува.

На месторождении Жанажол функционирует вахтовый поселок, построенный для нужд работников акционерного общества. Общая площадь территории вахтового поселка составляет 56 Га, в том числе площадь зеленых насаждений – 3 Га. На территории вахтового поселка находятся 39 общежитий на 3500 койко-мест, гостиница, две столовые на 250 и 100 посадочных мест, спортивный и банно-прачечный комплексы, административно-бытовой корпус, клуб и др. объекты основных и подрядных организаций.

Источник: Google карты (Короткий код: CCRJ+73H, населенный пункт: Вахтовый поселок нефтяников, с.Жагабулак, Мугалжарский район)



Рис. 1. Карта вахтового поселка «Жаназол»

Гидрографическая сеть района представлена реками Эмбой и ее притоками, Темир и Атжаксы. Нефтедобывающее предприятие в качестве основных источников водоснабжения используют подземные воды следующих месторождений: Кокжиде, Кенкияк, Атжаксы.

В вахтовом поселке имеются очистные сооружения с проектной мощностью $1800\text{ м}^3/\text{сутки}$, куда отводятся хозяйственно-бытовые сточные воды от объектов, жилых зданий и столовых.

Экологическое благополучие места нахождения объекта напрямую зависит от качества работы участка очистных сооружений. Очистные сооружения необходимы каждому населенному пункту, так сточные воды должны быть очищены до попадания в окружающую среду.

Ранее в 1985 году на объекте проводилась механическая очистка сточных вод. Механическая очистка сточных вод проводилась по общепринятым методам: процеживании, отстаивании, фильтровании, удалении нерастворенных примесей гидроциклонами и в центрифугах, на тот момент имелся колодец, две переливные емкости от фракций, отстойник после чего сбрасывали 50 кубов в грунт.

В 1988 году были дополнительно построены очистные сооружения БИО-100 (биологическая очистка) и поля фильтрации (три карты), после очистки сброс хозяйственно-бытовых стоков производился на поля фильтрации, также на тот момент действовала БИО-50 (резервная биологическая очистка).

В 1991 году были задействованы БИО-250 и БИО-100 с аналогичным механизмом работы. С увеличением мощности деятельности предприятия в начале 2000-х дополнительно были сооружены очистные сооружения установки БИО-200 в количестве 4-х единиц.

В связи с вводом в эксплуатацию дополнительных объектов жилищно-эксплуатационных управлений увеличился объем хозяйственно-бытовых стоков и в 2011 году было установлено блочное локальное очистное сооружение ЛОС-Р-1000. Касательно эффективности работы очистных сооружений, проектная мощность составляет $1800\text{ м}^3/\text{сутки}$ воды, т.е. $657000\text{ м}^3/\text{год}$.

Блочные локальные очистные сооружения предназначены для биологической очистки и обеззараживания хозяйственно-бытовых сточных вод и близких к ним по составу, до норм сброса. Технологический процесс очистки полностью автоматизирован и требуется лишь периодическое выполнение операций по техническому обслуживанию отдельных узлов и оборудования.



Рис. 2. Блочное локальное очистное сооружение ЛОС-Р-1000

Источник: <https://www.ecolos.ru/products/bio-ochistka-xoz-byt/los-r-n/>

Непосредственно сброс очищенных бытовых сточных вод производится на поля фильтрации. К существующим 10 картам полей фильтрации дополнительно были сооружены 4 карты. Сброс очищенных хозяйственно-бытовых стоков производится на поля фильтрации через сбросной коллектор, диаметр трубы коллектора 0,15 м. Существующие поля фильтрации расположены на удалении в пределах 1 км от вахтового поселка, составляет 14 карт, общей площадью – 119800 м². Места отбора проб воды определены в 3-х точках. Бермы и откосы на полях фильтрации укреплены, визуально нефтяной пленки на поверхности стоков отсутствует. Дно прудов не просматривается, вода относительно прозрачная, глинистое днище имеет желтый цвет, что свидетельствует о хорошей очистке поступающих сточных вод. Частично поля заросли камышом и растительностью. Растения также участвуют в очистке воды, выполняя роль биологических фильтров. Камыш наряду с бактериями и водорослями играют роль живых фильтров, поглощают многие загрязняющие вещества, уничтожают болезнетворные бактерии, кроме того обогащают воду кислородом. Карты полей фильтрации оборудованы распределительными трубопроводами и отключающими затворами для регулирования процесса подачи очищенных бытовых сточных вод.



Рис. 3. Месторасположение полей-фильтрации вахтового поселка Жанажол.

Источник: Google карты (Короткий код: CCPW+99C, населенный пункт: Вахтовый поселок нефтяников)

По результатам лабораторных анализов отбора проб превышение установленных норм предельно-допустимых сбросов (ПДС) не установлены.

Согласно проектной мощности 1800 м³ в данное время по факту поступает в пределах 800 м³/сутки, УОС эксплуатируются согласно правил эксплуатации, аварийных и залповых сбросов загрязняющих веществ на поля фильтрации нет.

Качество воды, прошедшей очистку на локальных очистных сооружениях вахтового поселка Жанажол, в целом удовлетворяет требованиям хозяйственно-бытового назначения.

Вместе с тем при соответствии установленным требованиям, следует учитывать нарастающую антропогенную нагрузку на окружающую среду, а также постепенное истощение водных ресурсов и их загрязнение не только в Актыбинской области, но и по всей стране в целом.

Повышение темпов промышленного производства способствовало росту забора воды из природных водных объектов. За последние десятилетия забор воды в Актыбинской области увеличился почти вдвое. [3]

Водопотребление на месторождении Жанажол, в том числе одноименного вахтового поселка осуществляется из подземных вод месторождения «Кокжиде».

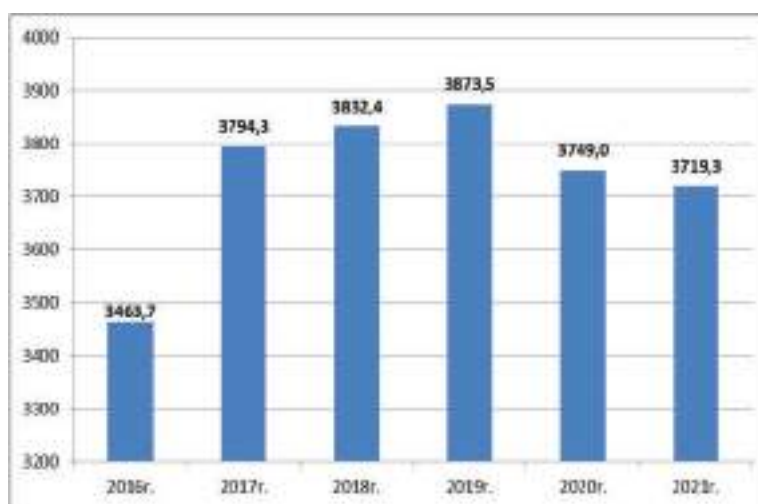


Рис. 4. Добыча воды из месторождения подземных вод «Кокжиде», тыс. м³

Источник: Данные АО «СНПС-Актобемунайгаз»

За последние годы добыча воды акционерным обществом «СНПС-Актобемунайгаз» увеличилась для технологических, хозяйственно-бытовых и иных нужд с месторождения «Кокжиде». Но следует отметить, что в последние два года (2020,2021гг.) отмечается снижение объема добытых подземных вод, скорее всего связанное с ограничительными мероприятиями из-за коронавирусной инфекции COVID-19.

Аналогичная ситуация отмечается в объемах полученной пресной воды для хозяйственно-бытовых нужд вахтового поселка Жанажол. При увеличении объемов полученной воды в 2017-2019гг., отмечается ее снижение в последние два года.

Таблица 1. Объем полученной пресной воды для хозяйственно-бытовых нужд вахтового поселка Жанажол, м³

2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
176 897	197 957	207 881	193 227	187 033

Источник: Данные АО «СНПС-Актюбемунайгаз»

Месторождение «Кокжиде» представляет особую экологическую, научную и рекреационную ценность и относится к государственному природно-заповедному фонду. Месторождение способно давать как минимум 196,5 тыс. кубометров воды в сутки. По данным областного департамента экологии в песках «Кокжиде» нефтедобывающие предприятия имели более 100 скважин. Последствия подобного рода работ уже привели к загрязнению. Данные за 2010-2014 гг. на трех наблюдательных скважинах показали превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) нефтепродуктов в подземной воде от 3 до 42 раз.

Характерными особенностями климата Актюбинской области являются быстрый переход от зимы к лету с очень коротким весенним периодом, неустойчивость и дефицит атмосферных осадков, большая сухость воздуха, интенсивность процессов испарения и обилие прямого солнечного освещения в течение всего весенне-летнего сезона.

В условиях высокой температуры воздуха, низкой влажности и сильных ветров летние осадки практически полностью расходятся на испарение. Осадки холодного периода играют основную роль в увлажнении почвы, питании рек и озер и пополнении запасов грунтовых вод.

По данным Актюбинского филиала Казгидрометцентра в 2018-2021 гг. таяние снега происходило в ограниченном количестве, в связи, с чем объемы речных стоков ежегодно сокращаются. При сохранении данной тенденции существует риск пересыхания большинства рек области в ближайшие годы.

Таблица 2. Речной сток Актюбинской области, млн. м³

№ п/п	Года	Фактический сток воды в реках	Сток воды в реках в норме	Сток воды в реках, %
1	2011	1456,100	2206,21	66%
2	2012	782,100	2209,32	35,4%
3	2013	287,0	2207,69	13%
4	2014	1392,6	2210,48	63%
5	2015	1414,6	2206,86	64,1%
6	2016	2081,6	2214,47	94%
7	2017	2189,16	2213,51	98,9%
8	2018	815,6	2210,3	36,9%
9	2019	291,07	2205,08	13,2%
10	2020	245,1	2206,12	11,11%

Источник: Данные Актюбинского филиала Казгидрометцентра.

В ближайшие годы недостаток чистых природных вод и высокая потребность предприятия в воде являются главной проблемой по водообеспечению и очистки хозяйственно-бытовых стоков вахтового поселка и определяют необходимость продолжения работ по дальнейшему совершенствованию систем очистки. В этих условиях разработка новых технологических решений, обеспечивающих высокое и стабильное качество очистки сточных вод, является актуальной и востребованной. Применение системы водоснабжения с

повторным использованием очищенных стоков является одним из путей выхода из складывающейся ситуации.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. - Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2016 – 704 с.
2. Mekonnen and Hoekstra . Прогресс в области очистки сточных вод ООН / Mekonnen and Hoekstra, 2016 – 20 с.
3. Жакашов Н.Ж., Айбасова Ж.А., Суюнгараев К.А. Гигиеническая оценка водоснабжения населения Актюбинской области / Жакашов Н.Ж., Айбасова Ж.А., Суюнгараев К.А. - Вестник КазНМУ, 2011 <http://kaznmu.kz/press/2011/09/19/гигиеническая-оценка-водоснабжения/>

Вахталық қалашық жағдайында тұрмыстық ағынды суларды тазалау

З.Х. Бүлтеева, Г.К. Куатбаева

Аңдатпа. ХХІ ғасырдың ортасына қарай ғалымдар атмосфералық ауаның орташа жылдық температурасының жоғарылауымен және планета халқының көбеюімен байланысты тұщы судың жаһандық тапшылығын болжайды. Тұщы судың жетіспеушілігі Қазақстан Республикасының маңызды экологиялық проблемаларының бірі болып табылады. Су ресурстарының тапшылығының себептері климаттық-географиялық жағдайлар мен ағынды сулардың көршілес мемлекеттердің аумақтарында түзілуі, суару үшін суды ұтымсыз пайдалану болып табылады. Сонымен қатар, Ақтөбе облысындағы жер үсті сулары өте біркелкі таралмаған, сондықтан айтарлықтай маусымдық және уақытша ауытқуларға ұшырайды. Бұл мақалада мұнай өндіруші кәсіпорынның вахталық қалашығының қолданыстағы тазарту құрылыстарының мәселелері, тұрмыстық сарқынды суларды тазарту әдістері, тұщы су тапшылығының проблемалық аспектілері қарастырылады.

Негізгі сөздер: мұнай өндіруші кәсіпорындар, вахталық қалашық, ағынды сулар, биологиялық тазарту, жер асты суларының ластануы, ауыз су тапшылығы.

Household wastewater purification in the conditions of the shift camp

Z.Kh. Bulteyeva, G.K. Kuatbaeva

Abstract. By the middle of the 21st century, scientists predict a global shortage of fresh water associated with an increase of the average annual air temperature and an increase of the global population. The lack of fresh water is one of the important environmental problems of the Republic of Kazakhstan. The reasons for the shortage of water resources are the climatic and geographical conditions and the formation of runoff in the territories of neighboring states, and the irrational use of water for irrigation. In addition, surface water in the Aktobe region is very unevenly distributed and therefore subject to significant seasonal and temporal fluctuations. This article discusses the issues of existing treatment facilities of a shift camp of an oil-producing enterprise, methods for treating domestic wastewater, and problematic aspects of fresh water shortage.

Key words: oil producing enterprises, shift camp, wastewater, biological treatment, groundwater pollution, drinking water shortage.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ РЫБ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ МОЛИБДЕНОВЫХ КОРМОВ В АКВАПОННУЮ СИСТЕМУ

К.М. Аубакирова ■, А.А. Камбарбекова ■, М.С. Кулатаева ■,
М.Ж. Сатканов ■, З.А. Аликулов ■

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,

г. Нур-Султан, Казахстан

*aubakirova_km@enu.kz

Аннотация. В настоящее время становится актуальной разработка интегрированных и инновационных технологий подсобных хозяйств, исключающих климатические риски и не оказывающих воздействия на окружающую среду, понижающие энергозатраты за счет уменьшения сроков выращивания, восстанавливающие генофонд и способствующие увеличению рыбоводного фонда. При использовании модульных систем замкнутого типа для содержания рыб, возможно до минимума сократить расходы чистой воды, что особенно актуально в нынешних условиях дефицита водных ресурсов. Назревает необходимость выращивания на отработанной воде дополнительной экологически чистой продукции рыб и максимального использования площадей модульных систем. Решение этой проблемы можно найти в предлагаемой нами в методе активации *in vivo* молибденсодержащим кормом КО печени и мышц рыб, который позволяет получить качественную рыбную продукцию аквакультуры, где рыбы выращиваются в контролируемых условиях.

Ключевые слова. Аквабиокультура, аквапонные системы, молибденсодержащий корм, молибдоферменты, рыбная продукция.

Аквапоника включает совместное разведение растений и различных пресноводных рыб в среде, связанной с симбиозом. Технология основана на создании естественной цепочки питательных веществ: вещества, полученные в результате жизненных процессов рыб, усваиваются растениями, а также очищают окружающую среду и способствуют их росту. Нитратредуктаза (НР) водных растений и бактерии превращая нитрат воды в азотистые соединения, т.е. использует его в качестве источника азота. В результате - процесс комплексного выращивания растений и рыб, который практически не требует затрат [1].

Исключительная особенность данной установки состоит в том, что обменные продукты одного биологического кластера из реальной безотходности производства, используемого на последующих этапах биотехнологии до их полной утилизации внутри замкнутой системы, что обеспечивает ее высокую экологическую безопасность. Так, данная технология позволяет резко ускорить рост растений и повысить их продуктивность, так как физиологические процессы (в присутствии молибдо-ферментов) протекают в этом случае быстрее [3].

Аквапоника позволяет значительно экономить водные ресурсы, особенно-в системах с максимальной рециркуляцией воды; значительно сокращает сброс сточных вод и сводит к нулю. Возможность переработки до 90% отработанной воды [2].

Аквапоника является частью промышленного сельскохозяйственного производства и представляет собой симуляционную смешанную экосистему автоматического и полуавтоматического контроля состояния водной среды, температуры и света методом автоматического гидропонного выращивания растений. Симбиотический компонент аквапоники-симбиоз жизни искусственно выведенных пресноводных животных, гидропонных культур сельскохозяйственных растений и колоний бактерий, перерабатывающих органические отходы. Другими словами, аквапоника-это взаимосвязанная гибридная система прудового хозяйства и гидропоники, производительность которой не менее важна. Овощи и травы выращиваются в контейнерах без почвы, а растения питаются из сточных вод, которые выбрасываются из пруда. Растения питаются конечными продуктами пищеварения рыб, после чего эта вода возвращается в водоем в очищенном виде [4].

В процессе растения потребляют необходимые продукты секреции живых организмов — азот, фосфор, серу, калий, углекислый газ и т.д., растворенные в воде химические вещества и одновременно естественным образом очищают ее и обогащают кислородом. В процессе производства исключается необходимость применения различных химических удобрений, существует сложная система их дозирования и хранения: процесс химизации, обработки и

очистки происходит естественным образом и в замкнутом цикле. Таким образом, аквапоника имитирует естественный вихрь в природе. Уникальные фермы будущего, которые уже сейчас пытаются избавиться от пустых расходов воды и других ресурсов, загрязнения почвы и использования инсектицидов, появились в разных местах нашей планеты. Это сбалансированные экосистемы, способные производить органические вещества, не содержащие токсичных веществ, которые часто встречаются в овощных культурах, выращиваемых традиционными методами.

В первоначальном виде системы, основанные на гидропонике и аквакультуре, создают определенное количество вредных отходов, загрязняющих окружающую среду. В аквакультуре в качестве таких отходов выступают природные отходы, содержащие аммоний, в результате чего загрязненную воду необходимо удалить из системы, чтобы не оказывать негативного воздействия на рыбу. В системах, использующих гидроponику, растворы, питающие растения, со временем теряют свои свойства. Кроме того, их необходимо удалять из зоны выращивания растений. Недостатком традиционных гидропонных систем является то, что состав питательных растворов создается на основе синтетических элементов. По сравнению с гидропонными установками аквапоника имеет определенные преимущества: многоцелевое использование агрегата, многопрофильность изделия, низкий уровень нитратов. В условиях аквапоновой установки происходит дополнительная очистка воды путем непосредственного поглощения и поглощения ионов азота корнями растений. Опыт зарубежных исследований в области аквапоники подтверждает применимость этих установок, а также экологичность. Например, они эффективны при недостатке воды и почвы, необходимых для ведения традиционного земледелия [5].

Настоящим ограничением развития аквапоники является отсутствие в ботанических науках специалистов широкого профиля, сочетающих в себе высокую компетентность как с сельскохозяйственной гидропоникой растений, так и с особенностями прудового хозяйства, аквариумистики и рыбоводства. Для реализации задачи активного внедрения высокоэффективных методов индустриального рыбоводства и прежде всего технологий замкнутого цикла необходимо наращивать научно-прикладные и внедренческие работы.

Интенсивность сельскохозяйственного производства часто приводит к загрязнению водоемов, особенно закрытых, расположенных на сельскохозяйственных угодьях, пестицидами, нитратами-нитритами, тяжелыми металлами. Увеличение содержания нитратов в воде рыбоводных хозяйств может привести к накоплению нитратов и нитритов в организме рыб, эндогенному образованию канцерогенных нитрозаминов в рыбах в дальнейшем и экзогенному образованию их в рыбных продуктах при технологической и кулинарной обработке рыб. В связи с этим контроль содержания нитратов и нитритов в рыбе и рыбных продуктах не только актуален, но и необходим. В основе биологического равновесия лежит феномен круговорота веществ, или биогеохимического цикла – многократного оборота химических веществ из внешней среды в организм и обратно в окружающую среду. В водных системах может образоваться избыточная концентрация аммония, что приводит к гибели рыбы. Основным источником аммония в воде является поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий, которые чрезмерно удобряются нитратами и пестицидами. Аммоний может быть побочным продуктом септических систем. Качество воды страдает от большого числа септических систем в районе водораздела. Это может быть природная химия, оставшаяся после распада или разложения животных и отходов жизнедеятельности человека [6].

Для аквакультуры наибольший интерес представляют циклы углерода и азота, поскольку в круговоротах этих основных биогенных элементов образуются ядовитые вещества, зачастую определяющие возможность выживания рыб в данной воде: углекислый газ CO_2 , аммоний NH_4^+ , нитрит-ион NO_2^- . Большой биогеохимический цикл азота состоит из следующих звеньев: 1) фиксация молекулярного азота, 2) аммонификация мертвого органического вещества, 3) нитрификация и 4) денитрификация. Наиболее значимы для аквакультуры процессы аммонификации и нитрификации, в которых образуются и утилизируются высокотоксичные аммоний и нитриты.

Результаты зарубежных и наших многолетних исследований показали, что ксантиноксидаза печени, почки и мышцы животных обладает высокой активностью восстанавливать нитроглицерин, нитраты и нитриты до оксида азота (NO), и чем меньше кислорода в среде, тем выше образование оксида азота. Такая активность этого фермента особенно выражена у рыб, так как ткани органов рыб всегда находятся в состоянии гипоксии (т.е. слабо обеспечены кислородом). Поэтому молибдоферменты рыб в качестве кислорода для окислительных реакции используют воду. В настоящее время газообразный оксид азота (NO) признан как универсальный регулятор многих физиологических процессов, происходящих в организме человека и животных, включая рыб. Кроме того, оксид азота является сильным цитотоксическим веществом, убивающее патогенных микробов и нейтрализующее кислородных радикалов, т.е. он играет важную роль в защитных механизмах организма от многих инфекционных заболеваний. Более того, естественным продуктом каталитической реакции КО является мочева кислота. Общепринято, что главной функцией это фермента является окисление пуринов (при деградации нуклеиновых кислот) и в результате его каталитической реакции образуются сильные антиоксиданты – мочева кислота, а последняя ферментативно или химически (окисление активными формами кислорода, АФК) превращается в другой сильный антиоксидант – аллантион.

Таким образом, КО (КДГ в растений) играет исключительно важную роль в антиоксидантной защите рыб и растений. Во всех живых организмах антиоксиданты синтезируются против АФК, которые разрушают клеточные мембраны, окисляют белков и нуклеиновых кислот, что приводит к гибели клетки. Общеизвестно, что АФК образуются в животных и растений в условиях стресса [7,8,9].

В связи с этими проблемами, мы рассматриваем инкубацию свежесловленных рыб в несколько часов или дней в воде, содержащей достаточную концентрацию молибдата натрия, а также кормление кормом с высоким содержанием пуринов. За такое короткое время ионы молибдена легко поглощаются рыбой и включается в состав фермента молибденовых ферментов. В результате активность этого фермента резко повышается, и он интенсивно превращает нитраты и нитриты в оксид азота, который является важным регулятором различных физиологических процессов в организме рыб и разрушителем различных патогенных бактерии рыб. Другая важная особенность этих водорастворимых ферментов – они могут циркулировать по крови по всему организму, и тем самым «очищать» ткани органов от вредных веществ. Как известно, перед продажей живые рыбы содержатся в водной среде [10,11].

Установлено, что оксид азота (NO), газ, контролирует, казалось бы безграничный диапазон функций у животных. Хорошо известно, что оксид азота синтезируется из незаменимой аминокислоты L-аргинина буквально в клетках с головы до ног. Ключевым ферментом в образовании NO является синтаза оксида азота (NO-синтаза). Растет число как патофизиологических, так и экспериментальных данных, свидетельствующих о том, что активация иммунной системы, будь то локальная или системная, связана с повышенной выработкой NO.

Индукция NO-синтазы у рыб демонстрировалась внутрибрюшинно введенными живыми клетками патогенов или бактериальными липополисахаридами (LPS) и коррелировала со значительным повышением бактерицидной активности фагоцитов [12,13]. Кроме того, при инкубации животных макрофагов с NO или ксантиноксидазой (в качестве генератора супероксида) и патогенными бактериями активированные макрофаги становились цитотоксичными по отношению к патогену [5].

Роль супероксидного аниона и NO в механизме защиты хозяина от патогена *Salmonella typhimurium* была изучена с акцентом на ксантиноксидазу в качестве продуцента этого кислородного радикала. Временной профиль продукции NO в печени соответствовал профилю активности ХО. Когда инфицированным мышам вводили ингибиторы ХО, такие как аллопуринол, смертность мышей значительно увеличивалась, а рост бактерий значительно усиливался. Аналогичное обострение инфекции было получено при ингибировании NO-

синтазы мышей. Эти результаты свидетельствуют о том, что XO и NO играют важную роль в антимикробном механизме против *S. typhimurium* у мышей [14].

NO также приводит к образованию токсичных видов, таких как пероксинитрит (ONOO-) и другие активные формы оксидов азота. Биологический эффект ONOO- зависит от скорости относительного образования NO и супероксида [15]. Высокореактивный пероксинитрит, оказывающий вредное воздействие на клетки, также может быть важным бактерицидным соединением. Кроме того, было обнаружено, что пероксинитрит обладает потенциалом превращения XDH в XO, и что этот эффект может играть важную роль в регуляции антимикробной защиты, коррелирующей с цитотоксическим действием пероксинитрита [16]. Таким образом, NO и супероксид, продуцируемые XO, по-видимому, являются медиаторами воспаления и поэтому изучают механизмы их взаимодействия у рыб. Взаимодействия NO (или NO-синтазы) и XO, несомненно, являются очень сложными процессами, и мы рассматриваем изучение взаимосвязей между NO, пероксинитритом и супероксидными продуктами у рыб.

Таким образом, создание кормов, содержащих пуриновые предшественники, и *in vivo* активация молибдоферментов в клетках внутренних органов является главной задачей исследования для получения качественных рыбных продуктов.

Статья выполнена по проекту AP09260589 «Разработка инновационной биотехнологии получения экологически чистой продукции аквакультуры для интеграции в научный и образовательный процесс» в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Becker D. Enk A. Braeuninger W. Knop J. 1995. Hautarzt. 46(5): 343-345.
2. Cabre F. Marin C. Cascante M. Canela E. 1990. Biochem. Medic. Metabol. Biol. 43(2): 159-162.
3. Chelsea D. Ricketts, William R. Bates, and Scott D. Reid (2015). The Effects of Acute Waterborne Exposure to Sublethal Concentrations of Molybdenum on the Stress Response in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. PLoS One. 2015; 10(1): e0115334.
4. Constantin D. Bini A. Meletti E. Moldeus P. Monti D. Tomasi A. 1996. Mechanism of Aging and Development. 88(1-2): 95-109.
5. Fernandes P. Assreuy J. 1997. Braz. J. Med. Biol. Res. 30(1): 93-99.
6. Frederiks W. Bosch K. 1996. Hepatology. 24(5): 1179-1184.
7. Han D. Tritschler H. Packer L. 1995. Bioch. Bioph. Res. Comm. 207(1): 258-264.
8. Haramaki N. Han D. Handelman G. Tritschler H. Packer L. 1997. Radical Biol. Med. 22(3): 535-542.
9. Hellsten Y. Tullson P. Richter E. Bangsbo J. 1997. Free Rad. Biol. Med. 22(1-2): 169-174.
10. Hille R, Hall J, Basu P (2014) The mononuclear molybdenum enzymes. Chem Rev 114: 3963–4038.
11. Hireide M. Chen Z. Kawagushi H. 1996. Talanta. 43(7): 1131-1136.
12. Wright R. Weigel L. Varellagarcia M. Vaitaitis G. Repine J. 1997. Redox Report. 3(3): 135-144.
13. Wu X. Wang M. 1995. J. Nutr. 125(7): 1841-1846.
14. Umezawa K. Akaike T. Fujii S. Suga M. Setoguchi K. Ozawa A. Maeda H. 1997. Infect. Immun. 65(7): 2932-2940.
15. Kelm M. Dahmann R. Wink D. Feelish M. 1997. J. Biol. Chem. 272(15): 9922-9932.
16. Sakuma S. Fugimoto Y. Sakamoto Y. Uchiyama T. Yoshioka K. Nishida H. Fugita T. 1997. Biochem. Biophys. Res. Comm. 230(2): 476-279.

Аквапоника жүйесіне молибден жемшөптерін қосу кезіндегі балықтардың жай-күйін мониторингтеу

Қ. М. Әубәкірова, А. А. Қамбарбекова, М. С. Құлатаева, М. Ж. Сатқанов, З. А. Әліқұлов

Аннотация. Қазіргі уақытта қоршаған ортаға іс жүзінде әсер етпейтін және климаттық тәуекелдерді болдырмайтын, өсіру мерзімдерін қысқарту арқылы энергия шығынын азайтатын, гендік қорды қалпына келтіретін және балық қорының өсуіне ықпал ететін фермерлік шаруашылықтардың интеграцияланған және перспективалы технологияларын әзірлеу өзекті болып отыр. Тұйық типтегі балық өсіру модульдік жүйелерін пайдалану кезінде таза суды тұтынуды барынша азайтуға болады, бұл әсіресе су ресурстарының тапшылығы жағдайында өзекті. Модульдік жүйелер алаңдарын барынша пайдалану және пайдаланылған суда қосымша экологиялық таза өнім өсіру қажеттілігі туындайды. Бұл

мәселенің шешімін біз ұсынған in vivo-да молибден бар КО және АО бауыр мен балық бұлшықеттерімен белсендіру әдісінде табуға болады, бұл бақыланатын жағдайда балық өсірілетін аквакультура сапалы балық өнімдерін алуға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер. Аквабиокультура, аквапон жүйелері, молибденді жем, молибдоферменттер, балық өнімдері

Monitoring the condition of fish when adding molybdenum feeds to the aquaponic system

K.M. Aubakirova, A.A. Kambarbekova, M.S. Kulataeva, M.Zh. Satkanov, Z.A. Alikulov

Abstract. Currently, it is becoming relevant to develop integrated and promising technologies for farms that have virtually no impact on the environment and exclude climate risks, reduce energy consumption by reducing the time of cultivation, restore the gene pool and contribute to an increase in fish stocks. When using closed-type fish-breeding modular systems, it is possible to reduce the consumption of clean water to a minimum, which is especially important in conditions of water scarcity. There is a need to maximize the use of the areas of modular systems and the cultivation of additional environmentally friendly products on waste water. The solution to this problem can be found in our proposed in vivo activation method with molybdenum-containing feed of КО and АО liver and muscles of fish, which allows us to obtain high-quality fish products of aquaculture, where fish are grown under controlled conditions.

Keywords. Aquabioculture, aquapon systems, molybdenum-containing feed, molybdenum enzymes, fish products.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИЛАНИЗАЦИИ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ ТАГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.М. Сартбаева*, Т.К. Искакова

SatbayevUniversity, г. Алматы, Казахстан

[*t.iskakova@satbayev.iniversity](mailto:t.iskakova@satbayev.iniversity)

Аннотация. Цель данного исследования - изучить влияние условий реакции на силанизацию бентонитовой глины Таганского месторождения (Казахстан) метакрилоксипропилтриметоксисилоном (МПТМС) в растворах с различным соотношением этанол – вода (массовое соотношение этанол – вода 70:30; 10:90). Исследовать свойства природной бентонитовой глины и глины, обработанной МПТМС следующими аналитическими методами: ИК-Фурье спектроскопия (ИК), термогравиметрический анализ (ТГА), рентгенофазовый анализ (РФА). Результаты показали, что модификация глины МПТМС прошла успешно, о чем свидетельствует увеличение базального расстояния в кристаллической решетке монтмориллонита.

Ключевые слова: бентонитовая глина, монтмориллонит, метакрилоксипропилтриметоксисилан, силанизация

Введение

Месторождение бентонитовых глин Таганское расположен в Тарбагатайском районе Восточно-Казахстанской области, в 445 км к юго-востоку от г. Усть-Каменогорска. Основным породообразующим компонентом бентонитовых глин является монтмориллонит. Бентонитовые глины различных месторождений отличаются по качественному и количественному составу [1]. В настоящий момент большое внимание уделено созданию монтмориллонитов, модифицированных органическими соединениями. Они находят широкое применение в синтезе полимерных нанокомпозитов на основе глины, прекурсоров для получения мезопористых материалов, в качестве сорбентов для удаления неионных, анионных и катионных красителей, используется в качестве катализатора в органическом синтезе [2].

Монтмориллонит состоит из центрального алюмоокислородного слоя октаэдрической формы, заключенного между двумя тетраэдрическими кремнекислородными слоями, вершины которых повернуты к внутреннему слою. Слои монтмориллонита заряжены отрицательно благодаря изоморфным заменам внутри слоев, например, Al^{3+} замещается Mg^{2+} или Fe^{2+} в октаэдрическом листе. Слои нейтрализуются обменными катионами, например, щелочным Na^+ и щелочноземельным Ca^{2+} в межслоевом пространстве. Гидратация неорганических катионов на обменных площадках делает поверхность глинистого минерала естественно гидрофильной, что приводит к плохому сродству к органическим материалам [3].

Поверхностная модификация глины преобразует гидрофильную поверхность силиката в органофильную поверхность и делает ее совместимой с гидрофобной полимерной матрицей. Обработка поверхности глины может осуществляться с помощью различных механизмов, включая адсорбцию, ионный обмен органическими/неорганическими катионами и прививку органических соединений [4].

Экспериментальная часть

Бентонитовая глина Таганского месторождения Восточно-Казахстанской области немодифицированная (Na-форма), производитель ТОО «Алтайские Минералы», ГОСТ 25795-83, Метакрилоксипропилтриметоксисилан (Dynasylan, MEMO, Evonik (Германия)). Этиловый спирт, 90 %, (Фармация 2010), $t_{кип.} = 78,39^{\circ} C$. Вода деионизированная, чистота - 99,99999991% (Завод специальных жидкостей и масел), уксусная кислота (ч.д.а) (ГОСТ 61-75).

Методы

В этом исследовании применялись различные условия силанизации. В первом случае 2,5 г МПТМС (силан) растворяли в смеси этанола и деионизированной воды, взятых в соотношении 70:30 (масс./масс.) соответственно (образец 2); pH раствора регулировали с

помощью уксусной кислоты. Во втором случае использовали смесь деионизированной воды и этанола, взятых в соотношении 90:10, соответственно (образец 3). В 150 г каждого раствора помещали 2,5 г МПТМС. Полученные смеси оставляли на 1 ч для осуществления предварительного гидролиза. Далее в каждый из растворов силана было добавлено по 10 г бентонитовой глины. Полученную смесь встряхивали в течение 6 ч в орбитальном шейкере SK-0330-PRO при скорости 250 об/мин. Затем силанизированная бентонитовая глина из каждого раствора была отделена центрифугированием. Для удаления непрореагировавшего силана образцы глины несколько раз промывали и центрифугировали в присутствии этанола. Полученные образцы глины были высушены в вакууме при 50°C до постоянного веса и измельчены. Таким образом, образец 2 модифицированной бентонитовой глины был получен в растворе этанола и деионизированной воды в соотношении 70:30; а образец 3 в соотношении 10:90, соответственно.

Характеристика

ИК-Фурье спектры веществ записывались в таблетках KBr на спектрометре «FT-IR Nicolet 6700» фирмы Thermo Electron Corporation при комнатной температуре с разрешением 4 см⁻¹, точностью измерений ±0,5 см⁻¹ и числом сканирований 32.

Термогравиметрический анализ природной и модифицированной бентонитовой глины был проведен на приборе совмещенного термического анализа STA-449 F3 Jupiter фирмы Netzsch. Образцы массой 3–4 мг нагревались в атмосфере сухого азота в закрытых корундовых тиглях объемом 85 мкл со скоростью нагрева 10 град/мин. Предварительная калибровка прибора проведена на стандартных образцах в диапазоне температур от комнатной до 600°C.

Рентгеноструктурный анализ. Съемка производилась на приборе D8 Advance (Bruker), α-Cu, напряжение на трубке 40 кВ, ток 40 мА. Обработка полученных данных дифрактограмм и расчет межплоскостных расстояний проводились с помощью программного обеспечения EVA. Расшифровка проб и поиск фаз проводились по программе Search/match с использованием базы порошковых дифрактометрических данных PDF-2.

Результаты и обсуждения

ИК-Фурье спектры

На рисунках изображены ИК-Фурье спектры бентонитовой глины Таганского месторождения: немодифицированной (рисунок 1), модифицированной 3-метакрилоксипропилтриметоксисиланом (МПТМС) в смеси растворителей (мас. соотношение этиловый спирт: дистиллированная вода 70:30) (Рис. 2). Показано, что ИК-спектр минерала зависит от его химического состава и расположения атомов в кристаллической структуре. В Фурье-спектре немодифицированной глины (рисунок 1) в диапазоне 3100–3700 см⁻¹ проявляется полоса поглощения при 3629,3 см⁻¹, обусловленная валентными колебаниями -ОН групп структурно связанной воды. В этом же диапазоне при 3411,6 см⁻¹ наблюдается широкая полоса симметричных валентных колебаний ν₁(Н-О-Н) Н-связанной воды. При 1639,7 см⁻¹ наблюдается полоса, обусловленная деформационными колебаниями ν₂ (Н-О-Н) молекул воды, адсорбированных на глине. Причем в спектре образца 2 указанная полоса смещается в высокочастотную область (1644,4 см⁻¹), и одновременно интенсивность этой полосы уменьшается. Уменьшение интенсивности полосы поглощения показывает, что количество водородных связей молекул Н₂О, присутствующих в модифицированной глине уменьшается при обработке МПТМС. Это является результатом преобразования поверхности глины из гидрофильной в гидрофобную [5].

В Фурье-спектре немодифицированной глины полосы при 1111,6 и 1040 см⁻¹ соответствуют Si-O и Si-O-Si валентным колебаниям монтмориллонита. После модификации глины полоса с 1040 см⁻¹ смещается в область более низких частот (1028 см⁻¹). Полосы 482,4 и

548,7 cm^{-1} соответствуют деформационным колебаниям Si-O-Mg и валентным колебаниям Si-O-Al, соответственно [5].

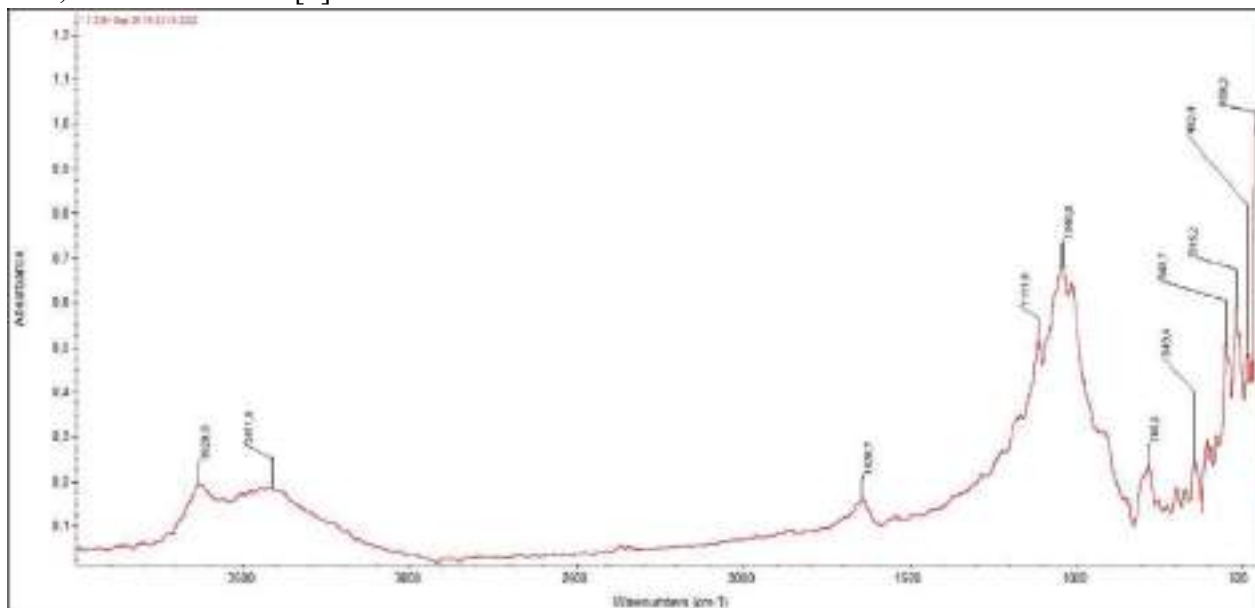


Рисунок 1. ИК-Фурье спектр немодифицированной бентонитовой глины Таганского месторождения (образец 1)

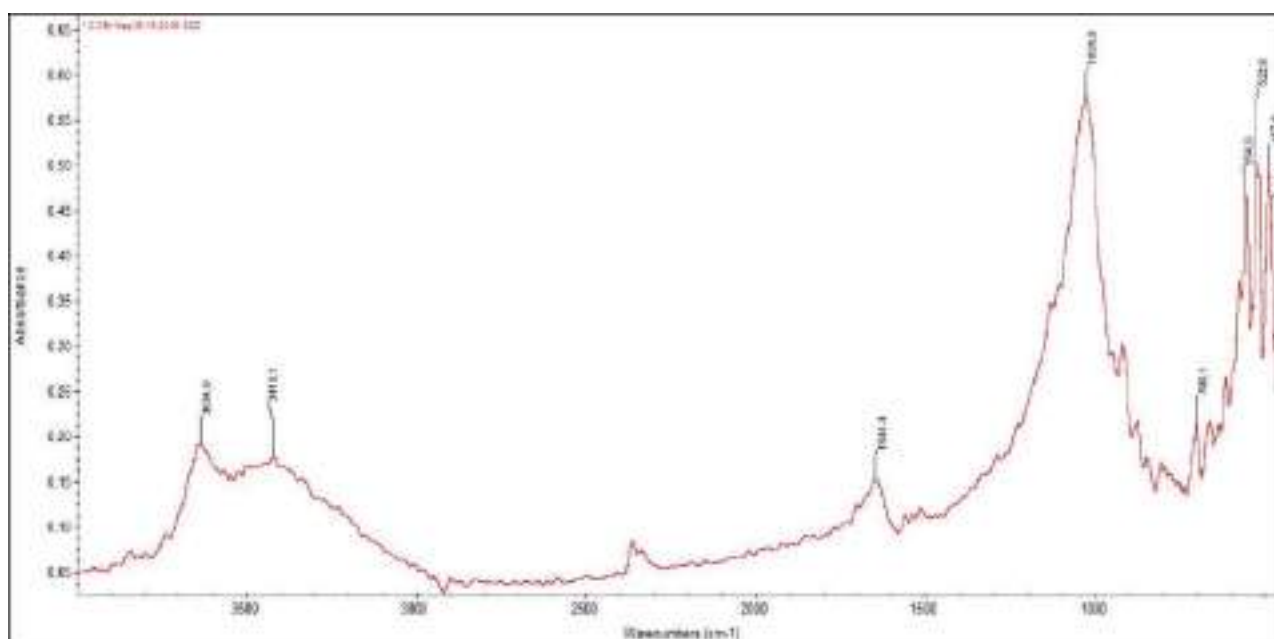


Рисунок 2. ИК-Фурье спектр бентонитовой глины Таганского месторождения, модифицированной 3-метакрилоксипропилтриметоксисилоном (МПТМС) (образец 2)

При интерпретации ИК спектров важно обращать внимание не только на положение максимумов характеристических полос, но и на их интенсивности, форму, расположение относительно других полос. Сопоставление спектров немодифицированной и модифицированной глины в диапазоне с 1400 до 400 cm^{-1} , показало, что в модифицированной глине соотношение интенсивностей полос валентных колебаний Si-O и Si-O-Si групп в сравнении с интенсивностями полос колебаний Si-O-Mg и Si-O-Al групп, значительно увеличилось. Мы полагаем, что это обусловлено увеличением количества силоксановых групп $-(\text{SiO})_n-$, что свидетельствует о протекании процесса силанизации глины, т.е. увеличение силоксановых групп связано с взаимодействием триметоксисилоновых ($\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$) групп

МПТМС с гидроксильными группами на поверхности глины, в результате чего образуются новые связи Si-O и Si-O-Si.

Термогравиметрический анализ

Результаты термического анализа немодифицированной бентонитовой глины приведены на рисунке 3. Из рисунка видно, что термогравиметрическая кривая имеет две ступени, остаточная масса после прохождения двух ступеней составляет 99,52%. На первом участке в интервале температур от 20 до 210°C потеря массы равна 0,37%, на втором участке, от 420–580°C она составляет 0,11%. В данном случае на первой ступени наблюдается эффект наложения двух процессов – уменьшения массы вещества, связанное с потерей поверхностной адсорбированной воды, а также с удалением гидратированных молекул воды из межслоевого пространства.

Следующий эндотермический эффект, характерный для второй ступени обусловлен потерей структурной воды (420–580°C) [5]. В этом температурном интервале происходит выделение основной части структурной воды и частичная аморфизация вещества.

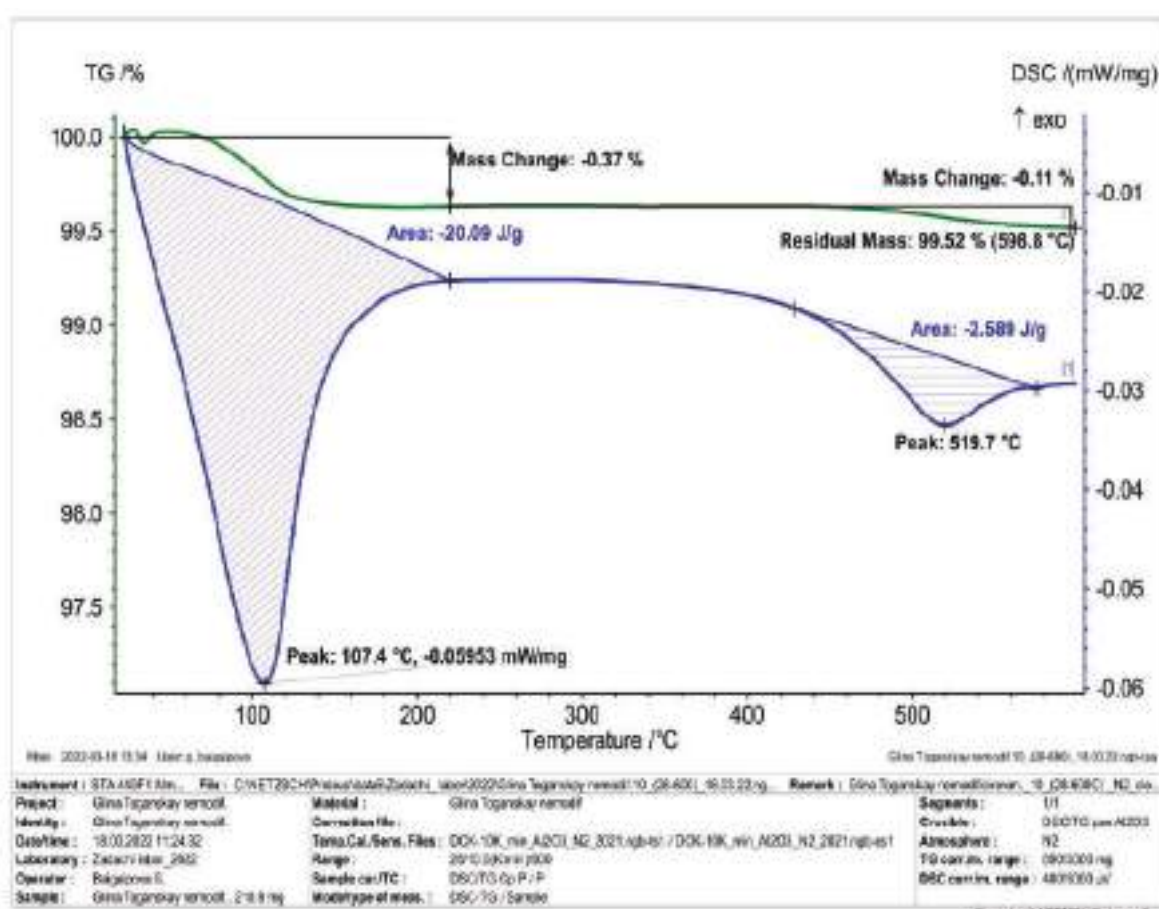


Рисунок 3. Кривые ДСК и ТГ анализа немодифицированной бентонитовой глины Таганского месторождения (образец 1)

На рисунке 4 представлены кривые ДСК/ТГ анализа бентонитовой глины Таганского месторождения, модифицированной (МПТМС) для образца 2. Кривая ТГ также имеет две ступени. На первом участке в интервале температур от комнатной до 240°C потеря массы равна 10,29%, на втором участке, в интервале температур от 400–570°C потеря массы составляет 3,63%. Уменьшение массы вещества на первом участке также связано с потерей поверхностной адсорбированной и связанной воды из межслоевого пространства. Разница в потере веса на первом участке между немодифицированной и модифицированной глиной составляет 9,92%. Также в случае модифицированной глины, на первом участке, наблюдается

увеличение температурного интервала потери массы до 240°C. Это может быть следствием преобразования свойств поверхности модифицированной глины из гидрофильной в гидрофобную, следовательно легче происходит испарение воды с поверхности глины. А при температуре около 220–240°C происходит испарение МПТМС. В связи с этим потеря веса при температуре 220–240°C может быть отнесена к испарению МПТМС. На втором участке модифицированной глины наблюдается увеличение потери структурной воды, которая увеличивается по сравнению с немодифицированной глиной, с 0,11% до 3,63%.

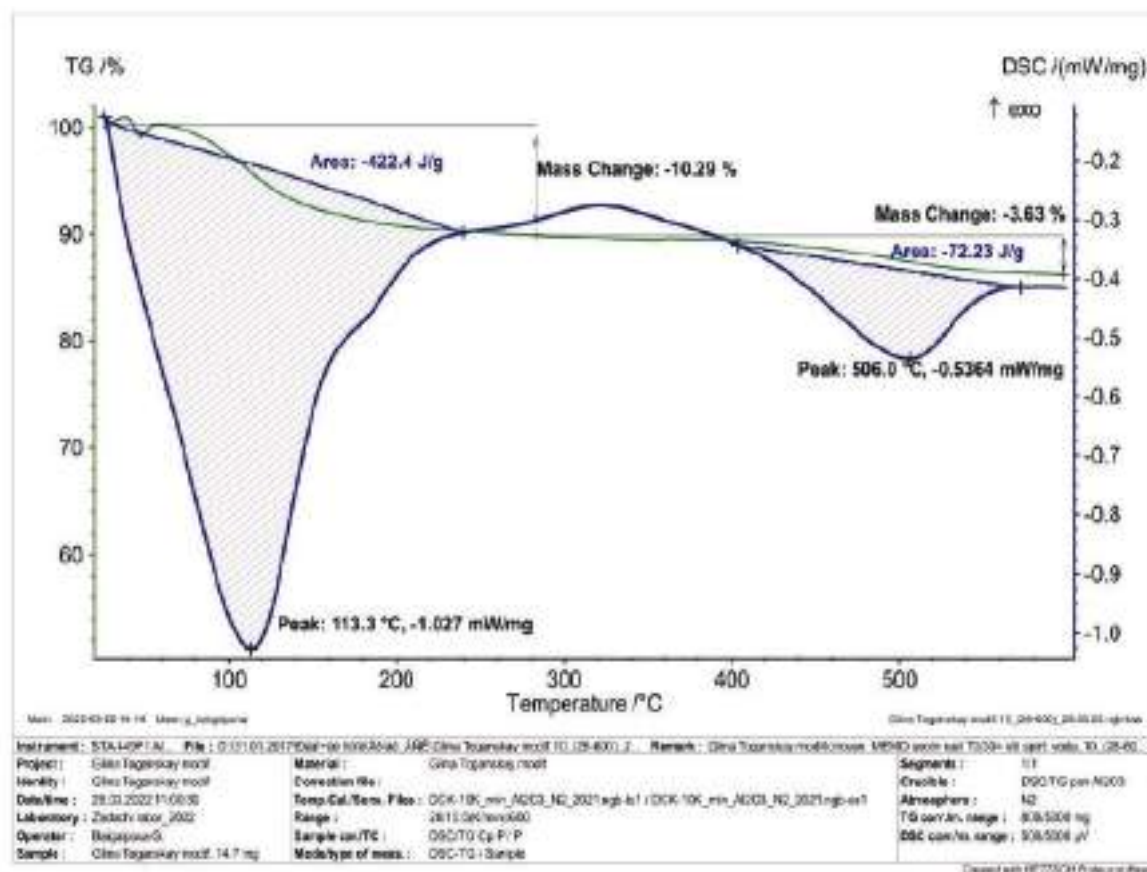


Рисунок 4. Кривые ДСК и ТГ анализа бентонитовой глины Таганского месторождения, модифицированной 3-метакрилоксипропилтриметоксисиланом (МПТМС) (образец 2)

Рентгенофазовый анализ

В рентгенофазовом анализе каждая фаза обладает своей кристаллической решеткой и характеризуется только ей присущим набором межплоскостных расстояний d_{hkl} , которые определяются по формуле (1):

$$2d \cdot \sin 2\theta = n\lambda$$

где d - расстояние между соседними кристаллографическими плоскостями, м;

θ - угол, под которым наблюдается дифракция, град.;

n - порядок дифракции;

λ -длина волны монохроматических рентгеновских лучей, падающих на кристалл, м.

Таким образом, рентгенофазовый анализ является широко используемым методом для определения базального d -расстояния органоглины. На рисунках 5–7 изображены рентгенограммы: немодифицированной бентонитовой Таганской глины (образец 1) (рис 5), ГБ, образца 3 (рис.6) и образца 2 (рис. 7).

Для монтмориллонита характерен пик в малоугловой области 2θ , равном 6–8°. На всех рентгенограммах наблюдается интенсивный пик в этом диапазоне. Для немодифицированной

Для модифицированных глин (образцы 2 и 3) величина угла $2\theta=6,17^\circ$, и соответственно межслоевое расстояние $d=14,3$ нм. Для наглядности, на рисунке 8 показана область, в которой проявляется пик, характерный для монтмориллонита. Увеличение расстояния d в модифицированных образцах указывает на то, что МПТМС был интеркалирован в галерею глинистых материалов. Так как расстояние d в обоих случаях увеличилось на одинаковую величину, мы можем предполагать, что модификация произошла успешно и МПТМС был

интеркалирован между слоями монтмориллонита, и изменение соотношения растворителя не при формировании модифицированных образцов глин не оказывает никакого влияния на эффективность модификации.

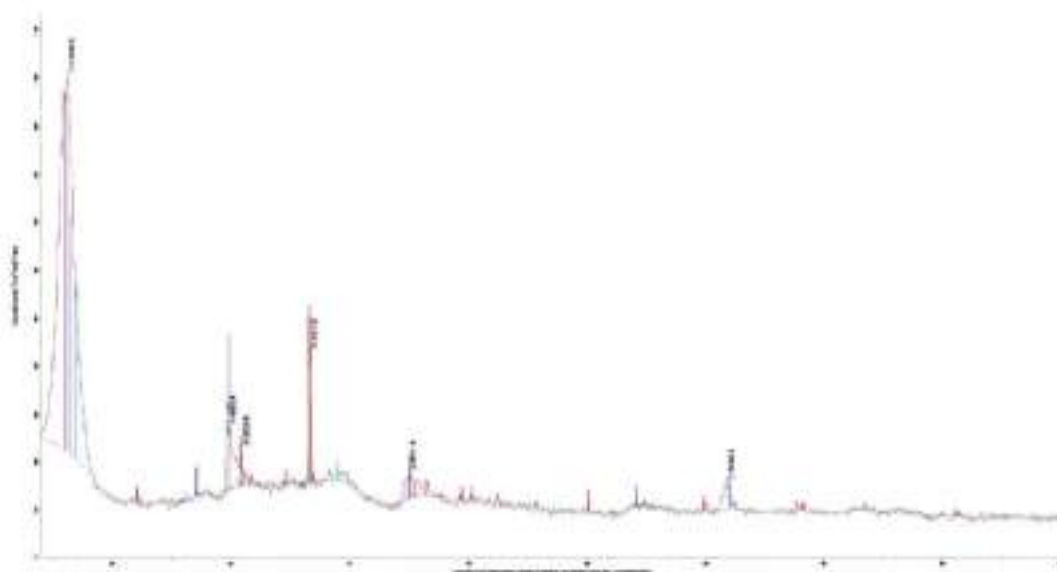


Рисунок 7. Рентгенограмма глины бентонитовой Таганской, модифицированной МПТМС (образец 2)

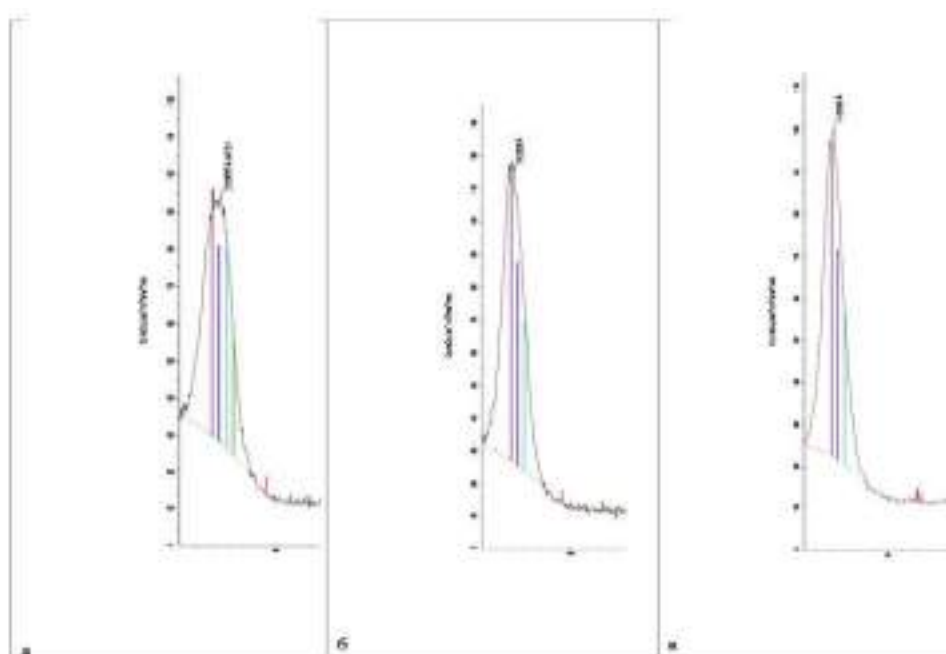


Рисунок 8. Фрагмент рентгенограмм, в котором увеличена малоугловая область с пиком, характерным для монтмориллонита: а - глина немодифицированная; б - глина модифицированная МПТМС (образец 3); в - глина, модифицированная МПТМС (образец 2)

Выводы

В настоящем исследовании бентонитовая глина Таганского месторождения была модифицирована МПТМС при различных соотношениях этилового спирта и воды, использованных в качестве растворителя. Силанизация позволяет получить органофильные глины, с хорошей совместимостью с полимерами. Глины были исследованы с применением различных физико-химических методов анализа – рентгенофазового, ИК-Фурье

спектроскопии и термогравиметрического. Результаты рентгенофазового анализа показали увеличение базального d-расстояния в монтмориллоните, содержащемся в бентонитовой глине, что свидетельствует о том, что произошла силанизация глины. Бентонитовая глина, привитая силаном, в смеси растворителей этанол:вода 70:30 демонстрирует изменение базального расстояния на одну и ту же величину, как и в случае с бентонитовой глины, модифицированной силаном в смеси воды:этанол 90:10. С помощью Фурье-спектроскопии показано, что интенсивности полос, относящихся к валентным колебаниям Si-O и валентным колебаниям Si-O-Si, по отношению к интенсивностям полос Si-O-Mg и Si-O-Al в модифицированной глине увеличилось в сравнении с таковым в спектре немодифицированной глины. Это увеличение может быть обусловлено увеличением силоксановых групп $-(SiO)_n-$, что свидетельствует о протекании процесса силанизации глины. Увеличение силоксановых групп связано взаимодействием триметоксисилановых $(Si-(OCH_3)_3)$ групп МПТМС с гидроксильными группами, расположенными на поверхности глины. В результате силанизации образуются новые связи Si-O и Si-O-Si. Термический анализ показал, что потеря веса в интервале температур 200–240 °C может быть отнесена к испарению МПТМС.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сакипова З. Б. Бентонитовые глины как основа для лекарственных форм [Текст]: . автореф. докт. фарм. наук / Сакипова Зуриядда Бектемировна. - РК, 2010. - 45 с. [8]
2. Помогайло А.Д., Джардималиева Г.И. Металлополимерные гибридные нанокмозиты [Текст]/ А.Д. Помогайло ; Институт проблем химической физики российской Академии наук . - Москва: Наука, 2015. - 490 , [11,12,13] с.- Библиогр.: с. 461-475
3. Хаширова С. Ю., Бесланеева З.Л. , Мусаев Ю.И. , Мусаева Э.Б. , Пахомов С.И. и др. Разработка новых органоглин для получения полимерных нанокмозитов с регулируемыми свойствами //Химия и химическая технология, 2011.- № 5, Т. 54 - С. 86-88.
4. Jawaid M., Qaiss A., Bouhfid R. Nanoclay reinforced polymer composites . Natural fibre/Nanoclay Hybrid Composites [Text]/ Jawaid M .- Singapore: Springer Science+Business Media Singapore, 2016. – 300 [9] p.: - Bibliog: p. 295-296 - ISBN 978-981-10-0950-1 (eBook)
5. He H., D. Yang, P. Yuan, W. Shen and R. L. Frost . A novel organoclay with antibacterial activity prepared from montmorillonite and Chlorhexidini Acetas //Journal of colloid and interface science, 2006. - №1, Vol. 297 - pp. 235-243.- doi:10.1016/j.jcis.2005.10.031

Таган кен орындарының бентонит сазының силандану процесін зерттеу

К.М. Сартбаева, Т.К. Искакова

Анатпа. Бұл зерттеудің максаты – әртүрлі этанол-су қатынасы (этанол-су массасының қатынасы: 70:30) ерітінділеріндегі метакрилоксипропилтриметоксисиланмен (МПТМС) Таган кен орнындағы (Қазақстан) бентонит сазын силанизациялауға реакция жағдайларының әсерін зерттеу; 10:90). Табиғи бентонит сазының және МПТМС-пен өңделген саздың қасиеттерін келесі аналитикалық әдістермен зерттеу: Фурье ИК-спектроскопиясы (IR), термогравиметриялық талдау (TGA), рентгендік фазалық талдау (XRD). Нәтижелер МПТМС сазының модификациясы сәтті болғанын көрсетті, бұл монтмориллонит кристалдық торындағы базальды қашықтықтың ұлғаюымен дәлелденді.

Негізгі сөздер: бентонит сазы, монтмориллонит, метакрилоксипропилтриметоксисилан, силанизация

Study of the silanization process of bentonite clay of the tagansky deposit

K.M. Sartbaeva, T.K. Iskakova

Abstract. The purpose of this article is to study the effect of reaction conditions on silanization of bentonite clay of Tagan deposit (Kazakhstan) by methacryloxypropyltrimethoxysilane (MPTMS) in solutions with different ethanol - water ratio (ethanol - water ratio by mass: 70:30; 10:90). To study the properties of natural bentonite clay and clay treated with MPTMS by the following analytical methods: FTIR spectroscopy (FTIR), thermogravimetric analysis (TGA), X-ray diffraction analysis (XRD). The results showed that the modification of clay by MPTMS was successful, as evidenced by the increase in the basal distance in the crystal lattice of montmorillonite

Key Words: bentonite clay, montmorillonite, methacryloxypropyltrimethoxysilane, silanization

МЫС НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СОЯ ТҰҚЫМЫНЫҢ ӨСУІНЕ ӘСЕРІ

Ғ.Сиғуатова, Е. Жексенбай, Ш. Тілекқабыл, Б. Умерсерик,
С.Қ. Қабдрахманова, Е. Шаймардан, А.Ж. Керимкулова 

Satbayev University, Алматы қ, Қазақстан
kerimkulova07@mail.ru

Аннотация. Осы мақаланың негізгі мақсаты – мыс нанобөлшектерінің өсімдіктердегі әр түрлі микробтық инфекцияларға қарсы күресте қолдану үшін кеңінен зерттеу, соның ішінде грам-оң және грам-теріс бактериялар мен саңырауқұлақтарға қарсы белсенділікті көрсету. Мыс нанобөлшектері қазіргі антибиотиктермен салыстырғанда бактерияға қарсы керемет қасиеттерге ие және өсімдіктердегі азотты бекітеді, төзімділігін арттырады. Мыстың жетіспеуі өсімдіктердің өсуі мен гүлденуін тоқтатады, жапырақтың хлорозына ұшырайды, жасушасерпімділігін жоғалтады (өсімдіктің солуды). Біз мыс нанобөлшектерінің соя тұқымының өсуіне әсер ету механизмдерін қарастырамыз. Бұл эксперименттік жұмыста мыс нанобөлшегінің әртүрлі концентрациядағы ерітінділерін синтездеп және оны соя тұқымын суаруда қолдана отырып, оның әсер ету механизмін зерттедік.

Негізгі сөздер: мыс нанобөлшектер, соя тұқымы, натрий боргидриді

Қазіргі ауыл шаруашылығының өзекті мәселелерінің бірі – өсімдіктердің ауруларға, зиянкестерге, арамшөптерге және қоршаған орта әсерлеріне төзімділігін қамтамасыз ету арқылы биотехнологиялық әдістер арқылы қол жеткізілетін ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру [1-5]. Сонымен қатар қолданылатын наноматериалдардың ауқымы айтарлықтай кең. Бұл металдардың, керамиканың, силикаттардың, магниттік бөлшектердің, кванттық нүктелердің, нанотүтіктердің, полимерлердің, дендримерлер мен эмульсиялардың әртүрлі оксидтері [6–8] өсімдіктердің қоректенуін оңтайландыру және өнімдердің сапасын арттыруға, қорғауға [9, 10] мүмкіндік береді. Өсімдік биотехнологиясында нанобөлшектерді, мысалы, жасуша дақылдары-продуценттерінде [11-13] биологиялық белсенді заттардың синтезін реттеу үшін, бактерияларды, вирустарды және саңырауқұлақтарды анықтау үшін биомаркерлер ретінде [14, 15]; жасушаларға ДНҚ жеткізу үшін [16, 17]; пестицидтерді анықтауға арналған наносенсорлар ретінде [18] пайдалануға болады. Нанотехнологияларды қолдану вирустық, саңырауқұлақ және бактериялық аурулардан, кенелер мен нематодтардан таза отырғызу материалын қалпына келтіру және өсіру әдістерін жетілдіреді.

Қазіргі уақытта әлемде пестицидтерді тұтыну шамамен 2,5 миллион тоннаны құрайды, оның ішінде гербицидтер 40% -дан астамды құрайды (Fenner et al., 2013). Қолданылатын пестицидтің ең аз бөлігі ғана мақсатты ағзаға түседі (0,1%), ал қалған бөлігі топырақты, жер үсті суларын және жер асты суларын ластайтын қоршаған ортаға таралады, осылайша тірі организмдерге қауіп төндіреді (Olchanheski et al., 2014)

Металл NP-тердің уыттылығы төмен, иондық түрдегі металдардың уыттылығынан 7–50 есе аз; биотикалық дозада ұзақ және көп функциялы әсерге ие, яғни. максималды рұқсат етілген дозадан 10-50 есе аз дозаларда метаболикалық процестерді ынталандыру; ағзалар мен тіндерге сенуге қабілетті. NP биологиялық белсенділігі бөлшектердің құрылымдық ерекшеліктеріне және олардың физика-химиялық сипаттамаларына байланысты; табиғи полисахаридтері бар металл нанобөлшектері синергиялық әсер көрсетеді [19-22].

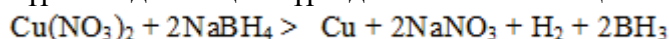
Мыс нанобөлшегінің бактерияға қарсы ролі. АҚШ-тың Қоршаған ортаны қорғау агенттігі бактерияға қарсы белсенділігіне байланысты мысты бірінші қатты зат ретінде микробқа қарсы элемент деп таныды. Ол алғаш рет жаралар мен суды зарарсыздандыру үшін қолданылған, кейінірек тырысқаққа қарсы иммунитеті дамығаны анықталды [23]. Мыстың қол жетімділігін және оның күміс пен алтынға ұқсас қасиеттерін ескере отырып, мысты жақсы баламасанады. Мыстың бактерияға қарсы қасиеттері ғана емес, сонымен қатар *E. coli* сияқты әртүрлі микроорганизмдердің дамуын төмендететін зерттеу қарсы қасиеттері бар екені анықталды [24]. Зерттеулер көрсеткендей, мыс және оның композиттері ғасырлар бойы сұйықтықтарды, беттерді, материалдарды, тоқыма және адам тіндерін зарарсыздандырудың арзан және тиімді әдістеріне байланысты қолданылады [25].

Соя (лат. *Glycine max*) – бір жылдық шөптесін өсімдік, бұршақ тұқымдасының соя (*Glycine*) тұқымдасының бір түрі. Соя барлық континенттердегі 60-тан астам елде кеңінен өсіріледі. Соя тұқымдары (ағылшынша *soya bean*, *soybean*) - біздің заманымызға дейінгі үшінші мыңжылдықта белгілі кең таралған өнім. Соя бұршақ және майлы дақылдар арасында ең көп таралған. Ол азық-түлік өнімдерінің кең ассортименти үшін шикізат ретінде қызмет етеді, ал ақуыздың және құнды тағамдық компоненттердің жоғары мөлшері оны ет және сүт өнімдерін арзан және пайдалы алмастырғыш ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Жұмыста келесі реагенттер пайдаланылды: мыс нитраты $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (99,9%, Sigma Aldrich), натрий тетрагидробораты NaBH_4 (99,9%, Sigma Aldrich), Тізімде көрсетілген реагенттер қосымша тазартусыз пайдаланылды. Агроминерал ретінде соя тұқымы алынды.

Мыс нанобөлшегін дайындау. Ең алдымен, мыс нитратының 3 түрлі массасын әр қайсысын бөлек аналитикалық таразымен өлшеп дайындап алдық. Кейін әр қайсысын ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 0,00243г; 0,00486г; 0,00729г) 1000 мл дистелденген сумен қосып, ерітіндіні дайындап алдық.

Мыс нитратын натрий борогидратымен титрлеу. Дайын болған мыс нитратының ерітіндісін натрий борогидратымен титрлеп аламыз. Ол үшін натрий борогидратының 0,378граммын аналитикалық таразымен өлшеп аламыз. Кейін оны 100 мл дистелденген суғасалып ерітеміз. Бастапқыда жасалған мыс нитратының ерітіндісіне дайындалған натрий борогидрат ерітіндісінің 3 – 4 тамшысын тамшылата отырып, сары – қоңыр түске өзгергенін байқаймыз. Бұл мыстың бөлінгенін көрсетеді. Алайда, титрлеу тек тұқымды суару алдында ғана жүргізіледі. Реакция түрінде жазатын болсақ:



Тұқымдарды егу. Металдардың нанобөлшектері микротыңайтқыш және пестицидтер ретінде пайдаланылады. Оларды агроөнеркәсіп саласында пайдалану - ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіруде кең мүмкіндіктер ашады. Осы тәжірибеде агроминерал ретінде бұршақ тұқымдасына жататын сояны алдық. Оның 2 түрлі сорты алынды: «Нұр» және «Прогресс».

Зертханалық жұмыс бірнеше эксперименттік тәжірибелерден тұрады. Егу орнына байланысты: рулондық әдіс әрі топыраққа егу.

Топыраққа егу кезеңінде 2 түрдегі топыраққа егілді яғни, грунт және топырақ

Экспериментте 3 түрлі концентрация алынды: $1 \cdot 10^{-5}$ г/моль; $2 \cdot 10^{-5}$ г/моль; $3 \cdot 10^{-5}$ г/моль. Бұл ерітінділерден бөлек бақылау жасау үшін бұршақтар күнделікті қолданатын тазасуға да егілді. Ол рулонға да, топыраққа да егілді.

Рулондық әдіспен орау. Бұл әдісте дистелденген қағаз қолданылады. Бұршақ санын бірінші экспериментте 30 данадан алдық. Осы 30 дана бұршақты қағаз бетіне арасына 1 см қалдырып тізбектеп қойып шығамыз. Үстіне бұршақтардың бетін жауып тұратындай етіп тағы да дистелденген қағаз орналастырамыз. (бұршақтар орнынан қозғалып кетпес үшін қағаз бетіне дистелденген су шашып тұру керек). Оның үстіне целлофан жауып, ораймыз. Оралған рулон қағазымыздың сыртын жабыстырып қоямыз. Бұл жұмыс әр сортқа бөлек – бөлек жасалады. Тәжірибе нәтижелері 1-4 кестелер мен 1-5 суреттерде келтірілген.



Топыраққа және грунтқағу.

30 дана бұршақты топыраққа және грунтқа бөлек егеміз. Ең бастысы топырақтаартық заттар және қатты, үлкен тастар болмауы тиіс. Бұршақтарды арасына 1 см қалдырып, тізбектеп егіп шықтық. Екінші грунтқа да дәл солай жасап шығамыз.



Жасалған тәжірибелер бойынша нәтижелер.

1-кесте. Рулондау әдісінің нәтижелері. Сорт - Нұр

Соя сорты «Нұр»												
Бақылау - Су				1*10 ⁻⁵ г/моль			2*10 ⁻⁵ г/моль			3*10 ⁻⁵ г/моль		
Жалпы тұқым саны	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %
30	90	0	10	83,3	6,7	10	76,7	6,7	16,7	33,3	30	36,7
30	83,3	3,3	13,3	73,3	0	26,7	76,7	10	13,3	40	26,7	33,3
30	80	0	20	76,6	20	3,4	46,7	20	33,3	50	16,7	33,3
100%	84,4	1,1	14,5	77,7	8,9	13,4	66,7	12,2	21,1	41,1	24,5	34,4

2-кесте. Рулондау әдісінің нәтижелері. Сорт – Прогресс.

Соя сорты «Прогресс»										
1*10 ⁻⁵ г/моль				2*10 ⁻⁵ г/моль			3*10 ⁻⁵ г/моль			
Жалпы тұқым саны	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	
30	36,7	33,3	30	63,3	30	6,7	66,7	13,3	20	

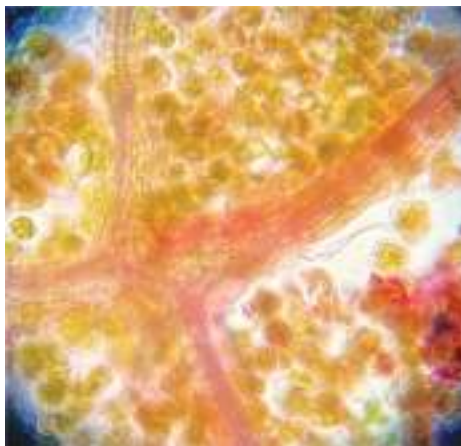
30	16,7	30	53,3	93,4	3,3	3,3	60	16,7	23,3
30	50	16,7	33,3	50	20	30	40	16,7	43,3
100%	34,5	26,7	38,8	68,9	17,8	13,3	55,6	15,6	28,8

3-кесте. Топыраққа егілген тұқымның нәтижелері. Сорт – Нұр.

Соя сорты «Нұр»												
Бақылау - Су				1*10 ⁻⁵ г/моль			2*10 ⁻⁵ г/моль			3*10 ⁻⁵ г/моль		
Жалпы тұқым саны	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %
30	24	3	3	25	3	2	30	0	0	26	2	2
100%	80	10	10	83,3	10	6,7	100	0	0	86,6	6,7	6,7

4-кесте. Топыраққа егілген тұқымның нәтижелері. Сорт – Прогресс.

Соя сорты «Прогресс»									
1*10 ⁻⁵ г/моль				2*10 ⁻⁵ г/моль			3*10 ⁻⁵ г/моль		
Жалпы тұқым саны	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %	Жақсы өскен тұқым, %	Өспеген тұқым, %	Өскен ауру тұқым, %
30	25	3	2	28	2	0	25	2	3
100%	83,3	10	6,7	93,3	6,7	0	83,3	6,7	10



1-сурет. *Fusarium* туысы *Хламидоспора* патогенді саңырауқұлақтарымен зақымдалуы (соя «Прогресс» сорты, тәжірибелік)

Хламидоспоралар мицелий гифтерінде және макроконидияларда пайда болады, соңғы-апикальды (терминалды) немесе аралық (интеркалярлық) тізбектерде немесе гломерулада (түйіндерде) түрлі-түсті қызғылт сары немесе сары түсте болады. Хламидоспораны микроскоппен қараған кезде өте қалың пигментті жасуша қабырғасымен бөлінген сфералық немесе жұмыртқа тәрізді жасуша ретінде көрінеді. Хламидоспораның түзілуіне әр түрлі: мысалы, қоректік заттардың аз болуы, құрғақшылық, температураның жоғарылауы немесе төмендеуі және өсімдік ағзасында қоздырғыштардың пайда болуына байланысты факторлар әсер етуі мүмкін.



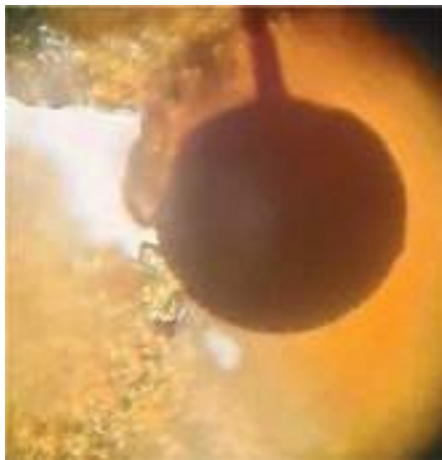
2-сурет. *Fusarium Gibbosum* патогенді саңырауқұлақтарымен зақымдалуы (соя «Нұр» сорты, тәжірибелік)

Fusarium Gibbosum түрлері топырақта органикалық заттармен және өсімдіктерде факультативті паразитті қоректеніп, соңғыларында ауру туғызады. Макроконидиялары орақ, ұршық тәрізденген, әлсіз иілген, екі ұшы сүйірленген, кейде жіп тәрізді 3–6 жасушаға бөлінген. Таза себінді екіпесінде әртүрлі ашық түсті үлпілдек жіпшумақты, дифференцияланған немесе аздап тармақталған конидия сағақтары болады *Fusarium* туысы штаммдарынан колониясының тез өсуімен ерекшеленеді. Конидияларынан тек макроконидиялары түзіледі, кейде аздап 1–2 жасушалы микроконидияларын кездестіруге болады. Ортаңғы бөлігі кеңдеу, екі ұшы созылыңқы түрде сүйірленген. Негізінен 4-тен 8 жасушалыға дейін болады. Фузариум туысына жататын саңырауқұлақтардың басым көпшілігі фитотрофты. Фузариум: анаморфты зен саңырауқұлағы, аскомикоттардың өкілі. Оның түрлері халық шаруашылығына айтарлықтай зиян келтіреді, өсімдіктер мен жануарларға кері әсер етеді. Олар фузариумның жалпы атауымен белгілі бір қатар ауруларды тудырады. Кейбір түрлері өсімдіктермен селбесіп, олардың тамырында өсімдіктерге қолайлы заттар бөледі. Фузариум саңырауқұлақтары өсімдік жапырақтары мен тамыр аймақтарын зақымдайды.



4-сурет. *Riessia naumovii* Kamyschko өкілі патогенді саңырауқұлақтарымен зақымдалуы (соя «Нұр» сорты, тәжірибелік)

Pycnostysanus lindau туысының *Riessia naumovii* Kamyschko колониясы түкті, күлгін-қызғылт, сұрғылт түсті: Гифтері септаланған, цилиндрге жинақталған, коремии ұштарында қысқа, түссіз конидий ұстағышы болады. Конидий ұстағышының төбелік ұшында жалғыз төрт клеткалы төрт күлтелі гүл секілді конидий орналасады. Аталған патогенді саңырауқұлақтар өсімдіктің даму процесін тежейді.



5-сурет. Зең саңырауқұлақтарымен зақымдалуы
(соя «Прогресс» сорты, тәжірибелік)

Зең - микроскопиялық саңырауқұлақтар, оларды қарапайым көзбен көру мүмкін емес. Олардың жалпы атауы - микромицеттер - төменгі және ішінара жоғары саңырауқұлақтар тобы. Оның бір жасушалы мицелияларының ұшында түссіз спорангия түзіледі. Ылғалды ортада спорангия жарылып, споралар босап шыққаннан кейін жаңа жасушалар пайда болады. Топырақта кең таралған төменгі зең саңырауқұлақтар туысының өкілі, оның мицелийі бөлімдері жоқ бір үлкен тармақталған көп ядролы жасушадан тұрады. Оның әрқайсысының ұзындығы бірнеше сантиметрге жететін, түсі жоқ спорангиофордың жоғарғы жағы споралар пісетін қара баспен аяқталады. Бұл саңырауқұлақтар тамақ өнімдерінде зең түзеді және микоздарды (саңырауқұлақ аурулары) тудыратын қабілетімен ерекшеленеді. Жануарлар мен адамдарда мукоромикозды тудырады. Олардың арасында өнімдердің бұзылуына жәнсақтау мерзімін қысқартуға, тіршілік әрекеті кезінде токсиндер шығарады. Олар тіпті жылдам өртенетін өнімдерді - шөптің, сабанның, жемшөп дақылдарын қыздырып өздігінен жануына әкелуі мүмкін. Адамдарға көбінесе зең саңырауқұлақтарына аллергиялық реакция тудырады. Зеңі саңырауқұлақтарынан бөлінген токсинді заттар тыныс алу жолдарына түсіп, денсаулықты бұзады және әртүрлі асқынуларды тудырады.

Осы мақалада мыс нанобөлшегінің соя тұқымына әсері зерттелінді. Cu-NPs енгізіліп суарылған, топыраққа егілген соя тұқымы: тамырының ұзындығы мен оның активтілігі, өсімдік жапырағының хлорофилінің жеткілікті болуы секілді біршама жақсы көрсеткіштерге ие болды. Тұқымды рулондық әдіспен өсіру жетілген тамырдың активті жүйесімен жақсы алынғанымен, өнімділікті арттыруда қолайсыз болады. Нәтижелерде көрсетілгендей, мыс нанобөлшегінің 3 түрлі концентрациялары соя тұқымына әртүрлі әсер еткені кестеде көрсетілген. Бақылау ретінде рулонға орау тәжірибесінде Нұр сортындасумен салыстырғанда CuNPs $3 \cdot 10^{-5}$ г/моль концентрациясында өнімділік 41,1% ға төмендегенін көруге болады. Бірақ, топырақта дәл сол концентрацияда 86,6% ға өскенін байқауға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Grillo R., Rosa A.H., Fraceto L.F. Engineered nanoparticles and organic matter: a review of the state-of-the-art // Chemosphere. 2015. V. 119. P. 608–619.
2. Jampilek J., Kral'ova K. Application of nanotechnology in agri- culture and food industry, its prospects and risks // Ecol. Chem. Eng. S. 2015. V. 22. P. 321–361.
3. Parisi C., Vigani M., Rodriguez-Cerezo E. Agricultural nano- technologies: what are the current possibilities? // Nano Today. 2015. V. 10. P. 124–127.
4. Bhagat Y., Gangadhara K., Rabinal C., Chaudhari G., Ugale P. Nanotechnology in agriculture: a review // J Pure App Micro- biol. 2015. V. 9. P. 737–747.

5. Dasgupta N., Ranjan S., Mundekkad D., Ramalingam C., Shanker R., Kumar A. Nanotechnology in agro-food: from field to plate // *Food Res. Int.* 2015. V. 69. P. 381–400.
6. Garcia M., Forbe T., Gonzalez E. Potential applications of nano- technology in the agro-food sector // *Ciencia Tecnol. Aliment.* 2010. V. 30. P. 573–581.
7. Savage N., Diallo M.S. Nanomaterials and water purification: opportunities and challenges // *J. Nanopart. Res.* 2005. V. 7. P. 331–342.
8. Servin A., Elmer W., Mukherjee A., De la Torre-Roche R., Ham- di H., White J.C., Bindraban P., Dimkpa C. A review of the use of engineered nanomaterials to suppress plant disease and en- hance crop yield // *J. Nanopart. Res.* 2015. V. 17. P. 1–21.
9. Ruttkay-Nedecky B., Krystofova O., Nejdil L., Vojtech A. Na- noparticles based on essential metals and their phytotoxicity // *J. Nanobiotechnol.* 2017. V. 15. P. 33–35.
10. Azamal H., Khwaja S.S. Phytosynthesis of nanoparticles: con- cept, controversy and application // *Nanoscale Res. Lett.* 2014. V. 9. No 1. P. 229–252.
11. Javed R., Usman M., Yücesan B., Zia M., Gürel E. Effect of zinc oxide (ZnO) nanoparticles on physiology and steviol glycosides production in micropropagated shoots of *Stevia Rebaudiana* Bertoni // *Plant Physiol. Biochem.* 2017. V. 110. P. 94–99.
12. Fazal H., Abbasi B.H., Ahmad N., Ali M. Elicitation of medici- nally important antioxidant secondary metabolites with silver and gold nanoparticles in callus cultures of *prunella vulgaris* L // *Appl. Biochem. Biotechnol.* 2016. V. 180. No 6. P. 1076–1092.
13. Копач О.В., Кузовкова А.А., Азизбекян С.Г., Решетни- ков В.Н. Использование наночастиц микроэлементов в био- технологии лекарственных растений: воздействие наноча- стиц меди на клеточные культуры *Silybum Marianum* L // *Труды БГУ.* 2013. Т. 8. No 2. С. 20–23.
14. Wang L., Liu Z., Xia X., Yang C., Huang J., Wan S. Colorimetric detection of Cucumber green mottle mosaic virus using un- modified gold nanoparticles as colorimetric probes // *J. Virol. Methods.* 2017. V. 243. P. 113–119.
15. Zou M., Zhang F. Li J, Wang N. Rapid detection of lily symp- tomless virus with CdTe quantum dots by flow cytometry // *J. Immunoassay. Immunochem.* 2011. V. 32. No 4. P. 259–268.
16. Zarei H., Kazemi Oskuee R., Hanafi-Bojd M.Y., Gholami L., Ansari L., Malaekheh-Nikouei B. Enhanced gene delivery by polyethyleneimine coated mesoporous silica nanoparticles // *Pharm. Dev. Technol.* 2018. V. 6. P. 1–6.
17. Patolsky F., Gill R., Weizmann Y., Mokari T., Banin U., Willner I. Lighting-up the dynamics of telomerization and DNA repli- cation by CdSe-ZnS quantum dots // *J. Am. Chem. Soc.* 2003. V. 125. No 46. P. 13918–13919.
18. Yan X., Song Y., Zhu C., Li H., Du D., Su X., Lin Y. MnO₂ nanosheet-carbon dots sensing platform for sensitive detection of organophosphorus pesticides // *Anal. Chem.* 2018. V. 90. No 4. P. 2618–2624.
19. Глущенко Н.Н., Богословская О.А., Ольховская И.П. Физи- ко-химические закономерности биологического действия высокодисперсных порошков металлов // *Химическая фи- зика.* 2002. Т. 21. No 4. С. 79–85.
20. Рахметова А.А., Алексеева Т.П., Богословская О.А., Лейпун- ский И.О., Ольховская И.П., Жигач А.Н., Глущенко Н.Н. Ранозаживляющие свойства наночастиц меди в зависимо- сти от их физико-химических характеристик // *Российские нанотехнологии.* 2010. Т. 5. No 3–4. С. 102–107.
21. Богословская О.А., Рахметова А.А., Овсянникова М.Н., Ольховская И.П., Глущенко Н.Н. Особенность антими- кробного действия наночастиц меди разной дисперсности и фазового состава // *Российские нанотехнологии.* 2014. Т. 9. No 1–2. С. 93–96.
22. Рахметова А.А., Богословская О.А., Ольховская И.П., Жи- гач А.Н., Ильина А.В., Варламов В.П., Глущенко Н.Н. Со- вместное действие наночастиц органической и неоргани- ческой природы на примере наночастиц хитозана и меди в составе мази на процесс ранозаживления и бактериальные клетки // *Российские нанотехнологии.* 2015. Т. 10. No 1–2. С. 119–126.
23. Sistemática, D.; Gabriela, S.S.; Daniela, F.; Helia, B. Copper Nanoparticles as Potential Antimicrobial Agent in Disinfecting Root Canals. A Systematic Review. *Int. J. Odontostomat* 2016, 10, 547–554.
24. Raffi, M.; Mehrwan, S.; Bhatti, T.M.; Akhter, J.I.; Hameed, A.; Yawar, W. Investigations into the antibacterial behavior of copper nanoparticles against *Escherichia coli*. *Ann. Microbiol.* 2010, 60, 75–80. [CrossRef]
25. Borkow, G.; Gabbay, J. Copper, an ancient remedy returning to fight microbial, fungal and viral infections. *Curr. Chem. Biol.* 2009, 3, 272–278.

Влияние наночастиц меди на рост сои
Ғ.Сигуатова, Е. Жексенбай, Ш. Тілекқабыл, Б. Умерсерик,
С.Қ. Қабдрахманова, Е.Шаймардан, А.Ж. Керимкулова

Аннотация. Основной целью данной статьи является изучение применения наночастиц меди в борьбе с различными микробными инфекциями растений, в том числе их активности в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий и грибов. Наночастицы меди обладают отличными антибактериальными свойствами по сравнению с современными антибиотиками и фиксируют азот в растениях, повышая их устойчивость. Недостаток меди останавливает рост и цветение растений, приводит к хлорозу листьев, потере эластичности клеток (увяданию растения). Рассмотрены механизмы, с помощью которых наночастицы меди влияют на рост соевых бобов. В данной экспериментальной работе мы изучили механизм действия наночастиц меди путем синтеза растворов различной концентрации и использования их при орошении семян сои.

Ключевые слова: наночастицы меди, соевые бобы, боргидрид натрия.

The effect of copper nanoparticles on the growth of soybeans
G. Siguatova, E. Zheksenbay, Sh. Tlekkabyl, B. Umerserik, S.K. Kabdrakhmanova,
E. Shaimardan, A.Zh. Kerimkulova

Abstract. The main purpose of this article is the study of the use of nanoparticles in the fight against various microbial infections of plants, including their activity in relation to gram-positive and gram-negative bacteria and fungi. Nanoparticles possess excellent antibacterial properties in comparison with modern antibiotics and fix nitrogen in plants, increasing their resistance. Insufficient copper stops the growth and flowering of plants, leads to chlorosis of leaves, loss of cell elasticity (wilting of plants). The mechanisms by which nanoparticles of copper affect the growth of soybeans are considered. In this experimental work, we studied the mechanism of action of nanoparticles through the synthesis of solutions of different concentrations and their use in the cultivation of soybeans.

Keywords: copper particles, soybeans, sodium borohydride.

Осы еңбекті орындау және мақала жазу барысында студенттер атынан Есбол Шаймардан ағайға және Айнұр Қабдрахмановаға алғысымызды білдіреміз.

ARDUINO, PYTHON, TCLAB В ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Д.М. Юсупалиев*, К.Ж. Абдиев

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

d.yussupaliyev@stud.satbayev.university

Аннотация. Развитие технологий позволяет получать прикладной опыт посредством лабораторий, симуляций и т.д. Проект TCLab, разработанный в США, в 2018 г. получил награду Американского Института Химических Технологий (AIChE) за развитие вычислительных практик. Устройство TCLab представляет из себя небольшую мини лабораторию для изучения термодинамики технологических процессов и контроля технологическим процессом, также развиваются навыки программирования на языке Python. При этом сама мини-лаборатория относительно проста, аналогичное устройство может быть разработано силами института или университета. В данной статье будет дано описание и плюсы использования устройств подобных TCLab в образовательных процессах, также будут приведены наглядные примеры: работа PID регулятора и более сложных прогрессивных контроллеров.

Ключевые слова: Arduino, Python, TCLab, термодинамика, управление технологическим процессом, химические технологии

Зачастую модели Arduino ассоциируются с электроникой, автоматизацией и робототехникой. Тоже самое можно сказать о языке программирования Python. Для химической инженерии более привычны различные программы моделирования технологических процессах как Hysys, Piperphase и т.д. Можно осуществить простую симуляцию в Excele к примеру. Данные симуляции имеют один недостаток, симуляции не могут передать не идеальные условия реальных применений. В реальных условиях предприятия датчик температуры или давления может иметь отклонения, связанные с плохой установкой в поле.

Для изучения термодинамики и динамики процессов в США разработали мини-лабораторию TCLab. Данное устройство позволяет изучать вопросы теплопередачи, динамики технологического процесса, управления технологическим процессом, и даже программирование, машинное обучение и науку о данных на реальных данных. Данное устройство относительно недорогое 35\$ (зависит от курса доллара США). Однако учитывая простоту устройства, аналогичную мини-лабораторию вполне собрать в рамках образовательных проектов внутри университета.



Рисунок 1 – Мини лаборатория TCLab

Устройство представляет из себя плату Arduino с двумя нагревателями и сенсорами, лампа LED. Контроль за лабораторией осуществляется через USB порт на языках программирования Python или Matlab. Использование лаборатории не требует продвинутого знания программирования, однако является хорошим инструментом как раз-таки для изучения основ программирования для инженеров.

При помощи данного устройства можно смоделировать и изучать PID регуляторы. В отличие от симуляции, на показания датчиков и соответственно на результаты может влиять различные факторы как температура в комнате, сквозняк, состояние термопасты датчика.

PID регулятор (рис. 1) формирует значение управляющего сигнала (OP) на клапан, нагреватель и т.п. из суммы трех составляющих: Пропорциональной (P), Интегральной (I) и Производной (D).

В каждой из них учитывается уставка (SP) на значение технологического процесса и текущее значение (PV). Для каждой из составляющей в регуляторе определяются коэффициенты, что называется тюнингом или тонкой настройкой регулятора.

Данные коэффициенты подбираются для каждого оборудования индивидуально. Как видно из описания, уставку на PID регуляторы задает оператор, затем регулятор корректирует управляющий сигнал соответственно.

На графиках (рис.2) ниже показаны тесты на различных значениях коэффициентов пропорциональной и интегральной составляющей PID контроллера.

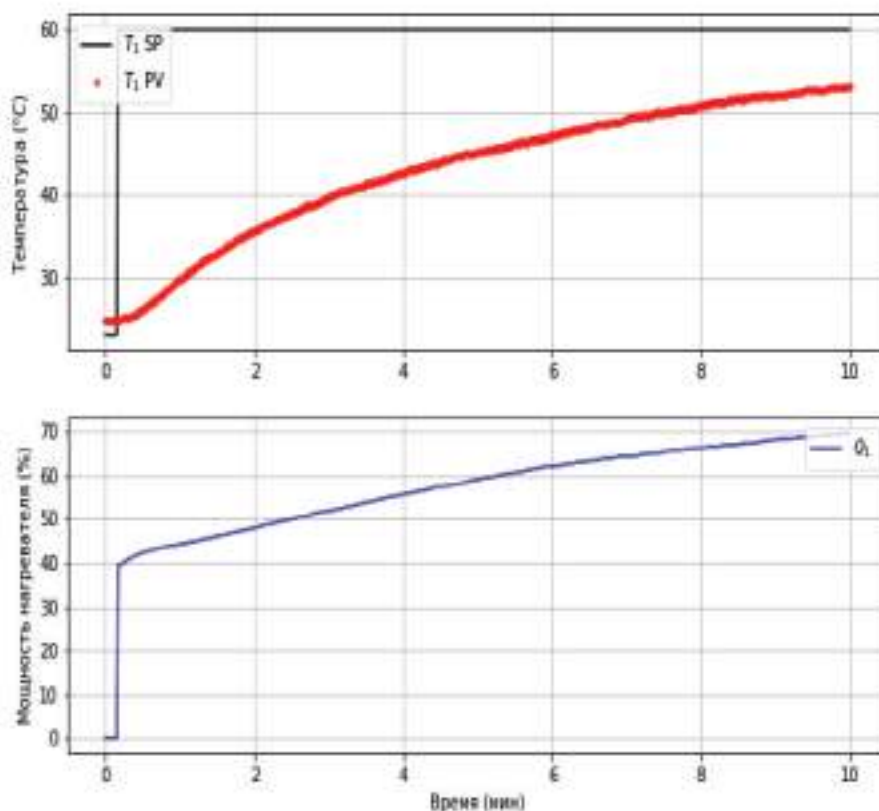


Рисунок 2 – Пример работы PID регулятора, нагрузка нагревателя повышается для достижения целевого значения в 60 °C. $K_p = 1/0.9$, $K_c = 175$

На следующем графике (рис. 3) видно, что на начало второго теста показания на датчике T1 не упали до комнатных температур и устройство из-за более «медленных» настроек тюнинга реагирует медленнее чем в первом тесте.

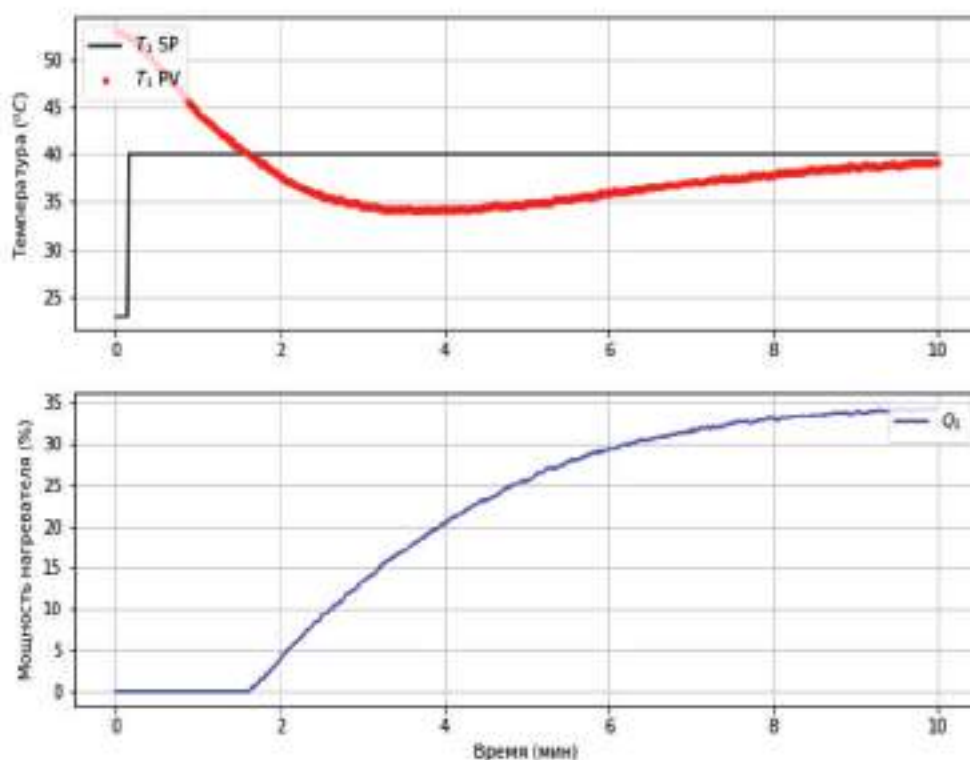


Рисунок 3 - Пример работы PID регулятора при иных коэффициентах $K_p = 1.5$, $K_c = 80$. Целевое значения 40 °С. Нагреватель включается после падения температуры ниже 40 °С.

Также наличие двух нагревателей различной мощности позволяют изучать влияние побочных эффектов на контроллер. В тесте ниже (рис. 4), показано как PID контроллер, привязанный на нагреватель Q_1 и датчик T_1 держат уставку в 40 градусов, в то время как нагреватель Q_2 включается на 100% мощности и отключается через некоторое время.

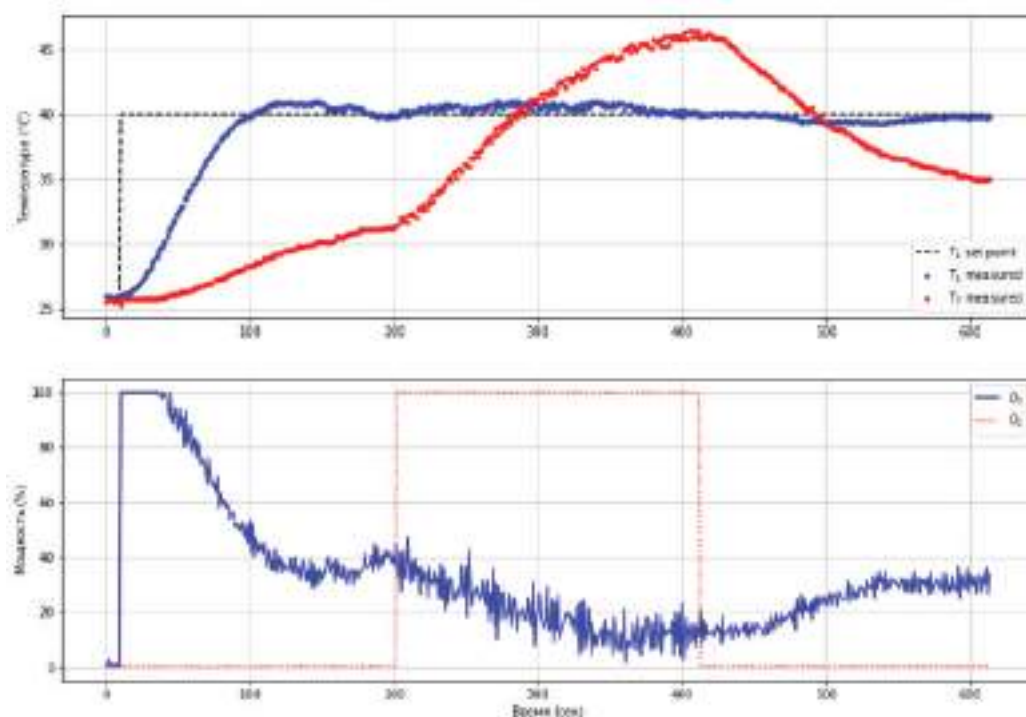


Рисунок 4 – Нагреватель 1 работает под управлением PID регулятора. Нагрузка 1 корректируется относительно внешнего источника тепла Нагревателя 2.

Другим применением мини лаборатории TCLab является изучение прогрессивных контроллеров. Прогрессивные контроллеры, использующие модели технологического процесса, помогают стабилизировать процесс и соответственно увеличить эффективность и экологичность процесса.

Прогрессивные контроллеры, работающие по моделям технологического процесса, корректируют значение уставок на PID регуляторы относительно прогнозам согласно моделям. К примеру, после начала цикла регенерации катализатора в течение 2 часов потребление пара на установке поднимется на 20 т/ч. При обычной эксплуатации оператор может просто держать производство пара с «излишками», чтобы лишний раз не менять уставки на оборудовании. При работе прогрессивного контроллера контроллер будет производить пар только по потребности и после начала цикла регенерации плавно увеличивать производство заранее.

Другим применением может быть стабилизация работы колонны, печи, производство целевого продукта ближе к спецификации, смешивание различных продуктов. Как показано ниже (рис.5), после того как технологический процесс стал более стабильным, можно эксплуатировать оборудование ближе к ограничениям, что даст дополнительную эффективность.

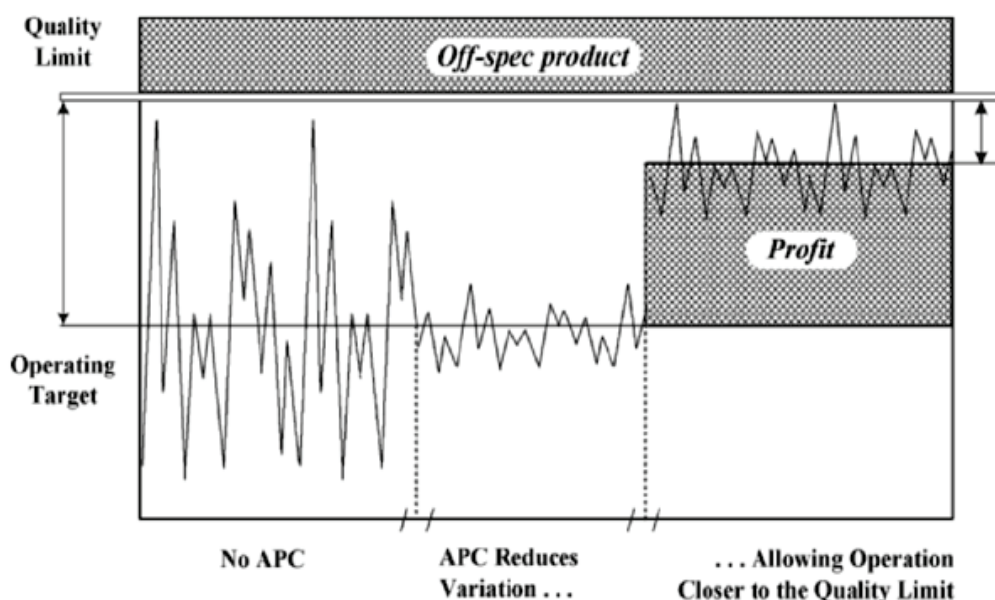


Рисунок 5 – Потенциальная прибыль для использования прогрессивных контроллеров

Модели для контроллера определяются непосредственно с реальных данных, снятых с оборудования, так как динамика изменений будет отличаться и зависеть от множества факторов. К примеру, ниже приведены значения «прибавки» температуры T1 и T2 относительно изменения нагрузки на Q1 и Q2. Как видно из графиков (рис. 6), влияние нагревателя Q2 на датчик T1 намного меньше, чем влияние Q1 на T2.

«Пользу» от прогрессивного контроллера можно видеть в контроле температуры без обратной связи, то есть «вслепую». Как видно из графиков (рис. 7) ниже видно, что простой контроллер, построенный для мини лаборатории, держит температуру относительно хорошо.

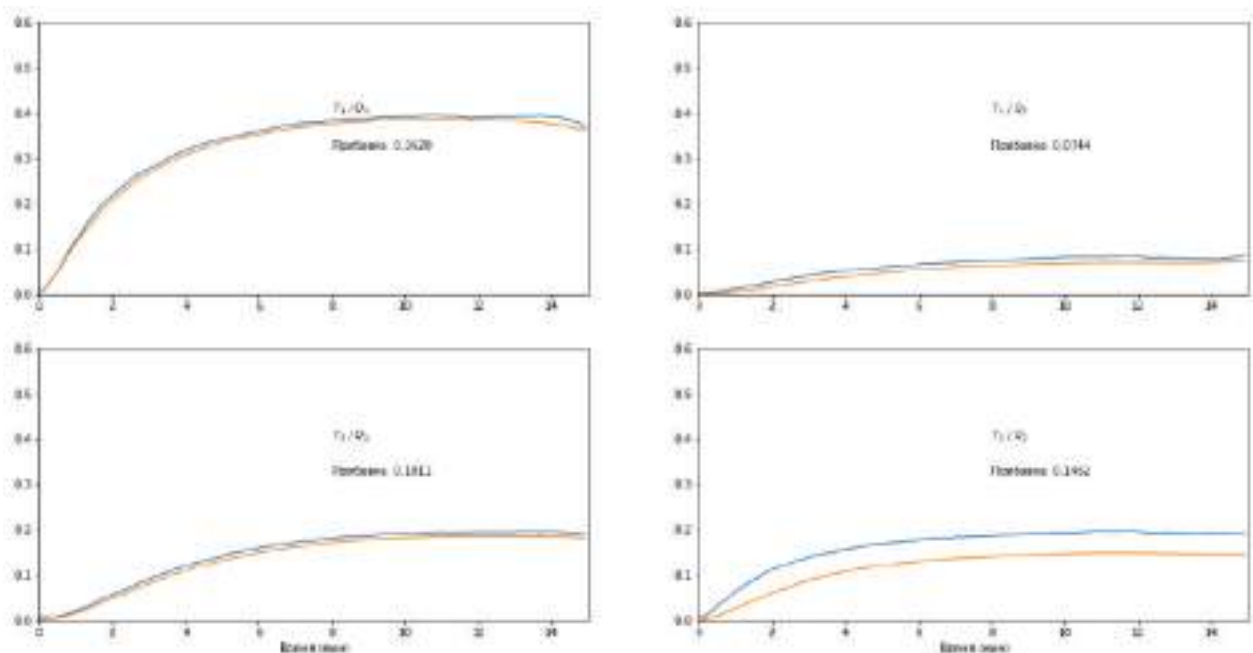


Рисунок 6 – Динамика прибавки/изменения температур на каждом датчике относительно изменения нагрузки на 1 единицу на нагревателях.

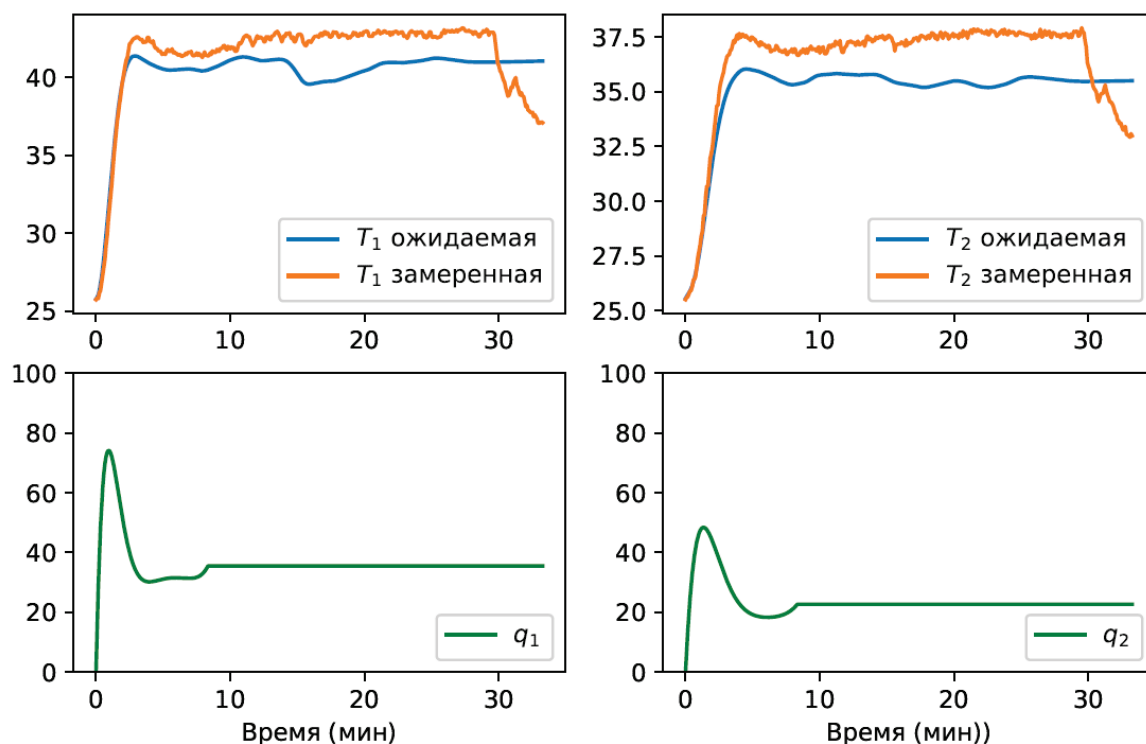


Рисунок 7 – Управление температурой при помощи прогрессивного контроллера по динамической модели, без обратной связи

На примерах выше показано, что устройство TCLab можно изучать для различных вопросов термодинамики. В данном устройстве можно наблюдать все три механизма как теплопроводность, конвекция и тепловое излучение. Также можно построить различные примеры как PID регулятор или прогрессивный контроллер. В виду того, что TCLab это физическое устройство, а не симуляция, то и результаты более приближены к реальным.

Различные внешние факторы как температура окружающей среды, сквозняк, солнечные лучи будут влиять на результаты.

Другим большим плюсом, создание меж-дисциплинных знаний. Студенты химии могут пополнить знания в сферах программирования, автоматизации (рис. 8). В конкурентном технологичном мире это уже необходимость.

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import tolab
4 import time
5
6 # -----
7 # Input controller gain (Kc)
8 # Input controller time constant (tauI)
9 # -----
10 Kc = 1/0.9
11 tauI = 175.0
12
13 n = 600 # Number of second time points (10 min)
14 tm = np.linspace(0,n-1,n) # Time values
15 lab = tolab.TCLab()
16 Tl = np.zeros(n)
17 Ql = np.zeros(n)
18 # step setpoint from 23.0 to 60.0 degC
19 SP1 = np.ones(n)*23.0
20 SP1[10:] = 60.0
21 Ql_bias = 0.0
22 ierr = 0.0
23 for i in range(n):
24     # record measurement
25     Tl[i] = lab.Tl
26
27     # -----
28     # full-in PI controller equation to change Ql[i]
29     # -----
30     err = SP1[i]-Tl[i]
31     ierr += err
32     Ql[i] = Ql_bias + Kc*err + Kc/tauI * ierr
33
34     # -----
35     # implement new heater value with integral anti-reset windup
36     if Ql[i]>100:
37         Ql[i]=100
38         ierr -= err
39     if Ql[i]<=0:
40         Ql[i]=0
41         ierr -= err
42     # -----
43
44     lab.Ql[Ql[i]]
45     if i%20==0:
46         print(' Heater, Temp, Setpoint')
47         print(f'{Ql[i]:7.2f},{Tl[i]:7.2f},{SP1[i]:7.2f}')
48     # wait for 1 sec
49     time.sleep(1)
50 lab.close()
```

Рисунок 8 - Пример кода PID регулятора на языке программирования Python

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://apmonitor.com/pdc/index.php/Main/TCLabPIDFeedforward>
2. <https://tclab.readthedocs.io/en/latest/README.html>
3. Kent H.Rasmussen (2021) Dynamic Matrix Control of the Temperature Control Lab Device
4. Paul R. Robinson and Dennis Cima, (2006) Advanced Process Control
5. <https://www.aiche.org/community/awards/computing-practice-award>
6. <https://www.aiche.org/community/awards/david-himmelblau-award-innovations-computer-based-chemical-engineering-education>.

Arduino, Python, TCLab Технологиялық процестердің термодинамикасын зерттеуге қолдану

Д.М. Юсупалиев, Қ.Ж. Әбдиев

Аннотация. Технологии позволяют получить прикладный опыт через лаборатории, симуляции и т.д. с помощью использования. TCLab проект, который был разработан в США, получил Computing Practice Award от Американского Института Химических Инженеров (AIChE) в 2018 году. TCLab устройство – это небольшая мини-лаборатория для изучения термодинамики и управления процессом, также помогает развивать навыки программирования на Python. В то же время, мини-лаборатория относительно проста, подобное устройство может быть разработано силами Института Университета. В этой статье будет описано устройство и преимущества использования устройств, таких как TCLab в образовательном процессе, также будут приведены примеры: регулятор PID и более сложный контроллер Advanced Process Controller. Обзор высокого уровня примера контроллера Advanced Process Controller.

Негізгі сөздер: Arduino, Python, TCLab, термодинамика, технологиялық процестерді басқару, химиялық инженерия

Arduino, Python, TCLab for chemical process thermodynamics study

D.M. Yussupaliyev, K.Zh. Abdiyev

Annotation. Technologies allow to obtain applied experience through laboratories, simulations etc. The TCLab project, which was developed in the USA, received Computing Practice Award from the American Institute of Chemical Engineers (AIChE) in 2018. TCLab device is a small mini laboratory to study thermodynamics and process control, also helps to develop programming skills in Python. At the same time, the mini laboratory is relatively simple, a similar device can be developed by the forces of the Institute of University. In this TCLab device will be described and the advantages of using devices such TCLab in educational process will be given, also some examples will be provided: PID regulator and more complex Advanced Process controller example high level overview.

Keywords: Arduino, Python, TCLab, thermodynamics, process control, chemical engineering

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ГОРОДА АЛМАТЫ

А. Попова¹, Т. Мансур¹, Е. Сайлауханулы^{1,2,3} , С. Азат^{2,3}

¹Частная школа имени Шокана Уалиханова,

²Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

³КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

s.erbolat@mail.ru

Аннотация. Нами произведен отбор проб питьевой воды из 8 районов г Алматы и проведен физико-химический анализ отобранных проб питьевой воды, определены показатели качества питьевой воды, такие как органолептические показатели воды (запах, вкус, цветность, мутность, прозрачность), общие показатели (рН, общая жесткость, окисляемость перманганатная, общая минерализация), неорганические вещества (катионов и анионов) и загрязнители (тяжелые металлы и суммарное содержание нефтепродуктов). Исследована степень ее загрязненности различными загрязнителями (углеводородами и тяжелыми металлами).

По всем показателям, полученным для всех районов г Алматы, антропогенное воздействие на питьевую воду районов г Алматы оценивается как низкое, не превышающее допустимые нормы ПДК и питьевая вода в г Алматы соответствует утвержденным нормам и правилам, предъявляемым к питьевой воде. Изучение питьевой воды районов г Алматы позволило оценить экологическое состояние на исследуемых районах г Алматы, а также предложить рекомендации по улучшению качества питьевой воды, в районах, где показатели качества воды ближе к их предельно-допустимым нормам.

Ключевые слова: питьевая вода, химический анализ, г. Алматы

Казахстан имеет большие запасы природных ресурсов. Однако в Казахстане ограничены объемы водных ресурсов. По оценкам запасы пресной воды в Казахстане составляет 524 км³, в том числе 80 км³ в ледниках, 190 км³ в озерах, 101 км³ в речных ресурсах. Запасы подземных вод составляют 7,6 км³ [1]. По средним показателям на душу населения, Казахстан не имеет острого дефицита водных ресурсов. Несмотря на отсутствие дефицита, нерациональное использование и неравномерное распределение водных ресурсов Казахстана, существенно усложняют решение задач по обеспечению населения страны качественной питьевой водой в необходимом объеме, которая до настоящего времени не решена полностью во многих населенных пунктах [2]. Казахстан занял 54-е место из 179 в рейтинге стран мира по качеству питьевой воды. Индекс качества питьевой воды в РК составил 55,8 (из 100). Первое место в рейтинге занимают страны ЕС [3].

Вода для хозяйственно-питьевых целей для г Алматы поступает из нескольких источников водоснабжения. В качестве источников воды для хозяйственно-питьевых целей в Алматы используется поверхностные (горные реки) и подземные воды (скважины). В настоящее время 70% воды подаваемой в город воды – это подземные источники водоснабжения, которые добываются из скважин глубиной до 500 метров. Всего 386 артезианских скважин. К поверхностным источникам относятся реки Большая и Малая Алматинка, Ким-Асар, Каргалы, Аксай [4]. В городской системе водоснабжения эксплуатируются десятки километров водопроводных сетей, построенных из металлических труб. Их постепенный износ и коррозионное обрастание, низкое качество санитарно-технической арматуры приводят к частым авариям, перебоям в подаче воды, ее утечкам, а также вторичному загрязнению в сетях водопроводов на пути к потребителю. В результате качество воды, предназначенных для хозяйственно-питьевых нужд населения ухудшается, что требует в свою очередь постоянного контроля и принятия мер по предотвращению загрязнения. В городе Алматы необходим серьезный пересмотр и реконструкция систем водоснабжения. Согласно данным АО «Центр Развития Алматы» «уровень износа сетей в городе составляет 65,9 %, а потери по водоснабжению — 25,7 %. К примеру, в Наурызбайском районе города обеспечены водопроводом всего 15 % населения, система строилась населением района самостоятельно и не соответствует строительным нормам [5].

В результате антропогенного воздействия человека на окружающую среду заметно изменился химический состав не только поверхностных, но и подземных вод. Несмотря на относительную высокую защищенность от загрязнения подземных вод по сравнению с поверхностными, в них уже обнаруживаются тяжелые металлы и нефтепродукты и другие загрязнители [6]. В настоящее время идет тенденция роста случаев обнаружения в водах из скважин нитратов, фосфатов, что свидетельствует о выбросе в водоносные слои минеральных и органических удобрений [7]. Несмотря на отсутствие предприятий, которые бы загрязняли водоемы, питающие г Алматы питьевой водой, основными проблемами, обусловленными качеством питьевых вод в городе, являются плохое состояние водных сетей и жизнедеятельность застроек, расположенных в водоохраных зонах, что в свою очередь загрязняет источники воды в г Алматы [5]. Метод очистки воды, например, ионный обмен или обратный осмос, можно выбрать на основе предварительного изучения состава и свойств воды, и их сопоставления с требованиями качества воды [7].

Требования к качеству питьевой воды основываются на принципе эпидемиологической безопасности, безвредности по химическому составу и благоприятности по органолептическим свойствам. В соответствии с нормативными требованиями [8,9] в питьевой воде должны отсутствовать: тяжелые металлы, токсичные органические соединения, пестициды, радиоактивные элементы; а хлориды, сульфаты, нитраты не должны превышать норму. Поэтому качество воды, подаваемая населению, должна подлежать постоянному мониторингу [8,9]. Изучение питьевой воды и системы водоснабжения, их обследование, практические работы по охране – необходимое условие регулирования накопившихся экологических проблем нашего общества [9-12]. Исходя из всего, вышесказанного наша работа посвящена предварительному исследованию и оценке качества питьевой воды в районах города Алматы.

Объект исследования: Питьевая вода, отобранная из восьми районов г Алматы.

Цель исследования: Определение физико-химического состава и сравнительный анализ питьевой воды различных районов г Алматы.

Требования к отбору проб питьевой воды и его физико-химический анализ (определение показателей качества)

Комплексная физико-химическая оценка состава питьевой воды определяет потенциальную опасность химических веществ присутствующих в образцах питьевой воды для здоровья населения с учетом оценки санитарных условий и эпидемиологической обстановки в различных районах г Алматы. На основании результатов анализа предлагаются перечень показателей, количество и периодичность отбора проб питьевой воды для постоянного мониторинга [10].

Для комплексного физико-химического анализа отбирают минимально 5 л воды, для сокращенного анализа 2 л, для исследования упрощенными методами до 1 л.

Отбор проб питьевой воды из районов г Алматы

Нами было отобрано в общей сложности 15 образцов воды из 8 районов г Алматы и прилегающих территорий для сравнения. Пробы воды были отобраны в стеклянные емкости объемом до 2 литров. Предварительно перед отбором проб воды емкости ополаскивали несколько раз исследуемой водой, плотно закупорили и наклеили этикетку с обозначением номера пробы, места и даты отбора пробы.

По результатам исследовательской работы получены следующие результаты:

1) Изучены и проведены сравнительные анализы литературных источников описывающие общую характеристику питьевой воды, водоснабжения, источники загрязнения питьевой воды, а также стандарты и нормативные требования к питьевой воде и определены основные параметры качества питьевой воды для ее постоянного мониторинга.

2) Изучены физико-химические методы определения качества питьевой воды. Изучены теоретические и практические основы классических методов анализа и инструментальные методы анализа. Определены основные методы определения показателей качества питьевой

воды, в числе которых титриметрия, гравиметрия, атомно-абсорбционная спектроскопия, капиллярный электрофорез и флуориметрия.

3) Проведен отбор образцов питьевой воды из 8 районов г Алматы. Составлена карта отбора проб питьевой воды.

4) Проведен комплексный физико-химический анализ отобранных образцов питьевой воды. Определены показатели качества питьевой воды, такие как органолептические показатели (запах, вкус, цветность, мутность, прозрачность), общие показатели (рН, общая жесткость, окисляемость перманганатная, общая минерализация), неорганические вещества (катионы и анионы) и загрязнители (тяжелые металлы и углеводороды).

5) Проведен сравнительный анализ полученных результатов. Исследована степень ее загрязненности различными загрязнителями (углеводородами и тяжёлыми металлами). В результате эксперимента по определению общей жесткости питьевой воды, было установлено что питьевая вода районов г Алматы согласно шкале типов воды по общей жесткости варьируется от мягкой воды (0-1,5 моль/м³ (мг-экв/л)) до воды умеренной жёсткости (4-6 моль/м³ (мг-экв/л)). Составлена карта жесткости питьевой воды г Алматы. В районах г Алматы, расположенные в северной части города (Алатауский и Жетысуйский районы) содержание нитратов достигает половину ПДК, что свидетельствует о ее загрязнении, что свою очередь могут быть причиной отравления, нарушения работы желудочно-кишечного тракта, выделительной и эндокринной системы, разрушения зубной эмали и появления кариеса. По всем показателям, полученным для всех районов г Алматы, антропогенное воздействие на питьевую воду районов г Алматы оценивается как низкое, не превышающие допустимые нормы ПДК и питьевая вода в г Алматы соответствует утвержденным нормам и правилам, предъявляемым к питьевой воде.

6) Предложены рекомендации по улучшению качества питьевой воды в районах г Алматы, где показатели качества воды ближе к их предельно-допустимым нормам, а также в районах, расположенные в северной части города, где водозабор осуществляется со скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1 Целевые показатели к Протоколу по проблемам воды и здоровья Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. – Астана, 2017. – 52 с.

2 Национальный Доклад Республики Казахстан О Состоянии Водных Ресурсов И Основные Проблемы Современного Управления. – Женева, 2004. – 32 с.

3 Интернет источник: <https://24.kz/ru/news/social/item/432688-v-rejtinge-stran-po-kachestvu-vody-kazakhstan-zanyal-54-e-mesto-iz-179>

4 Интернет источник: https://almatysu.kz/?page_id=661&lang=ru

5 Интернет источник: <https://www.the-village-kz.com/village/city/situation/3897-water-in-almaty>

6 de León-Gómez, H., Martin del Campo-Delgado, M.A., Esteller-Alberich, M.V. et al. Assessment of nitrate and heavy metal contamination of groundwater using the heavy metal pollution index: case study of Linares, Mexico. Environ Earth Sci 79, 433 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09164-3>

7 Abascal E., Gómez-Coma L., Ortiz I., Ortiz A. Global diagnosis of nitrate pollution in groundwater and review of removal technologies, Science of The Total Environment, 810 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152233>

8 Модельный закон «О питьевой воде и питьевом водоснабжении» принятый на восемнадцатом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств - участников СНГ № 18-10 от 24 ноября 2001 г. <https://docs.cntd.ru/document/901814516/titles> (Accessed in April 2022)

9 Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209 «Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов"» <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010774> (Accessed in April 2022)

10 ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30078278&pos=1;-16#pos=1;-16

11 СанПиН 2.1.4.1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества».

12 СанПиН 2.1.4.559-96 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

Алматы қаласының ауыз су сапасын физикалық-химиялық бағалау

А.Попова, Т.Мансур, Е.Сайлауханұлы, С.Азат

Аннотация. Біз Алматы қаласының 8 ауданынан ауыз су сынамаларын алып, таңдалған ауыз су сынамаларына физикалық-химиялық талдау жасадық, ауыз су сапасының көрсеткіштерін анықтадық, судың органолептикалық көрсеткіштерін (иісі, дәмі, түсі, лайлылық, мөлдірлік), жалпы көрсеткіштер (рН, жалпы қаттылық, перманганаттың тотығуы, жалпы минералдануы), бейорганикалық заттар (катиондар мен аниондар) және ластаушы заттар (ауыр металдар және жалпы мұнай құрамы). Оның әртүрлі ластаушы заттармен (көмірсутектер және ауыр металдар) ластану дәрежесі зерттелді. Алматы қаласының барлық аудандары бойынша алынған барлық көрсеткіштер бойынша Алматы аудандарында ауыз суға антропогендік әсер төмен, рұқсат етілген ШРК нормаларынан аспайтын және Алматы қаласының ауыз суы бекітілген ауыз су нормалары мен ережелеріне сәйкес деп бағаланады. Алматы қаласы аудандарындағы ауыз суды зерттеу Алматы қаласының зерттелген аудандарындағы экологиялық жағдайды бағалауға, сондай-ақ су сапасының көрсеткіштері рұқсат етілген шекті мәнге жақын аудандардағы ауыз судың сапасын жақсарту бойынша ұсыныстар беруге мүмкіндік берді. стандарттар.

Негізгі сөздер: ауыз су, химиялық талдау, Алматы қаласы

Physical and chemical assessment of the quality of drinking water in Almaty

A.Popova, T.Mansur, Y.Sailaukhanuly, S.Azat

Annotation. We took samples of drinking water from 8 districts of Almaty and carried out a physical and chemical analysis of the samples of drinking water, determined drinking water quality indicators, such as organoleptic indicators of water (smell, taste, color, turbidity, transparency), general indicators (pH, total hardness, permanganate oxidizability, total mineralization), inorganic substances (cations and anions) and contaminants (heavy metals and total oil content). The degree of its contamination with various contaminants (hydrocarbons and heavy metals) was investigated. According to all indicators obtained for all districts of Almaty, the anthropogenic impact on drinking water in Almaty districts is assessed as low, not exceeding the permissible MAC values, and drinking water in Almaty corresponds to the approved standards and rules for drinking water. The study of drinking water in the districts of Almaty made it possible to assess the ecological state in the studied districts of Almaty, as well as to propose recommendations for improving the quality of drinking water in areas where water quality indicators are closer to their maximum allowable concentrations.

Keywords: drinking water, chemical analysis, Almaty

МЫРЫШТЫҢ МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ПОЛИФОСФАТТАР НЕГІЗІНДЕГІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ИНГИБИТОРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Отарова В. Ә. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

otarova.venera@mail.ru

Андатпа. Синтезделген мырыш силикополифосфаттарының, сондай-ақ натрий оксидімен модификацияланған мырыш силикополифосфаттарының тежеуіштік қасиеттері зерттелді. Мырыш силикополифосфаттарының құрамына натрий оксидің енгізген кезде оның коррозияға қарсы қасиеттерін арттыратынын анықталды. Сонымен, силикополифосфаттағы $\text{Na}_2\text{O}:\text{ZnO} = 3,5:1$ қатынасында 2 мг $\text{P}_2\text{O}_5/\text{л}$ концентрациясы кезінде оның сулы ортада болатқа (Ст3) қатысты қорғаныш әрекетінің дәрежесі модификацияланбаған мырыш силикофосфатының қорғау дәрежесінен 6 есе жоғары. Мырыш-натрий силикополифосфатының 100 мг $\text{P}_2\text{O}_5/\text{л}$ дейін жоғарылуы металдың коррозия процесін толығымен дерлік тежейді.

Негізгі сөздер: металл коррозиясының ингибиторлары, полифосфаттар, мырыш-натрий фосфаттары, түрлендіргіш қоспалар, тежеуіштік қасиеттері.

Қазақстан мен өзге де ТМД елдерінде жылыту және сумен жабдықтау жүйелеріндегі болат су құбырларының ішкі коррозиясы мәселесі хлорид пен сульфат иондарының мөлшері артуымен өзекті. Барлық қолданыстағы құбырлар ішкі қорғаныс жабыны жоқ тот баспайтын болаттан жасалған. Болат өткізгіштердің ішкі коррозиясымен күресудің ең үнемді және технологиялық әдістерінің бірі суды арнайы ингибиторлық реагенттермен коррозияға қарсы өңдеу болып табылады.

Осы уақытқа дейін табиғи сулардың кең спектрінде болаттың коррозия жылдамдығын едәуір төмендететін ингибиторлық заттардың өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктерінің болуына сәйкес суды коррозияға қарсы өңдеудің әмбебап әдісі жоқ. Белгілі қосылыстардың жанғыш, жоғары сынғыштығы, тұзды және қышқыл ортада тиімділігі төмен, өте улы, тұзды (теңіз) суға төзімді емес, электр өткізгіштігі төмен, құны жоғары және тапшылығы бар [1]. ТМД елдерінде де сумен жабдықтау жабдықтары мен жүйелерін тоттануға қарсы ішкі қорғау үшін пайдаланылатын дәстүрлі ингибиторлар силикаттар мен фосфаттар болып табылады.

Коррозиядан қорғауды қамтамасыз ететін полифосфаттардың концентрациясы ағынның жылдамдығына, судың құрамына және температураға байланысты [2]. Полифосфатты қолданудың негізгі кемшіліктерінің бірі – әлсіз ингибитор болып табылатын полифосфатты ортофосфатқа айналдыратын фосфор-оттегі байланысының гидролизі. Тиімді көрсеткіш ретінде рН 6,5-7,5 мәндері қабылданған. Бұл шектеуді жеңу үшін полифосфаттар силикаттармен араластырылады [3]. Фосфат және кремний үйлесімділігі кремний оксиді бар сілтілі, сілтілі жер металдарының және d элементтерінің силикополифосфаттарын қолдану кезінде қорғаныс әсерін едәуір арттырады Натрий силикополифосфатын коррозияға қарсы реагент ретінде қолдану әр түрлі сумен жабдықтау жүйелерінің ішкі коррозия жылдамдығын төмендетіп қана қоймайды [4], сонымен қатар құбырлардың ішкі бетінің коррозиялық шөгінділермен толтыру әсерін едәуір төмендетеді және құбырлардың жұмыс жағдайын жақсартады. Натрий сульфатын таңдау Қазақстанның көптеген жерүсті су көздерінің дәл осы сульфат-иондардың жоғары концентрациясына ие болуымен байланысты.

Жоғарыда келтірілген ақпараттарға сүйене отырып, жұмыстың мақсаты мырыш пен мырыш-натрий силикополифосфаттарын синтездеу мен алынған өнімдердің ингибиторлық және қорғаныс әсерін агрессивті суларда зерттеу болып табылады.

Натрий полифосфатын алуда натрий дигидромонофосфатын балкытылды және кейіннен оны күрт салқындату арқылы алды. Мырыш полифосфатын $\text{Zn}(\text{PO}_3)_2$ $R=1,0$ түзілуі есебінен алынған фосфор қышқылы мен мырыш оксидінен арақатынысында 1200°C температурада алынды. Ал мырыштың силикополифосфатын алу үшін жоғары температура қажет етіледі. $\text{Zn}(\text{PO}_3)_2\text{-NaPO}_3$ [5] жүйесінің белгілі мемлекеттік диаграммасына сүйене отырып, 565°C және 690°C температураларына жауап беретін екі эвтектика бар. Шыны негізінде 750°C және экспозиция уақыты 30 минут кезінде синтезделді ($\text{Na}_2\text{O}:\text{ZnO}:\text{P}_2\text{O}_5=3,35:1:4,35$. Сондай-ақ,

құрамында 5-тен 15 мол.% SiO_2 бар мырыш пен мырыш-натрийдің силикополифосфаттары алынды. Модификацияланған мырыш полифосфаттарының ерігіштігі мен гидролитикалық тұрақтылығын зерттеу $\text{ZnO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2$ жүйесінде алынған үлгілерде жүргізілді. Барлық зерттеулер $R = 1,0$ бар полифосфаттар үшін жүргізілді [6].

Мырыш, мырыш-натрий полимерлік фосфаттарының және мырыш силикополифосфаттарының ингибиторлық қасиеттерін зерттеу статикалық жағдайда 20°C кезінде гравиметриялық әдіспен жүргізілді. Коррозиялық орта ретінде тұз құрамы 500 мг/л болатын Алматы су құбыры суы мен осы суда дайындалған натрий сульфатының (1000 мг/л) ерітіндісін пайдаланды.

Мырыш полифосфаттары $\text{Zn}(\text{PO}_3)_2$ мен натрий NaPO_3 негізінде мырыш-натрий полифосфаттары $\text{ZnO}:\text{Na}_2\text{O}=(1:1):(1:8)$ қатынасында және құрамында 5-15 мол.% SiO_2 бар мырыш пен мырыш-натрийдің силикополифосфаттары негізінде синтезделді (1 кесте).

1-кесте – $\text{Na}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$ жүйесінде алынған өнімдердің химиялық құрамы

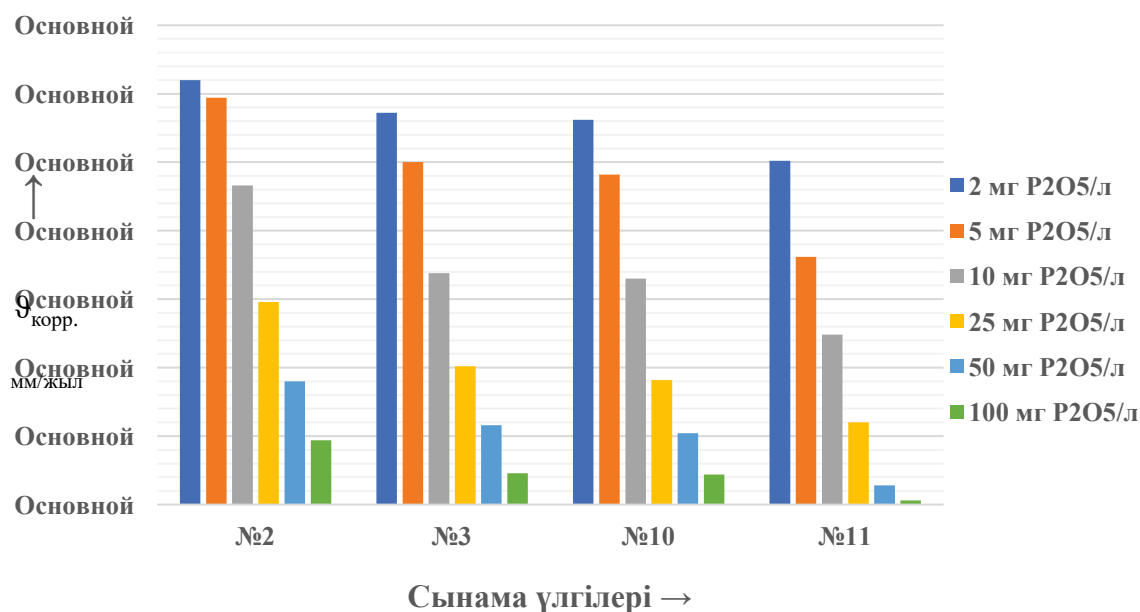
№	Фосфаттың құрамы, мол.%				Фосфаттың полимерлену дәрежесі, $\bar{n}$	$\text{Na}_2\text{O}:\text{ZnO}$ қатынасы
	ZnO	Na_2O	P_2O_5	SiO_2 жалпы		
1	50,0	0,0	50,0	0,0	42,0	-
2	47,5	0,0	47,5	5,0	22,3	-
3	45,5	0,0	45,0	10,0	12,8	-
4	42,5	0,0	42,5	15,0	8,6	-
5	25,0	25,0	50,0	0,0	66,0	1,00:1
6	11,5	38,5	50,0	0,0	68,0	3,35:1
7	10,0	40,0	50,0	0,0	70,0	4,00:1
8	7,2	42,8	50,0	0,0	70,0	6,00:1
9	5,5	44,5	50,0	0,0	70,0	8,00:1
10	11,0	36,5	47,5	5,0	12,0	3,35:1
11	10,0	35,0	45,0	10,0	8,3	3,35:1
12	10,0	32,5	42,5	15,0	5,8	3,35:1

Берілген құрамдар $900-1100^\circ\text{C}$ кезінде 15-60 минут бойы кейіннен балқыманы шыңдай отырып, шыны көміртекті тигельдерде балқытылды.

Синтезделген өнімдер үшін ерігіштігі мен гидролизін зерттеу жұмысының нәтижелеріне сүйене отырып [7], су ортасында болатын коррозиясының ингибиторлары ретінде суда жақсы ерігіштігі және жеткілікті жоғары гидролитикалық тұрақтылығы бар үлгілер таңдалды. Сонымен қатар, коррозиялық орта ретінде су құбыры суы төмен тұзды құрам мен жоғары натрий сульфатының модельдік ерітіндісі пайдаланылды. Сенімді нәтиже алу үшін әр жағдайда 5 параллель тәжірибе жүргізіліп, нәтижелерді қабылдауды жеңілдету үшін төменде коррозия жылдамдығы ($V_{\text{кор}}$), қорғаныс әсерінің (Z) дәрежесі бойынша соңғы деректер келтірілді. Тиімді танылғын №2, 3, 10, 11 (1-ші кестеге сәйкес) үлгілерінің ингибиторлық әсері сульфат иондарының көп мөлшері бар суларда зерттелді (2-кесте, сурет).

2-кесте – Құрамында сульфат-иондары мөлшері жоғары болатын судағы мырыш-натрий силикополифосфаттарының қорғаныс әсерінің дәрежесі, Z , %

Сынама үлгілері	Ерітіндідегі концентрация, мг $\text{P}_2\text{O}_5/\text{л}$					
	2	5	10	25	50	100
№2	3	6,7	27,3	53,6	71,8	85,4
№3	10,7	21,8	47,2	68,4	81,8	92,7
№10	12,1	24,7	48,3	71,5	83,7	93,1
№11	21,7	43,5	61,4	81,3	95,9	99,1



Сурет – Құрамында сульфат-иондары мөлшері жоғары болатын судағы мырыш-натрий силикополифосфаттарының коррозиялық жылдамдығы (1 г/л Na₂SO₄ бар бақылау ерітіндісінің $\vartheta_{\text{корр.}} = 0,32$ мм/жыл)

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, коррозия жылдамдығының төмендеуі эвтектикалық композиция негізінде синтезделген силикополифосфат ерітінділерінде байқалды. Ерітіндіде фосфор оксидінің концентрациясы өсуімен коррозиялық процестің жылдамдығы төмендейді. Сәйкесінше, №11 үлгідегі шыны суда 2,0 мг P₂O₅/л концентрациясы кезінде болат үлгісінің коррозия жылдамдығы 1,27 есеге төмендеді. Аз концентрациялық 10,0; 25,0 және 50,0 мг P₂O₅/л ерітіндісінде коррозиялық өнімнің пайда болу жылдамдығы 0,124; 0,060 және 0,014 мм/см² құрап, 61,4; 81,3 және 95,5% қорғау дәрежелеріне сәйкес келеді. № 2, 3, 10 үлгілермен салыстырғанда 100,0 мг P₂O₅/л концентрациясында қорғаныс әсері жоғары, 99,1 пайызды көрсетті. Фосфаттардың ингибиторлық әсер ету механизміндегі оттегінің рөлі болат бетінің алдын-ала тотығуы, жұқа пленка γ -Fe₂O₃ қалыптасуымен орын алған.

Қорытынды бойынша, ингибиторлық ерітіндіде фосфор оксидінің концентрациясын арттырған сайын жоғары нәтижеге жету ықтималдығы өседі, сәйкесінше, зерттелген үлгілерден №11 үлгі тиімді көрсеткіштерге ие. Бейтарап су орталарында легіріленбеген болаттың коррозиясының ингибиторлары ретінде сыналуы мүмкін мырыш-натрийдің силикополифосфаттарын алу мүмкіндігін көрсетілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. A. Nikitasari, Sundjono, G. Priyotomo and A. Royani, Polyphosphate performance for inhibiting corrosion of heat exchanger materials Int. J. Corros. Scale Inhib., 2020, 9, no. 2, 745–756
2. Насибуллина О.А. Ингибиторная защита от коррозии в нефтяной промышленности // Нефтегазовое дело: Уфа, 2019. Т. 17. № 1. С. 120-123.
3. A. Nikitasari, Sundjono, G. Priyotomo and A. Royani, Polyphosphate performance for inhibiting corrosion of heat exchanger materials Int. J. Corros. Scale Inhib., 2020, 9, no. 2, 745–756
4. Алмагамбетова С.Т., Бегалиева Д.У. Антикоррозионная обработка воды силикополифосфатами натрия // Алматы, Вестник КазАТК, 2009, №4, 267-270 с.
5. Бектуров А.Б., Серазетдинов Д.З., Урих В.А. Физико-химические основы получения полифосфатных удобрений. – Алма-Ата, 1979. – 248 с.
6. Куанышева Г.С., Макашева Г.Р. Синтез многокомпонентных фосфатных полимеров и их физико-химические свойства. – Алматы, 1996. – 224 с.
7. Отарова В.Ә., Кубекова Ш.Н. Мырыштың модифицирленген полифосфаттар негізінде коррозияға қарсы материалдарды синтездеу және олардың қасиеттерін зерттеу // Сборник материалов

Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, экологии и химии с использованием современных образовательных технологий», посвященной 55-летию и Памяти академика МАИ РК Жаркинбекова Т.Н. – Алматы: КазННТУ имени Сатпаева, 2022. – 406-408 с.

Исследование ингибирующих свойств материалов полученных на основе модифицированных полифосфатов цинка

Отарова В. Э. 

Резюме. Исследованы ингибирующие свойства синтезированных силикополифосфатов цинка, а также силикополифосфатов цинка, модифицированных оксидом натрия. Установлено, что введение оксида натрия в состав силикополифосфата цинка повышает его антикоррозионные свойства. Так, при соотношении $\text{Na}_2\text{O}:\text{ZnO} = 3,5:1$ в силикополифосфате, степень его защитного действия по отношению к стали (Ст3) в водной среде при концентрации 2 мг $\text{P}_2\text{O}_5/\text{л}$ в 6 раз превышает степень защиты немодифицированного силикофосфата цинка. Увеличение концентрации силикополифосфата цинка-натрия до 100 мг $\text{P}_2\text{O}_5/\text{л}$ практически полностью тормозит процесс коррозии металла.

Ключевые слова: ингибиторы коррозии металлов, полифосфаты, фосфаты натрия-цинка, модифицирующие добавки, ингибирующие свойства.

Study of inhibitory properties of materials based on zinc-modified polyphosphates

Otarova V. 

Abstract. Inhibitory properties of synthesized zinc silicopolyphosphates as well as zinc silicopolyphosphates modified with sodium oxide have been investigated. It has been found that the addition of sodium oxide to zinc silicopolyphosphate improves its anticorrosion properties. So, at a ratio of $\text{Na}_2\text{O}:\text{ZnO} = 3.5: 1$ in silicopolyphosphate, the degree of its protective effect against steel (St3) in an aqueous medium at a concentration of 2 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{l}$ is 6 times higher than the degree of protection of unmodified zinc silicophosphate. Increasing the concentration of zinc-sodium silicopolyphosphate to 100 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{l}$ almost completely inhibits the metal corrosion process.

Keywords: metal corrosion inhibitors, polyphosphates, sodium-zinc phosphates, modifying additives, inhibiting properties.

THE EXPERIENCE OF THE LEADING COUNTRIES IN INTEGRATED WASTE MANAGEMENT

N.D. Omarov , D.E. Kazbekova , Z.B. Sadykov 

Kazakh-British Technical University, Almaty c. , Kazakhstan

nurdaakz@gmail.com

Annotation. The waste management policies and practices in four countries – Sweden, Germany, Denmark and the Netherlands - are described in this article. Since the pan-European content of this policy is quite universal, the emphasis is everywhere placed on the national specifics of the systems that have developed in this area. The choice of countries is dictated by the following considerations. In the countries under consideration, the most active – at the level of the "national idea" – state environmental policy is carried out, which in one way or another affects waste management practices.

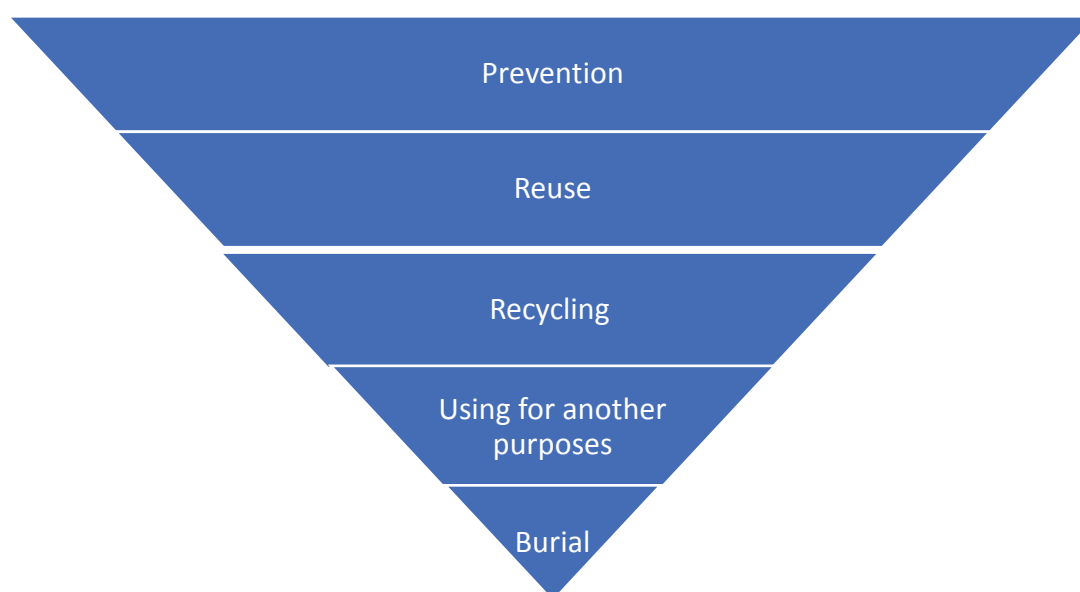
Key words: integrated waste management, EU, waste, policy, waste management practices, recycling, reuse

The accumulation of waste as an "irreversible consequence of the civilizational process" is turning into a global problem and is becoming a direct and increasingly dangerous threat to the environment and public health in most countries of the world. In the coming decades, the world's population will grow to 9 billion people, of which 80% will be urban residents: with existing production and consumption models generating more and more waste, the "habitat" of humanity is facing serious problems in everything related to sanitation, drinking water, human health, food security and even housing and transport[1].

To one degree or another, all countries of the world are affected by the escalating "garbage crisis". The problem of waste management is topical in Kazakhstan too. Despite the governmental programs and special organizations which try to solve the waste problems of the country, the waste problem is existing. Therefore, it is important to study and analyze the experience of leading countries in EU. The four leading countries of EU were chosen for this article: Sweden, Germany, Denmark and the Netherlands.

First of all, the European countries have different approach to the waste. First stage of the waste management-prevention. However, in Kazakhstan the problem with the existing waste is not solved, and the vast majority of our citizens are not ready for the prevention or recycling. There are 5 stages of waste management: prevention, reuse, recycling, using for another purposes and burial[2].

Hierarchy of waste management in the EU(Image-1)



Sweden: "Shortage of garbage"

In 2010 Stockholm became the first city in the world to be awarded the then-new distinction of "Green Capital" - an award that has since been awarded to cities with the most significant achievements in the field of environmental protection and sustainable development (see photo 10). Among the contenders for the award in 2017 is another Swedish city – Umeå (Northern Sweden).

Located in the center of Sweden, Örebro, the country's seventh largest city, began producing transport gas in 2007. Half of the gas produced today is sent to a local bus fleet serving both urban and suburban rural routes, the other half to municipal gas stations and to Stockholm, where the biomethane market is growing exponentially. Örebro became the first Swedish city to set itself the goal of completely abandoning fossil fuels[2].

Germany: the "green point" of growth

Currently, the cornerstone of the entire waste management system and at the same time the foundation of environmental legislation in Germany is the so-called Law on the Circulation (Law on the Closed Cycle of Materials), adopted in 1994. The meaning of the law is to radically reduce waste incineration in favor of other ways of handling them, mainly in favor of "prevention" and secondary use. The task is to achieve almost complete utilization of municipal waste by 2020.

According to its technical level, the existing waste management system in Germany is one of the most developed in the world. The levels of treatment of various waste streams have been achieved, which are much higher than the average in Europe. Thus, over 90% of household waste is recycled, while for Europe as a whole this figure averages 37%. The overall recycling rate of various materials in Germany exceeded 80%. In 2016, 68% of paper, 94% of glass and 45% of steel² were produced from "secondary" materials. Thanks to the recycling of plastic bottles, such an amount of energy is saved that would allow almost 2 million Berlin residents to be supplied with heat for 130 days.

The total turnover of the industry exceeded 100 billion euros per year. Approximately 250 thousand people are employed in the waste management sector – from engineers and administrators to grassroots employees of municipal services who take out garbage. Waste management departments have appeared in universities; separately, there are various forms of professional training in this industry[1].

Netherlands: "Closing the circle"

In general terms, the Dutch waste management system is identical to those that have developed in other Western European countries-leaders in this field. What significantly distinguishes the Netherlands is that here, at the state level and as the highest national priority, the task of gradually moving towards a circular economy has been set. In 2014, the Government of the country, under the personal supervision of the Prime Minister, developed a special program, abbreviated as RACE, – "The Realization of Acceleration of a Circular Economy" ("Implementation of the accelerated transition to a circular economy"). In 2016, the so-called "general state" (government-wide) program "Circular Nederland by 2050" was initiated: the relevant documents emphasize its general government, not departmental nature[3].

The program provides for two time horizons, where for the first – until 2030 – the goal is to implement a 50% reduction in the use of "primary resources" – minerals, hydrocarbon fuels and metals. Today at a national scale, central and local authorities, experts and manufacturers are working on 17 product categories to identify where and how to strengthen the "circularity". In the "metal and electrical sectors" (definition of Dutch experts) these are "basic metal products" (dozens of names), electronics components, home computers, TV receivers, video and DVD players, other consumer electronics, lighting lamps, washing machines, micro wave ovens, refrigerators and other devices. In relation to these groups are looking for opportunities to improve the quality of goods, increase their service life, ensure repair, full reuse and recycling at the end of the "life cycle". It is calculated that in value terms the volume of this "circular sector" for the specified commodity.

Hollande experts identify nine levels of "circularity" – the so-called 9 Re. In order of descending importance, these are[4]:

- 9 refusal from excessive use of raw materials (Refuse);
- 9 reduce the use of raw materials (Reduce);
- 9 reuse (Reuse);

- 9 maintenance and repair (Repair);
- 9 Update (Refurbish);
- 9 production of new products from elements of the old (Remanufacture);
- 9 using the product for other purposes (Repurpose);
- 9 recycling and recycling of materials (Recycle);
- 9 energy production from materials (Recover)

Currently, the Circular Netherlands 2050 program is at its very beginning - mainly at the stage of analytical and organizational work. But we find an interesting comment on one of the Internet sites. "The Dutch," it says here, "are always the first. The Netherlands was the first to create a stock exchange (Amsterdam), the first to organize a multinational corporation (the Dutch East India Company), the first to discover Australia and the first to master New York (at that time New Amsterdam). But recently they have been achieving more and more success in another area – in the field of sustainable development... A country with a population of only 17 million people (which is less than in any of the ten largest cities in the world) is on course to become the world's first circular economy"[5].

Denmark: "Recycle more - burn less"

It is believed that Denmark was the first of today's EU countries to start building a national waste management policy. Back in 1858, a law was passed here obliging all cities of the country, starting with Copenhagen, to develop rules that would regulate the sanitary conditions of urban life.

In 1997, Denmark became the first country in the world to legally prohibit landfill disposal of waste that can be used for incineration to generate heat and electricity. The first incinerator in Denmark was built back in 1903 on the territory of the municipality of Frederiksberg in the center of Copenhagen. At the same time, it became the country's first enterprise for the combined production of heat and electricity[6]. The nearest hospital was then provided with steam, hot water and electricity. Since then, dozens of incinerators have been built. In fact, every city in the country has its own incinerator of larger or smaller sizes. Denmark ranks first in Europe in terms of "kilogram per capita per year", burning or recycling the most waste and subjecting them to poly-gon disposal less than other countries. Here, along with Sweden, the highest incineration capacity per capita in Europe has been achieved – 591 kg for Sweden and 587 kg for Denmark[7].

In conclusion, Kazakhstan is going to experience a long way towards the integrated waste management. The analyzed experience of the countries showed that the strategies for waste management started a long ago. Based on the experience of the analyzed countries our country also can reach the aim in the waste management.

REFERENCES

1. Arena U, Mastellone ML, Perugini F, Clift R (2004) Environmental assessment of paper waste management options by means of LCA methodology. I&EC Research 43:5702–5714
2. Terna (2008) Dati statistici sull'energia elettrica in Italia—Preconsuntivi 2007 (in Italian). www.terna.it/
3. Gentil E, Potter A, Boldrin A (2008) Carbon footprinting of export of second-life materials using life-cycle thinking. Proceedings of Waste 2008 Conference, Stratford-upon-Avon (England), 16–17 September 2008
4. <http://www.mater.polimi.it/mater/images/Meetings/.../stengler.pdf>
5. http://www.eib.org/attachments/circular_economy_en.pdf
6. http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/.../SWM_2013.pdf
7. Bouwer, M., De Jong, K., Jonk, M., Berman, T., Bersani, R., Lusser, H., Nissinen, A., Parikka, K., Szuppinger, P., 2005. Green Public Procurement in Europe 2005 – Status overview. Virage Milieu and Management bv, Korte Spaarne 31, 2011 AJ Haarlem, Netherlands.

Қалдықтармен кешенді жұмыс істеу саласындағы жетекші елдердің тәжірибесі

Н.Д. Омаров , Д.Е. Қазбекова , Ж.Б. Садықов 

Қазақстан-Британ техникалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
nurdaakz@gmail.com

Аннотация. Осы мақалада төрт елде – Швеция, Германия, Дания және Нидерландыда қалдықтарды басқару саясаты мен практикасы сипатталған. Бұл саясаттың жалпы еуропалық мазмұны әмбебап болғандықтан, барлық жерде осы салада қалыптасқан жүйелердің ұлттық ерекшеліктеріне баса назар аударылады. Елдерді таңдау келесі ойларға байланысты. Қарастырылып отырған елдерде ең белсенді – "ұлттық идея" деңгейінде – қалдықтармен жұмыс істеу практикасына қандай да бір түрде әсер ететін мемлекеттік экологиялық саясат жүргізіледі.

Негізгі сөздер: қалдықтарды интеграцияланған басқару, ЕО, қалдықтар, саясат, қалдықтарды басқару практикасы, қайта өңдеу, қайта пайдалану

Опыт ведущих стран в области комплексного обращения с отходами

Н.Д. Омаров , Д.Е. Казбекова , Ж.Б. Садықов 

Аннотация. Политика и практика обращения с отходами в четырех странах – Швеции, Германии, Дании и Нидерландах - описаны в этой статье. Поскольку общеевропейское содержание этой политики достаточно универсально, акцент везде делается на национальной специфике систем, которые сложились в этой области. Выбор стран продиктован следующими соображениями. В рассматриваемых странах наиболее активно – на уровне "национальной идеи" – проводится государственная экологическая политика, которая так или иначе влияет на практику обращения с отходами.

Ключевые слова: интегрированное управление отходами, ЕС, отходы, политика, практика обращения с отходами, переработка, повторное использование

ҚЫЗАНАҚТЫҢ БАКТЕРИЯЛЫҚ АУРУЛАРЫНА ҚАРСЫ МЫС-ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИЯЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІ

А.Б. Мадин¹ , О.А. Есимова¹ , Г.О. Рвайдарова² 

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

² «Ж. Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты»
ЖШС, Алматы қ. , Қазақстан

Аңдатпа. Метацид, мыс сульфаты және мыс сульфаты – метацид композициясының сулы ерітінділерінің қызанақ дақылының өнімділігі мен өнгіштігіне әсері анықталды. Мыс және полимерден тұратын композициясы қызанақ дақылдарының бактериялар әсерінен туатын ауруымен күресіп қана қоймай, топырақ құнарлығын арттырып, қызанақтың өнгіштігін арттырады. Мыс-полимер композициясының қызанақ дақылының өсуіне тиімді әсер ететіні анықталды.

Метацид, мыс сульфаты және мыс-полимер композициясының бактерия микрофлорасына қарсы әсері зерттелінді. Нәтижесінде, концентрациясының өсуімен бактериясының өуін тежеу қабілеті күшейеді. Дегенмен, жоғары концентрацияда қызанақ дақылының өнімділігі төмендейді. Мыс-полимер (1,0%) композициясы 86% өнгіштікті көрсетті және бактерия микрофлорасының өсуін тежей алу қабілеті жақсы екенін ескеріп, зерттеуге алынған ерітінділердің ішінен ең тиімді фунгицид деп айта аламыз.

Метацид, мыс сульфаты және мыс-метацид ассоциаттарының топырақпен әсерлесуі нәтижесіндегі минерализация мен рН көрсеткіші топырақтан жоғары болды.

Негізгі сөздер: полигексаметиленгуанидин гидрорхлорид (метацид), мыс купорасы, ауыл шаруашылығы, композициялар, залалдану, бактерицидтік қасиеттер, өнімділік, комплекс.

Кіріспе. Көптеген көкөністер өсу кезеңінде бактериялар мен саңырауқұлақтардың әсерінен көптеген ауруларға ұшырайды. Олар өз кезегінде өнімнің сапасыздығына, сонымен қатар жануарлар мен адамдардың улануына әкелуі мүмкін. Агроөнеркәсіп үшін бактерицидтік және экология үшін зиянсыз препараттарды қолдану маңызды. Осы орайда, қызанақ дақылын түрлі бактериялық аурулардан мыс құрамды қосылыстар мен активтілігі жоғары заттарды композициялау арқылы қорғауға болады. [1].

Қазіргі экологиялық жағдайға байланысты қоршаған ортаға зиян келтірместен уыттылығы төмен жаңа препаратты қолдануға қызығушылық артып келеді [2]. Осыған байланысты ғылыми-зерттеу жұмысында жоғары биологиялық белсенділігі бар метацид пен мыс-метацид негізіндегі комплекстер алынды.

Қызанақ дақылдарының өнімділігі мен сапасын арттырудың негізгі әдісі-микроорганизмдер әсерінен туындаған аурулармен күресу. Атап айтқанда, құрамында мыс бар қосылыстар, көкөністерді бактериялармен зақымданудан ұзақ мерзімді қорғауды қамтамасыз ететін және өсімдіктер үшін жоғары беріктік қасиеттері бар негізгі тиімді препарат болып саналады. Мыс қоспаларын қолданудың тиімділігі жоғары бактерицидтік белсенділік пен тұрақтылығы болып табылады. Мыс қосылыстарын фунгицид ретінде қолданудың өзіндік ерекшеліктерінен басқа, кемшіліктер де бар. Олардың артық мөлшерінде көкөністің өзі де зақымдануы мүмкін. Сондықтан, бактерияларға қарсы белсенділікті арттыру және қоршаған ортаға уытты әсерді азайту үшін биоцидтің жаңа түрін әзірлеп, тиімді концентрацияда қолдану қажет [3, 4]. Аталған кемшіліктердің алдын алу үшін, қызанақтың бактериялық ауруларымен күресу барысында мыс құрамды климерлермен композициясын қолдану тиімді.

Полигексаметиленгуанидин гидрорхлорид (метацид) - бактерицидтік қасиеттері бар катионды полимер. Ол негізінен дезинфекциялық заттардың құрамына кіреді. Метацидті қолданудың практикалық маңыздылығы-микробиологиялық белсенділік, төмен уыттылық, суда жақсы ерігіштігі, биологиялық ыдырауы [5]. Метацид жоғары бактерицидтік қасиеттері үшін және сонымен бірге қол жетімділігі үшін таңдалды.

Мыс негізіндегі препараттар қорғаныс әсерінің жанаспалы фунгицидтері болып табылады. Олар бактериялар мен саңырауқұлақ спораларының өнуін белсенді түрде тежейді. Мыс препараттарының жоғары тиімділігін қамтамасыз ету үшін олар басқа бактерицидтік

заттармен бірге композиция ретінде қолданылады [6]. Полимер мен металл жүйесі арасында гидрофобты, электростатикалық және сутегі байланыстары пайда болады. Осы байланыстардың арқасында композицияларды фунгицид ретінде пайдалану бірқатар артықшылықтарды береді. Полимер-металл кешендерін пайдалану ауыл шаруашылығындағы көптеген өзекті мәселелерді шешуге мүмкіндік береді [7, 8].

Эксперименттік бөлім

Зерттеу нысандары: полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (МЦ), мыс сульфаты, қызанақ тұқымдары.

Зерттеуге метацидтің 0,5%-4% сулы ерітінділері және мыс купорасынан 0,5%-4% сулы ерітінділері дайындалды. Қызанақ тұқымының өнгіштігі кептіргіш пеште анықталды. Ерітінділердің фунгицидтік қасиеттері фитоэкспертизалық анализ нәтижесінде анықталды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Көкөністер - негізі азық-түлік өнімі. Көкөністердің өнімділігін ауылшаруашылығы үшін маңызды көрсеткіш. Сапалы өнім алу үшін және ауыл шаруашылық дақылдардың қоры мен сапасын арттыру үшін дақылды екпес бұрын оның өнімділігі мен залалдану қасиеттеріне әсері бар заттармен тәжірибе жүзінде зерттеулер жүргізу көптеген маңызды мәселелерді шешуге септігін тигізеді. Қазіргі заманда ауылшаруашылық өнімдерінің шығымын арттыру мақсатында беттік активті заттар және олардың ассоциаттарын кеңінен пайдалану өріс алуда [9].

Полигексаметиленгуанидинхлорид, *мыс сульфатының* және олардың комплекстерінің қызанақ тұқымының өнімділігі мен бактерицидтік қасиеттерін зерттеу «Ж. Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтында», пептицидтер токсикология зертханасында жүргізілді. Қойылған мақсатты жүзеге асыру үшін келесі зерттеулер жүргізілді.

Көкөніс дақылдарының өнгіштігіне мыс, полимер және комплекстердің әсері.

Дақылдардың өнгіштігі - өніп шыққан тұқым санының бастапқы егуге алынған тұқым санына қатынасын көрсететін, пайыздық шама.

Тұқымның өнуі - өсімдік тұқымының тыныштық күйден белсенді тіршілік әрекетіне көшуі, нәтижесінде өскін түзілетін өсімдік онтогенезінің бастапқы кезеңі болып саналады.

Дақылдардың өнгіштігі егістік сапасын көрсететін маңызды көрсеткіш болып табылады. Өнгіштігі жақсы тұқымдар тиісінше жақсы өнімдер береді. Тұқымдардың өнгіштігі өндіріс үшін маңызды көрсеткіш болып табылады [10].

МЦ, Мыс және МЦ-Мыс комплексінің қызанақ дақылдарының өнгіштігіне әсері екі түрлі жағдайда зерттелінді:

1) Көкөніс дақылдарының тұқымына тікелей енгізу әдісі

Зерттеу әдісі Петри табақшасында орындалады. Полимер, мыс және олардың комплекстерінің 0,5%-4% жұмыс ерітінділері жасалынды. Әрбір концентрация үшін жеке-жеке Петри табақшасына 5-6 мл-ден ерітінді құйылып, қияр тұқымының 50 данасы салынды. Петри табақшаларын тұрақты 25-27°C температурада ұстайтын камераларға орнатылып, тұқымдардың өнімділігі 7-10 күн аралығында бақыланды. Тұқымдардың өнімділігі тұрақты температурада Петри табақшасында анықталды.

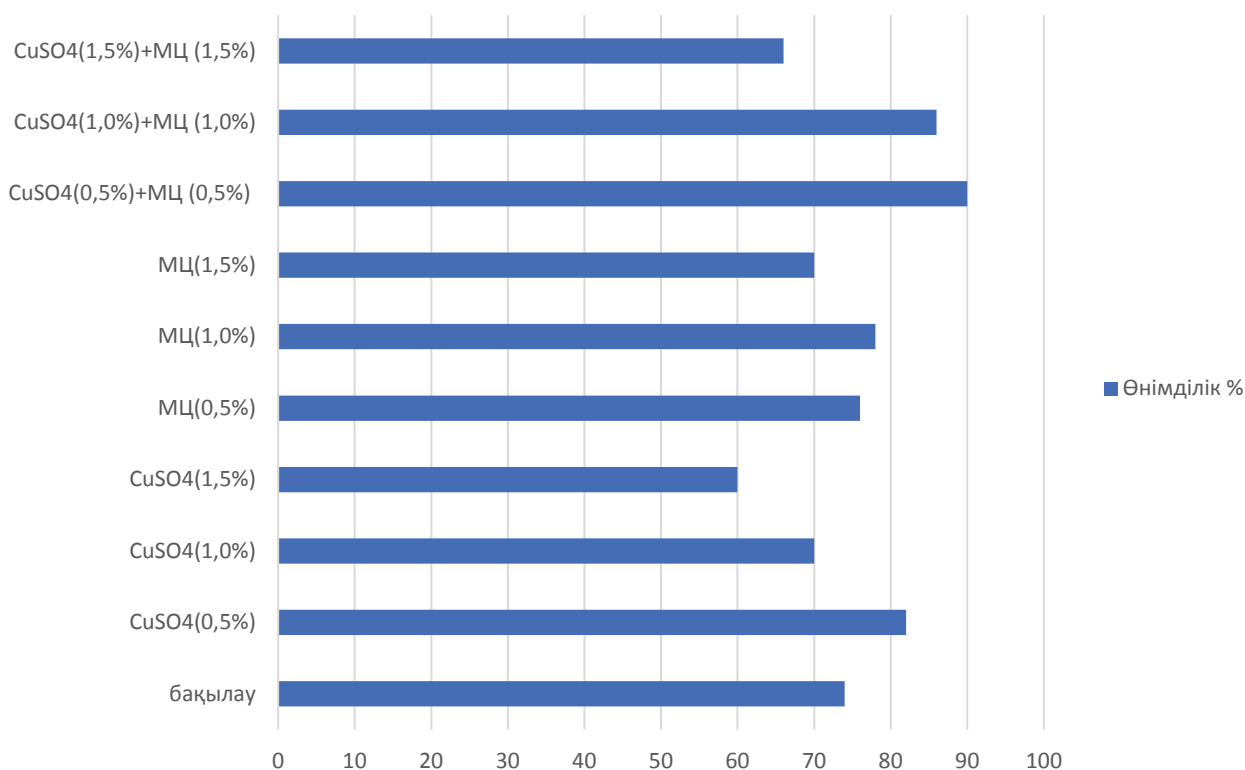
МЦ, мыс және МЦ-мыс комплексінің 0,5%; 1,0%; 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, 4% ерітінділерінің қызанақ тұқымдарының өнгіштігіне әсері зерттелінді.

2) Топырақта көкөніс дақылдарының өсімділері пайда болғаннан кейін Мыс, МЦ және мыс-МЦ комплексінің 0,5%; 1,0%; 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, 4% концентрациялы сулы ерітінділерімен (50 мл) суару.

Нәтижесінде 0,5% және 1% 1:1 қатынастағы мыс-МЦ комплексінің ерітіндісімен өңделген тұқымдардың өнгіштігі жоғары екені анықталды.

1-кесте. Мыс, МЦ және Мыс-МЦ комплексінің ерітінділерімен өңделген қызанақ дақылдарының өңгіштігі мен залалдануын анықтау

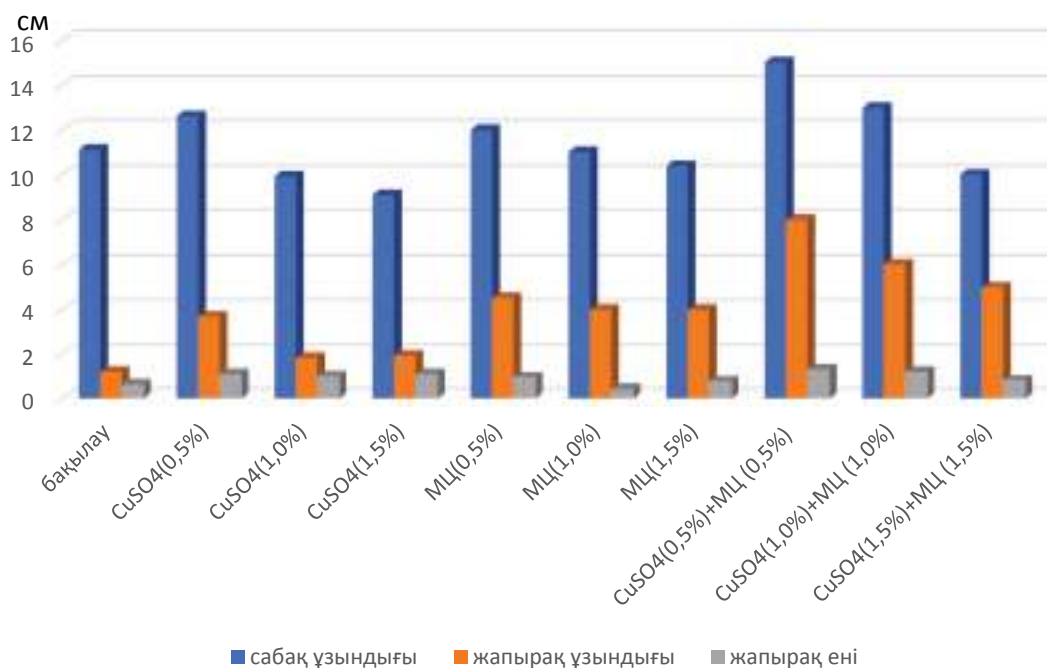
Концентрация	Өңгіштігі, дана		Залалдану, дана	Өңгіштігі, %
	3-4 күн	6-7 күн		
Бақылау(су)	15	37	13	74%
CuSO ₄ (0,5%)	29	41	12	82%
CuSO ₄ (1,0%)	19	35	4	70%
МЦ (0,5%)	23	38	12	76%
МЦ (1,0%)	19	39	11	78%
МЦ (1,5%)	21	35	15	70%
CuSO ₄ (0,5%)+МЦ (0,5%) 1:1	35	45	5	90%
CuSO ₄ (1,0%)+МЦ (1,0%) 1:1	31	43	7	86%
CuSO ₄ (1,5%)+МЦ (1,5%) 1:1	19	33	21	66%



1-сурет. Полимер, мыс сульфаты және олардың комплекстерімен өңделген қызанақ дақылдарының өнімділігі

Көкөніс дақылдарының өсіп - өнуіне мыс, МЦ және мыс-МЦ, комплексінің әсері

Көкөніс дақылдарының өсіп - өнуін бақылау үшін ыдысқа 500 г топырақ салынып, 4 реттік қайталау арқылы қиярдың тұқымы егілді. Топырақта көкөніс дақылдарының өсінділері пайда болғаннан кейін мыс, МЦ және Мыс-МЦ комплексінің 50 мл 0,5%; 1,0%; 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, 4% концентрациялы сулы ерітінділерімен суарылды. Зерттеу нәтижелері төмендегі диаграммада көрсетілген.



2-сурет. Мыс, МЦ және мыс-МЦ қосылыстарының қызанақ дақылының өсуіне әсері

Зерттеу нәтижесі бойынша, CuSO₄ (0,5%)+МЦ (0,5%) 1:1 ерітіндісімен өңделген қызанақ биіктігі 15 см, ал CuSO₄ (1,0%)+МЦ (1,0%) 1:1 ерітіндісімен өңделген қызанақтың биіктігі 13 см шамасында болды. Бұл көрсеткіш жәй сумен суарылған және мыс және МЦ жеке ерітінділерімен өңделген қызанақтардың биіктігі 2-4 см-ге арттық.

Қызанақ тұқымдарының саңырауқұлақ және бактериялық микрофлорасына препараттардың әсерін зерттеу

Фунгицидтер - өсімдіктерде кең таралған саңырауқұлақтар ауруларына қарсы күресу қабілеті бар препараттар. Фунгицидтер өсімдіктердің көптеген ауруларының себебі болатын патогенді саңырауқұлақтарды және бактериялардың өсуіне қарсы тұрады немесе оларды жойып жібереді. Фунгицидтер синтетикалық немесе табиғи химиялық қосылыстар немесе биологиялық организмдер [12]. Мыс құрамды фунгицидтердің пайдаланудың ерекшелігі химиялық тұрақтылығы мен жоғары бактерицидтік қасиеті болып табылады [13].

Зертханалық жағдайда препараттардың қызанақ тұқымдарының саңырауқұлақ және бактериялық микрофлорасына әсерін зерттеу бойынша зерттеулер жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде, мыс қосылыстарының бактерицидтік қасиет көрсететіні дәлелденді. Қосылыстардың бактерицидтік қасиеті концентрацияға тікелей тәуелді болды. Концентрацияның жоғарылаумен препараттардың да бактерицидтік қасиеті жоғарылады.

Зерттеу ерітінділерде тұқымдарды 2 сағат бойы ылғалдандыру және сулау арқылы жүргізілді. БАҚЫЛАУДА тұқымдар сумен суланған.

Төмендегідей жұмыс ерітінділері дайындалды:

1. CuSO₄ – 0,5%
2. CuSO₄ – 0,5% +Метацид 0,5%
3. CuSO₄ – 1,0% +Метацид 1,0%
4. CuSO₄ – 1,5% +Метацид 1,5%
5. Метацид 0,5%

Н.А. Наумованың "Тұқымдарды саңырауқұлақ және бактериялық инфекцияға талдау жасау" әдістемелік нұсқаулығына сәйкес препараттардың бактериялық және саңырауқұлақ микрофлорасына әсері қоректік орта– картоп-глюкоза агарында (КГА) зерттелінді.

2-кесте. Қызанақ тұқымдарының саңырауқұлақ және бактериялық микрофлорамен залалдануы

№	сорт	Залалданған тұқымдар, %	Саңырауқұлау микрофлорасы, %							Бактериялды микро флора. %
			<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Pithium</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Mucor</i>	<i>Penicillium</i>	
	бақылау	100	20	10	3	0	0	66,0	0	100

Фитоэкспертизаның нәтижелері барлық талданған тұқымдар саңырауқұлақ және бактериялық микрофлорамен қатты зақымданғанын көрсетті (2-кесте, 3-сурет). Тұқымның жалпы инфекциясы 100% құрайды. Сонымен қатар, барлық үлгілерде тамыр шірігі мен фузариум мен альтернариозбен зақымдайтын *Alternaria* және *Fusarium* тұқымдас саңырауқұлақтары басымдылық көрсетеді. Талданған қызанақ тұқымдарының барлық дерлік үлгілерінде тұқымның көгеруіне әкелетін *Mucor* сапрофиялық саңырауқұлақтарының күшті қоныстануы байқалды. Фитоэкспертиза талданған барлық тұқым үлгілерінде бактериялық микрофлораның бар екенін көрсетті.



Бақылау

3-сурет. Қызанақ тұқымдарының, саңырауқұлақ және бактериялық микрофлораның инфекциясы (қоректік орта)

Саңырауқұлақтарды, оқшауланған тұқымдарды микроскопиялау нәтижелері 3-суретте көрсетілген



Fusarium тұқымдас макро және микро конидиялар



Alternaria саңырауқұлағының конидиясы



Mucor споралары бар спорангия

4-сурет. Қызанақ тұқымдарынан микро көшіру кезінде анықталған саңырауқұлақ микрофлорасы



А

Б

CuSO_4 -1,5% + МЦ-1,5%



А

Б

CuSO_4 0,5%



А

Б

CuSO_4 0,5% + МЦ 0,5%



А

Б

CuSO_4 1,0% + МЦ 1,0%



А

Б

Метацид 0,5%

5-сурет. Препараттардың (сығындылардың) саңырауқұлақ және бактериялық микрофлораға (қоректік ортаға) әсері: А - сулау; Б-ылғалдандыру.

Фитопатологиялық экспертизада CuSO_4 және метацид комплексімен, сонымен қатар жеке алынған препараттар ылғалданумен салыстырғанда сулағанда саңырауқұлақ және бактериалды микрофлораның өсуін жоғары тежеу қабілетіне ие. Тек CuSO_4 – 0,5% суланған нұсқа ғана саңырауқұлақ және бактериалды микрофлораның өсуін тежей алмады.

Қорытынды. Мыс, полимер және олардың композициясының қызанақ тұқымының өнімділігін кептіргіш шкафта және топыраққа отырғызып өсіп-өнуі зерттелінді. CuSO_4 (0,5%)+МЦ (0,5%) 1:1 ерітіндісі қызанақ тұқымының өнгіштігін арттыратыны және өсуіне жақсы әсер ететіні анықталды. және препараттардың бактерицидтік қасиеттері зерттелінді. Мәселен, сумен суғарылған қызанақпен салыстырғанда өнімділігі 16%-ға артық, жеке препараттармен салыстырғанда 8-20%-ға жоғары. Сонымен қатар, композициялармен суарылған ерітінділердің биіктігі де 2-4 см-ге жоғары.

Зерттеуге алынған препараттардың бактерицидтік қасиеттері зерттелінді. Фитопатологиялық экспертиза нәтижесінде, CuSO_4 – 0,5% суланған нұсқадан өзге препараттардың барлығы бактерицидтік қасиет көрсетеді және бактерицидтік қасиет композицияның концентрациясы артуымен артады. Дегенмен, біздің мақсатымыз жақсы бактерицидтік қасиет көрсететін фунгицид алу ғана емес, көкөністердің өсіп-өсуін арттыратын фунгицид алу. Зерттеу нәтижесіне сүйенсек, жеке препараттармен салыстырғанда олардың композицияларын, оның ішінде 1% 1:1 қатынастағы комплексті пайдалану тиімді екені анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Есимова О.А., Мусабеков К.Б., Исенова Г. Бактерицидные поликомплексы ПАВ. –Алматы. – Вестник КазНУ. -2002-№2.-с.86-92
2. Yessimova O., Kumargaliyeva, S., Kerimkulova, M. Mussabekov, K., Toktarbay, Z. «Wetting ability of a phytoreparation and their associates with polyelectrolyte» *Rasayan Journal of Chemistry*, 2020, Vol 13 No 1 P. 481-487
3. О.А. Есимова, Бектурганова Н. Е., , М.Ж. Керимкулова, С.Ш. Кумаргалиева, К.Б. Мусабеков. Полигексаметиленгуанидин хлорид-БАЗ комплекстерінің топырақтың құнарлығына әсері Вестник НАН РК, 2015 г., Т 2, № 354 С. 162-166
4. O.A. Yessimova, I.A.O. Adilbekova, M.Zh. Kerimkulova, G.D. Isenova, 3B. Lozowicka, 1K. Sagymbekova Influence of mixed aqueous solutionsof polyhexamethylene guanidine hydrochloride and OP-10 on vegetable crop seeds. *International Journal of Biology and Chemistry* 11, № 2, 164 (2018) стр 164-172
5. Yildiztekin M. et al. Investigations on the effects of commonly used pesticides on tomato plant growth // *Fresenius Environ. Bull.* 2019. Vol. 28, № 1. P. 376–382.
6. Panthee D., Chen F. Genomics of Fungal Disease Resistance in Tomato // *Curr. Genomics*. 2009. Vol. 11, № 1. P. 30–39.
7. Patel N, Desa P, Pael N, Jha A G.H. Agronatechlogy for plant fungal disease management: a review // *Int J Cur Micobl Ap Sci*. 2014. Vol. 2, № 10. P. 228–236.
8. Djurjagina A.N. et al. Research of Processes of Adsorption Amino Compound of Surface-Active Substance on the Surface of Aluminium Powder // *Chem. Bull. Kazakh Natl. Univ.* 2012. Vol. 1, № 65. P. 247–250.
9. Kolomiets J.V., Grygoryuk I.P., Butsenko L.M. Bacterial diseases of tomato plants in terms of open and covered growing of Ukraine // *Ann. Agrar. Sci. Elsevier B.V.*, 2017. Vol. 15, № 2. P. 213–216.
10. Seebold K. Bacterial Canker of Tomato // *Coll. Agric. food Environ. Kentucky*. 2008. № Cmm. P. 6–8.
11. Giovanardi D. et al. Impact of bacterial spot outbreaks on the phytosanitary quality of tomato and pepper seeds // *Plant Pathol.* 2018. Vol. 67, № 5. P. 1168–1176.
12. Rubina M.S. et al. Synthesis and characterization of chitosan–copper nanocomposites and their fungicidal activity against two sclerotia-forming plant pathogenic fungi // *J. Nanostructure Chem. Springer Nature*, 2017. Vol. 7, № 3. P. 249–258.

Влияние медно-полимерных композиций против бактериальных заболеваний томатов

А.Б. Мадин¹, О.А. Есімова², Г.О. Рвайдарова³

Аннотация. Установлено влияние водных растворов метацидного, медного купороса и медно – метацидного состава на урожайность и всхожесть культуры томатов. Состав, состоящий из меди и полимера, не только борется с болезнями культур томатов, вызываемыми бактериями, но и повышает плодородие почвы и повышает всхожесть томатов. Установлено, что медно-полимерная композиция эффективно влияет на рост урожая томатов.

Исследовано действие метацида, медного купороса и медно-полимерных композиций против бактериальной микрофлоры. В результате с ростом концентрации усиливается способность ингибировать прорастание бактерий. Однако при высоких концентрациях урожайность культуры томатов снижается. Учитывая, что медно-полимерная (1,0%) композиция показала 86% всхожесть и обладает хорошей способностью подавлять рост бактериальной микрофлоры, можно сказать, что из исследованных растворителей наиболее эффективен фунгицид. Показатель минерализации и pH в результате взаимодействия метацида, сульфата меди и медно-метацидных ассоциатов с почвой был выше, чем в почве.

Ключевые слова: полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (метацид), медный купорос, сельское хозяйство, составы, зараженность, бактерицидные свойства, урожайность, комплекс.

The effect of copper-polymer compositions against bacterial diseases of tomatoes

A.B. Madin¹, O.A. Yessimova², G.O. Rvaydarova³,

Abstract. The effect of aqueous solutions of metacid, copper sulfate and copper sulfate – metacid compositions on the yield and germination of tomato crops was determined. The composition, consisting of copper and polymer, not only fights diseases of tomato crops caused by bacteria, but also increases soil fertility and increases tomato germination. It is established that the copper-polymer composition has an effective effect on the growth of the tomato crop. The effect of metacid, copper sulfate and copper-polymer compositions on bacterial microflora was investigated. As a result, with an increase in concentration, the ability to inhibit the growth of bacteria increases. However, at high concentrations, the yield of the tomato crop decreases. Taking into account that the copper-polymer composition (1.0%) showed a germination rate of 86% and has a good ability to inhibit the growth of bacterial microflora, we can say that it is the most effective fungicide among the solutions taken for the study.

Mineralization and pH indicators as a result of the interaction of metacide, copper sulfate, and copper-metacide associations were higher than with the soil.

Key words: polyhexamethylenguanidine hydrochloride (metacid), copper cupora, agriculture, compositions, decontamination, bactericidal properties, yield, complex.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ IN VITRO ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ CATHARANTHUS ROSEUS L.

Р. Кусалина, К.М. Исакова, Б.Б. Анапияев

Satbayev University, Казахстан, Алматы

rkusalina@gmail.com

Аннотация. Данная работа рассматривает методы культивирования лекарственных растений и их совершенствования на примере вечнозеленого кустарникового растения *Catharanthus roseus* L. Приведенно описание данного растения и места его произрастания. Особенность *Catharanthus roseus* L. заключается в том, что в его составе находится около 70 индольных алкалоидов. К ним относятся такие вещества как винкристин (VCR), винбластин (VBL) и винорелбин (VRL). Ниже приведены структуры данных алкалоидов и описаны их свойства. В работе приведены результаты культивирования соматических клеток *Catharanthus roseus* L. в модифицированных нами питательных средах Мурасиге-Скуга и Гамборга В5 с 2,4-Д и БАП.

Ключевые слова: *Catharanthus roseus* L., алкалоиды, культивирование in vitro, лекарственные растения, соматические клетки

Catharanthus roseus L. описание

Catharanthus roseus L. относится к семейству Аросупасеа и является чрезвычайно важным растением которое используют в фармацевтике. Растение широко распространено и натурализовано в Африке, Америке, Азии, Австралии, Южной Европе и в некоторых частях островов Тихого океана. Он производит большое количество фитосоединений, таких как терпеноидные индольные алкалоиды, фенолы, антоцианы, жирные кислоты, стероиды, белки, ферменты и т. д., [1].

Catharanthus roseus L. — вечнозеленое полутравяное или травянистое растение, достигающее 1 м в высоту. Листья широкие глянцевые-зеленые со светлой средней жилкой и коротким черешком длиной около 1-1,8 см, расположены супротивными парами. Длина листа достигает от 2,5 до 9,0 см а ширина от 1 до 3,5 см. Существует множество оттенков цветка они могут быть от белого до темно-розового цвета с темно-красным центром, с базальной трубкой около 2,5-3 см в длину и венчиком около 2-5 см в диаметре с пятью лепесткообразными долями. Плод представляет собой пару folliculov длиной около 2-4 см и шириной 3 мм [2,3]. Лекарственное растение семейства *Arosupaseae*, используют для лечения: диабета, артериального давления, астмы, запора и рака. Существует около двух распространенных сортов *C. roseus*, названных в честь их цвета цветка: «Розеа» с розовыми цветками и «Альба» с белыми цветками (Рисунок 2).



Рисунок – 2. Донорные растения *Catharanthus roseus* L.

В дикой природе это растение находится под угрозой исчезновения, и основной причиной их сокращения является разрушение среды обитания подсечно-огневым сельским хозяйством.

Обильное естественное свечение во многих регионах, особенно в засушливых прибрежных районах. Культивируется как декоративное растение почти во всех тропических и субтропических регионах мира. Однако климатические условия и свойства почвы в некоторых европейских странах неблагоприятны для выращивания *Catharanthus roseus* L. [4].

Алкалоиды *Catharanthus roseus* L.

Катарантус розовый (*Vinca rosea*) известен как превосходный источник основных классов монотерпеноидных индольных алкалоидов [5-6]. Алкалоиды барвинка представляют собой встречающиеся в природе или полусинтетические азотистые основания. Это растение синтезирует около 90 различных алкалоидов, в том числе фармацевтически важные соединения с цитотоксическими и гипотензивными свойствами. Алкалоиды барвинка имеют димерную химическую структуру, состоящую из двух основных многокольцевых единиц индольного ядра (катарантин) и дигидроиндольного ядра (виндолин), соединенных вместе с другими сложными системами (Рисунок 3).

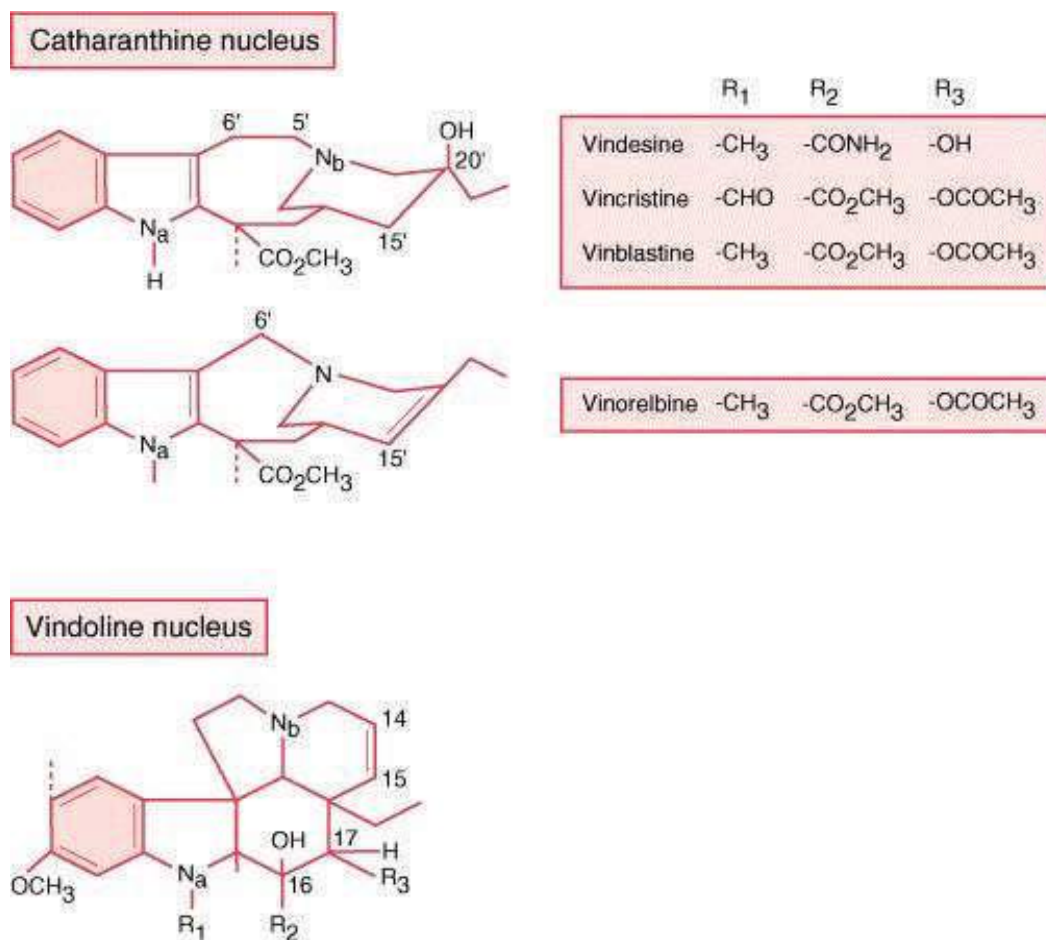


Рисунок 3-Химическая структура алкалоидов барвинка

Среди димерных индольных алкалоидов выделим представителей со значительной противоопухолевой активностью винбластин и винкристин являются типичными соединениями, которые широко используются для клинического лечения рака человека, такого как карцинома яичка, острый лейкоз, рабдомиосаркома и рак молочной железы. Винбластин индуцирует апоптоз в клетках меланомы посредством митохондриальных и немитохондриальных путей, опосредованных белком Rho A. Апоптоз это строго регулируемый процесс запрограммированной гибели клеток, который может запускаться как внешними, так и внутренними путями. Внешний путь (рецептор-зависимый сигнальный путь) начинается со стимуляции рецепторов смерти на клеточной мембране. Внутренний (митохондриальный) путь инициируется дисфункцией митохондрий, что приводит к

высвобождению сигнальных факторов, таких как цитохром с (cyto c), в цитозоль. Пермеабиллизация митохондриальной мембраны зависит от семейства белков В-клеточной лимфомы 2 (Bcl-2), где проапоптотические Bcl-2-ассоциированные белки X (Bax) или гомологичные Bcl-2 белки-киллеры (Bak) олигомеризуются с образованием пор на наружная митохондриальная мембрана. Эти два пути осуществляются в основном каспазами (семейство цистеиновых протеаз), причем каспазы-8 и -9 участвуют во внешнем и внутреннем пути соответственно. Кроме того, активные формы кислорода (АФК), ряд побочных продуктов метаболизма кислорода, тесно связаны с апоптозом раковых клеток, вызванным природными алкалоидами.

2. Экспериментальная часть

2.1. Этапы культивирования

Этапы культивирования соматических клеток

1. Выращивание и отбор донорных растений;
2. Инициация и создание асептической культуры (основные этапы: изоляция эксплантата, стерилизация поверхности, промывка и создание соответствующей питательной среды);
3. Размножение побегов или быстрое формирование соматических зародышей с использованием определенной питательной среды.
4. Выращивание соматических клеток, получение каллусов и укоренение регенерированных побегов in vitro.

2.2 Питательная среда

Культивирование проходит на многокомпонентной питательной среде. Существует множество питательных сред и они отличаются по составу, но несмотря на это их объединяет то, что все они содержат витамины, фитогормоны, углеводы, макроэлементы, микроэлементы необходимые для роста и развития растения. Регуляция роста и образования каллуса in vitro осуществляется ауксинами и цитокининами, которые являются важными компонентами питательной среды.

В данной работе были использованы Мурасиге и Скуга 1962, Гамборга и Эвелеге 1968. В питательную среду Гамборга и Эвелеге было добавлено 2 мл/л 2,4-D и рН среды 5,8. В питательную среду Мурасиге и Скуга было добавлено 2мл/л БАП и рН среды 5,7.

Заключение

При культивирований соматических клеток лекарственного растения *Catharanthus roseus* L. спустя 2 недели после помещения на питательные среды простерилизованных эксплантов произошло образование каллуса. Необходимо отметить, что процесс каллусогенеза и его пролиферация активнее проходил на среде с добавлением 2,4-D в модифицированной нами питательной среде Гамборга В5. На питательной среде МС с БАП (6-Бензиламинопурин) процент образования каллусов и его пролиферация начиналось после трех недель культивирования в условиях in vitro.

Благодарность

Выражаю свою благодарность моему руководителю д.б.н., профессору Анапияеву Бахытжану Бейсенбековичу за данную им возможность работать с прекрасной темой и объектом исследования, которая затрагивает интересующее меня направление. Также хочу выразить свою благодарность Satbayev University за нахождение себя в профессиональной сфере.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mujib A, Ali M., Isah T. Somatic embryo mediated mass production of *Catharanthus roseus* in culture vessel (bioreactor) – A comparative study ///Saudi Journal of Biological Sciences.-Volume 21, Issue 5, - November, - 2014, - P. 442-449.

2. Sain M., Sharma V. *Catharanthus roseus* (An anti-cancerous drug yielding plant) - A Review of Potential Therapeutic Properties // International Journal of Pure & Applied Bioscience.-V 1, - I 6, - November, - 2013, - P. 139-142.
3. Santhosh M.A., Surya P. N., Santhi P. *Catharanthus roseus*: ornamental plant is now medicinal boutique// J. of Drug Delivery & Therapeutics, - 2015, - V 5, - N 3, DOI [https://doi.org/ 10.22270/jddt.v5i3.1095](https://doi.org/10.22270/jddt.v5i3.1095)
4. Monika S. Biotechnological Studies on *Catharanthus roseus* L: Thesis/Monika Sain-2018.-15 p.
5. Stockigt J., Soll H.J. Indole Alkaloids from Cell Suspension Cultures of *Catharanthus roseus* and *C. ovalis* // Journal of Medicinal Plants Research.-2020, - V 40, - P. 22-30.
6. Wang X.D., Li C.M., Jiang M.M. Induction of apoptosis in human leukemia cells through an intrinsic pathway by cathachunine, a unique alkaloid isolated from *Catharanthus roseus* // J. Phytomedicine, - 2016, - V. 23, -N. 6, - P. 641-653.

Catharanthus roseus L дәрілік өсімдігін in vitro өсіру әдістерін жетілдіру.

Р.Кусалина, Қ.М. Ысқақова, Б.Б. Анапияев

Андатпа: Бұл жұмыста дәрілік өсімдіктерді өсіру және оларды жетілдіру әдістері *Catharanthus roseus* L мәңгі жасыл бұталы өсімдігі мысалында қарастырылады. Осы өсімдікке және оның өсетін жерлеріне сипаттама берілген. *Catharanthus roseus* L. Дәрілік өсімдігінің ерекшелігі - оның құрамында 70-ке жуық индолдық алкалоидтар бар. Оларға винкрестин (VCR), винбластин (VBL) және винорелбин (VRL) сияқты алкалоиддар кіреді. Бұл мақалада осы алкалоидтардың құрылымы мен олардың қасиеттері сипатталған. Мақалада *Catharanthus roseus* L. соматикалық жасушаларын 2,4-D және BAP фитогормондары қосылған Мурашиге-Скуг және Гамбург B5 қоректік орталарында өсіру нәтижелері берілген.

Негізгі сөздер: *Catharanthus roseus* L., алкалоидтар, in vitro өсіру, дәрілік өсімдіктер, соматикалық жасушалар.

Improvement of in vitro cultivation methods of the medicinal plant

***Catharanthus roseus* L.**

R. Kusalina, K.M. Iskakova, B.B. Anapiyayev

Abstract: This work considers the methods of cultivation of medicinal plants and their improvement on the example of an evergreen shrub plant *Catharanthus roseus* L. In the article was description of this medicinal plant and its place of growth. The peculiarity of *Catharanthus roseus* L. is that it contains about 70 idol alkaloids. These include substances such as vincristine (VCR), vinblastine (VBL) and vinorelbine (VRL). The structures of these alkaloids are given below and their properties are described. The paper presents the results of cultivating somatic cells of *Catharanthus roseus* L. in modified by us Murashige-Skoog and Hamburg B5 nutrient media with 2,4-D and BAP.

Keywords: *Catharanthus roseus* L., alkaloids, in vitro cultivation, medicinal plants, somatic cells

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ БОРОФОСФАТОВ

Козловская Е.А. 

Satbayev University, Казахстан, Алматы

[*Eva98_98@mail.ru](mailto:Eva98_98@mail.ru)

Аннотация. На основе технологических отходов производства асбеста месторождения Жетыгора в условиях поликонденсации при температурах 200°; 400° и 600°C синтезирован ряд магнийсодержащих борофосфатов. Показано, что уже при температуре 200°C практически вся структурно-связанная вода удаляется в газовую фазу, то есть процесс поликонденсации заканчивается в данных условиях при всех изученных соотношениях компонентов $Mg(H_2PO_4)_2 : H_3BO_3$. С использованием ИК-спектроскопии установлено, что в присутствии борной кислоты поликонденсация приводит к деполимеризации полифосфатной цепи, а бор находится в продуктах как в тройной, так и четвертной координации по кислороду. В отсутствие борной кислоты процесс поликонденсации дигидрофосфата магния заканчивается образованием циклотетрафосфата. Показано, что повышение температуры синтеза снижает растворимость синтезированных продуктов, также как и введение оксида бора в количестве 2 и 5 масс.%. Установлено, что магнийсодержащий борофосфат состава $MgO:P_2O_5:B_2O_3=1,00:1,00:0,10$ может использоваться не только как фосфорное удобрение пролонгированного действия, содержащее микроэлемент бор, но и как средство борьбы с сухой гнилью картофеля.

Ключевые слова. Магнийсодержащие борофосфаты, растворимость, поликонденсация, удобрение пролонгированного действия.

В настоящее время в условиях увеличения численности населения нашей планеты приоритетными задачами становятся мероприятия, направленные на повышение производства продовольственных товаров, и в частности, на создание новых эффективных форм минеральных удобрений, в том числе фосфорных. Используемые в настоящее время традиционные фосфорные удобрения в основном состоят из монофосфатов и их внесение не обеспечивает полноценную подкормку растений из-за вымывания поливными водами, а также из-за связывания монофосфатных анионов с соединениями алюминия и железа почв в неактивные формы [1-3]. Более эффективными являются фосфорные удобрения на основе конденсированных фосфатов, обладающих умеренной растворимостью под действием почвенных растворов с постепенным высвобождением питательных веществ, что обеспечивает их более длительное действие по сравнению с известными фосфорными удобрениями [4]. К тому же удобрения на основе конденсированных фосфатов не имеют балласта в своем составе и могут быть модифицированы в процессе их получения различными микроэлементами, необходимыми для конкретных типов сельскохозяйственных культур в соответствии с регионом их использования [3-4].

На основе изложенного, целью данной работы является синтез и исследование свойств конденсированных магнийсодержащих фосфатов, модифицированных соединениями бора, которые могут быть использованы не только как удобрения пролонгированного действия, но и как другие материалы.

Ранее проведенные исследования [5] показали возможность получения фосфорнокислотной экстракцией дигидрофосфата магния из технологических отходов производства асбеста месторождения Жетыгора. На основе этого соединения возможно получение таких перспективных материалов как борофосфатные полифункциональные материалы для применения в качестве компонентов оптического и химически стойкого стекла, глазури, сорбентов для очистки жидких сред от различных загрязнений, различных бактерицидов и фосфорных удобрений с микроэлементом бором.

Нами на основе раствора выщелачивания технологических отходов производства асбеста, основным компонентом которого является дигидрофосфат магния $Mg(H_2PO_4)_2$ были получены магнийсодержащие борофосфатные материалы и исследован их молекулярный состав и свойства. Для этого раствор дигидрофосфата магния, полученный в процессе фосфорнокислотной экстракции, упаривали до влажных солей, смешивали с борной кислотой в

количествах 2; 5 и 10 масс.% H_3BO_3 и при температурах 200°; 400° и 600°С в условиях поликонденсации синтезировали ряд продуктов, фиксируя потери в газовую фазу. Было установлено, что уже при температуре 200°С практически вся структурно-связанная вода удаляется в газовую фазу, то есть процесс поликонденсации заканчивается в данных условиях при всех изученных соотношениях компонентов $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 : \text{H}_3\text{BO}_3$.

ИК-спектроскопические исследования молекулярного состава синтезированных продуктов показали, что в процессе поликонденсации смесей $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{BO}_3$ происходит изменение не только структуры боратного, но и существенным образом меняется и дизайн фосфатного аниона. Структура фосфатного аниона в продукте поликонденсации при 600°С исходного дигидрофосфата магния является циклической, о чем на ИК-спектрах свидетельствует плечо в области 1340 см^{-1} и дублет в области 716-746 см^{-1} [6]. В присутствии борной кислоты поликонденсация смеси $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{BO}_3$ приводит к образованию линейных полифосфатных анионов с основными полосами поглощения в области 1270; 1100; 920 и 758 см^{-1} . Помимо этих, также появляются полосы в области 1159, 999, 688 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям трифосфатного аниона, что свидетельствует о деполимеризации полифосфатного аниона в присутствии борной кислоты. Бор в данном случае находится в основном в четвертной координации по кислороду, так как полосы поглощения в области 1300-1400 см^{-1} , характеристичные валентным колебаниям связей $\text{B}_{(3)}\text{-O}$, на спектрах отсутствуют, а полосы поглощения валентных колебаний связей $\text{B}_{(4)}\text{-O}$ перекрываются с валентными колебаниями связей P-O-P и срединных групп PO_2 .

Все синтезированные продукты были исследованы на водную растворимость (таблица 1) и установлено, что максимальная растворимость 62,9 отн.% наблюдается у продукта поликонденсации при 200°С исходного монофосфата магния, не содержащего бора. С ростом температуры синтеза до 600°С растворимость продуктов не содержащих бор снижается (таблица 1), что объясняется образованием нерастворимого циклотетрафосфата $\text{Mg}_2\text{P}_4\text{O}_{12}$ и подтверждается результатами ИК-спектроскопического анализа.

Таблица 1 - Растворимость магнийсодержащих борофосфатов в зависимости от состава и температуры синтеза

Содержание H_3BO_3 в исходной шихте, масс.%	Состав продуктов в пересчете на мольные соотношения компонентов	Температура синтеза, °С		
		200	400	600
		Растворимость борофосфатов, отн.%		
0	$\text{MgO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1:1$	62,9	21,5	9,7
2	$\text{MgO}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{B}_2\text{O}_3 = 0,98:1,00:0,02$	12,9	9,0	6,5
5	$\text{MgO}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{B}_2\text{O}_3 = 0,99:1,00:0,05$	26,6	15,7	13,2
10	$\text{MgO}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{B}_2\text{O}_3 = 1,00:1,00:0,10$	56,8	31,5	15,7

Введение борной кислоты в количестве 2 масс.% в состав шихты и ее термообработка при 200°С снижает растворимость борофосфатного продукта до 12,9 отн.%, то есть практически в 5 раз по сравнению с продуктом не содержащим бора. Это снижение растворимости вероятно связано с тем, что происходит сшивание коротких фосфатных цепей тетраэдром BO_4 по PO_2 -связям с образованием пространственных структур. Увеличение содержания бора в образце до 10 масс.% и его термообработка при 200°С повышает растворимость борофосфата до 56,8 отн.%. С ростом температуры синтеза растворимость всех продуктов снижается (таблица 1).

Наиболее растворимые продукты были изучены в качестве возможных удобрительных материалов. Для этого по стандартным методикам [7] был определен выход водорастворимой $P_2O_5^{\text{водо}}$, цитратнорастворимой $P_2O_5^{\text{цитр}}$ и лимоннорастворимой $P_2O_5^{\text{лим}}$ форм пентаоксида фосфора в воду и модельные почвенные растворы (таблица 2), а также содержание в них бора в пересчете на B_2O_3 .

Из результатов следует, что оба продукта содержат вышеперечисленные усвояемые формы P_2O_5 , однако в борофосфате магния содержание цитратнорастворимой формы в 1,7 раз превышает это количество в продукте, не содержащем бора, тогда как содержание водорастворимой формы имеет близкие значения. При растворении борофосфата в растворе обнаруживаются и соединения бора в количестве 16,4 мг/л. Кроме того, борофосфат магния состава $MgO:P_2O_5:B_2O_3=1,00:1,00:0,10$ является практически полностью лимоннорастворимым продуктом, что позволяет отнести его к удобрениям пролонгированного действия.

Таблица 2 – Содержание усвояемых форм фосфора в продуктах, синтезированных при 200°C

Состав продукта	Содержание, отн. %			Содержание B_2O_3 , мг/л
	$P_2O_5^{\text{водо}}$	$P_2O_5^{\text{цитр}}$	$P_2O_5^{\text{лим}}$	
$MgO:P_2O_5=1:1$	31,8	21,5	54,5	0,0
$MgO:P_2O_5:B_2O_3=1,00:1,00:0,10$	25,9	36,7	92,3	16,4

Данный продукт состава $MgO:P_2O_5:B_2O_3=1,00:1,00:0,10$ был также испытан в качестве фунгицида при борьбе с таким заболеванием картофеля как фузариозное увядание или сухая гниль, вызываемое грибами рода *Fuzarium*. Закладка зараженных клубней картофеля на хранение приводит к его гниению и существенным потерям как пищевого продукта, так и семенного материала [8-9]. Так как бор обладает бактерицидными свойствами, то нами было предложено исследовать воздействие магнийсодержащего борофосфата на развитие сухой гнили картофеля при хранении. Для этого клубни картофеля разрезали на ломтики по линии пораженных участков мякоти и помещали в стакан с раствором борофосфата с концентрацией 0,01%, выдерживали 5 минут и затем выкладывали ломтики картофеля на асептические чашки Петри. Для контроля пораженные ломтики клубня обрабатывали дистиллированной водой. Закрывали чашки и через 6 суток проверяли действие синтезированного борофосфата как фунгицида. Было установлено, что на обработанных борофосфатом ломтиках картофеля пораженные участки не увеличились, тогда как на контрольных ломтиках очаг поражения увеличился до 4-6 мм и наблюдалась развитие пышной «шапки» мицеллия гриба (рисунок).



А

Б

Обработанные борофосфатом магния ломтики картофеля (А) и контрольные без обработки (Б)

Таким образом, проведенные исследования показали, что на основе магнийсодержащих растворов выщелачивания технологических отходов производства асбеста месторождения

Жетыгора фосфорной кислотой можно получать такие ценные материалы как фосфорные удобрения пролонгированного действия, содержащие микроэлемент бор, а также бактерицидные препараты для борьбы с таким заболеванием сельскохозяйственной культуры картофеля как фузариозное увядание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Karapetian, K. Improvement of ecological conditions of water areas to the land used in agricultural activities through the use of glassy phosphate fertilizers / K. Karapetian, N. Dzhevaga // International Journal of Applied Engineering Research. – 2016. – V. 11, N 8. – P. 5614 – 5618.
2. Kogan, V.E. Theoretical analysis of the influence of particle size distribution on the kinetics of dissolution of phosphorus-containing vitreous fertilizers/ V.E. Kogan, K.G. Karapetyan // Glass Physics and Chemistry. – 2018. – V, 44, Issue 5. – P. 394 – 397.
3. Коган В.Е. Поликристаллические и стеклообразные фосфорные удобрения: Монография / В.Е. Коган, К.Г. Карапетян. – СПб: ЛЕМА, 2015.
4. Бектуров А.Б., Серазетдинов Д.З., Урих В.А. Физико-химические основы получения полифосфатных удобрений. – Алма-Ата, 1979. – 248 с.
5. Козловская Е.А., Капралова В.И. Исследование возможности получения магнийсодержащих фосфатов на основе техногенных отходов/Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, экологии и химии с использованием современных образовательных технологий», Алматы, КазНУТУ им.К.И.Сатпаева, 2022. ISBN 978-601-08-1906-1 - С.246-248.
6. Мельникова Р.Я., Печковский В.В., Дзюба Е.Д., Малашонок И.Е. Атлас инфракрасных спектров фосфатов. Конденсированные фосфаты. – М.: Наука, 1983. – 240 с.
7. ГОСТ 20851.2-75 «Удобрения минеральные. Методы определения фосфатов». М.: Госстандарт, 1990. – 37 с.
8. Попкова К.В., Шнейдер Ю.И., Воловик А.С. и др. Болезни картофеля/ М.: Колос. — 1980. — 304 с
9. Замалиева Ф.Ф., Зайцева Т.В., Рыжих Л.Ю., Салихова З.З. Фузариозное увядание картофеля и рекомендации по защите/Защита картофеля. – 2015, № 2. – С.3-9.

Құрамында магний бар борофосфаттардың синтезі және қасиеттері

Козловская Е.А.

Аннотация. 200°C, 400°C және 600°C температурада поликонденсациялау жағдайында Жетігор кен орнындағы асбест өндірісінің технологиялық қалдықтары негізінде құрамында магнийі бар борофосфаттардың бірқатары синтезделді және олардың молекулалық құрамы мен ерігіштігі зерттелді. Қазірдің өзінде 200°C температурада құрылымдық байланысқан судың барлығы дерлік газ фазасына шығарылатыны көрсетілген, яғни поликонденсация процесі $Mg(H_2PO_4)_2 : H_3BO_3$ компоненттерінің барлық зерттелген қатынасында осы шарттарда аяқталады. Бор қышқылы болмаған кезде магний дигидрофосфатының поликонденсациялану процесі циклотерафосфаттың түзілуімен аяқталады. Құрамы $MgO:P_2O_5:B_2O_3=1,00:1,00:0,10$ болатын магнийі бар борофосфатты, бор микроэлементі бар ұзақ әсер ететін фосфор тыңайтқышы ретінде ғана емес, картоптың құрғақ шірігімен күресу құралы ретінде де қолдануға болатыны анықталды.

Негізгі сөздер: Құрамында магний бар борофосфаттар, ерігіштік, поликонденсация, ұзақ әсер ететін тыңайтқыш.

Synthesis and properties of magnesium-containing borophosphates

Kozlovskaya Ye.A.

Annotation. A number of magnesium-containing borophosphates were synthesized on the basis of technological waste products of asbestos from the Zhetygora deposit under the conditions of polycondensation at temperatures of 200°, 400° and 600°C and their molecular composition and solubility were studied. It is shown that already at a temperature of 200°C, almost all structurally bound water is removed into the gas phase, that is, the polycondensation process ends under these conditions at all studied ratios of the components $Mg(H_2PO_4)_2 : H_3BO_3$. In the absence of boric acid, the process of polycondensation of magnesium dihydrogen phosphate ends with the formation of cyclotetraphosphate. It has been established that magnesium-containing borophosphate which is composed as $MgO:P_2O_5:B_2O_3=1.00:1.00:0.10$ can be used not only as a long-acting phosphorus fertilizer containing the microelement boron, but also to protect potatoes from putrefaction.

Keywords. Magnesium-containing borophosphates, solubility, polycondensation, long-acting fertilizer.

РАЗРАБОТКА МИКРОРЕАКТОРНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ РЕАКЦИИ СУДЗУКИ-МИЯРА

Хабиев А.Т. 

¹Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
a.khabiyev@satbayev.university

Аннотация. В данной статье рассмотрены возможные способы создания и разработки микрореакторного процесса, а также композитного катализатора на основе фосфора- и/или азотсодержащих органических лигандов, солей переходных металлов и углеродных нанотрубок для реакции Судзуки-Мияра. Данная технология позволяет использовать такие технологические преимущества, как гарантийная безопасность процесса, энергоэффективность, соответствие регуляторным нормам, модульность конструкции, возможность ее ускоренного масштабирования, воспроизводимость технологического процесса, компактность и высокая селективность. При этом она направлена на решение как фундаментальных проблем, так и на решение практических задач в фармацевтической отрасли, агрохимическом комплексе Республики Казахстан, т.к. на основе создаваемых композитных катализаторов для реакции Судзуки-Мияра, адаптированных для микрореакторного процесса, можно будет моделировать получение разнообразных веществ. Кроме того, процесс получения веществ на основе новых композитных катализаторов на основе комплекса из фосфора- и/или азотсодержащих органических лигандов и солей переходных металлов, а также углеродных нанотрубок будет обладать такими достоинствами как высокая селективность, высокая производительность. Более того, использование микрореактора позволит моделировать каталитические реакции и находить оптимальные параметры синтеза.

Ключевые слова: микрореакторный процесс, реакции С,С-кросс-сочетания, реакция Судзуки-Мияра, органические лиганды, композитные катализаторы, углеродные нанотрубки.

Введение. Микрореакторный синтез различных веществ в настоящее время относят к прорывным технологиям для проведения химического синтеза. Данная технология позволяет создавать сложные субстанции со значительно низкими операционными затратами, а также использовать такие технологические возможности, как гарантийная безопасность процесса, энергоэффективность, соответствие регуляторным нормам, модульность конструкции, возможность ее ускоренного масштабирования, воспроизводимость технологического процесса, компактность и высокая селективность [1].

Микрореакторные технологии нашли свое применение в настоящее время для оптимизации синтеза химических веществ принятием во внимание условий соответствующих практик, проведения процессов синтеза при давлении реакционной смеси до 90 атмосфер, в ассиметричном синтезе, при использовании гомогенных и гетерогенных катализаторов в стереоселективных реакциях, а также при создании микрочастиц и систем транспортировки исходя из этих частиц [2].

На основе проведенного анализа опыта РК и мирового опыта в поиске новых высокоэффективных катализаторов для реакций С,С-кросс-сочетания [3] и приняв во внимание эксперименты в проектах по синтезу и применению катализаторов для реакций С,С-кросс-сочетания [4], которые показали высокую эффективность, был сделан вывод о замене традиционных гомогенных и инкапсулированных катализаторов на композитные катализаторы с углеродными нанотрубками.

К реакциям С,С-кросс-сочетания относят разнообразные реакции с образованием химической связи между атомами углерода, принадлежащих разным органическим соединениям. С помощью них в настоящее время синтезируют большое количество органических веществ, которые нашли применение в фармацевтической промышленности, сельском хозяйстве, для создания лекарств от различных заболеваний, в микроэлектронике и фотовольтаике [5].

Методика проведения реакции Судзуки-Мияра. Органоборсоединения (в основном борные кислоты), используемые в реакции Судзуки-Мияра, являются термостабильными веществами, нечувствительны к воде и кислороду, общедоступны и низкотоксичны. Данные свойства, а также возможность применять разнообразные функциональные группы и проводить процесс при 100 °С и 1 атмосферном давлении ставят в исключительное положение реакцию

Судзуки-Мияра,. Таким образом, было создано крупнотоннажное производство 2-циано-4'-метилбифенила в [6, 7]:

С помощью реакций Судзуки-Мияра были синтезированы жидкокристаллические соединения [10], фармацевтические препараты [7, 9-10] и разнообразные химические соединения тонкого органического синтеза.

Основные подходы к проведению исследований. Для получения композитных катализаторов на основе комплекса из фосфор- и/или азотсодержащих органических лигандов и солей переходных металлов, а также углеродных нанотрубок для использования его в реакции Судзуки-Мияра необходимо осуществить подбор состава катализатора для повышения его эффективности в модельных реакциях получения бифенилов, а также адаптировать проведение реакции Судзуки-Мияра с использованием композитного катализатора в микрореакторе.

Потребность процесса с использованием реакции Судзуки-Мияра. Потребность в создании различных бифенилов с помощью реакций Судзуки-Мияра, установлении оптимальных параметров процесса синтеза может быть удовлетворена путем создания принципиально новых композитных катализаторов на основе комплекса из фосфора- и/или азотсодержащих органических лигандов и солей переходных металлов, а также углеродных нанотрубок. Научная новизна используемой методологии состоит в синтезе новых композитных катализаторов, имеющих каталитическую активность в реакции Судзуки-Мияра, а также возможности создания на их основе микрореакторного процесса для синтеза бифенилов. Связывание углеродных нанотрубок с переходными металлами, обладающими различной каталитической активностью, а также комплексообразование с органическими лигандами позволит получать композитные катализаторы, обладающие новыми свойствами и проводить реакцию Судзуки-Мияра в сравнительно мягких условиях.

Ближайший аналог к разрабатываемому нами подходу к получению композитных материалов для реакции Судзуки-Мияра является метод [11], в котором палладий (Pd), нанесенный на модифицированные углеродные нанотрубки использовался в качестве полезного и многоазового нанокатализатора в реакциях Судзуки-Мияра.

Весьма важным этапом, позволяющим определить возможности создаваемого композитного катализатора является возможность адаптации проведения реакции Судзуки-Мияра в микрореакторе.

Углеродные нанотрубки в настоящее время рассматриваются как перспективный материал для получения легких материалов, материалов для космической промышленности, материалов для солнечной энергетики, а также как материал, который можно будет использовать для создания композиционных катализаторов. Реакция Судзуки-Мияра, как было упомянуто ранее, является наиболее привлекательной из всех реакций C,C-кросс-сочетания для создания ценных бифенилов. Кроме того, в Республике Казахстан существует стратегия импортозамещения и нахождения путей создания отечественной базы для производства собственных фармацевтических препаратов.

Вывод. Принципиальное отличие данного микрореакторного процесса от существующих аналогов состоит в применении в качестве катализатора для реакций Судзуки-Мияра композитного катализатора на основе комплекса из фосфор- и/или азотсодержащих органических лигандов и солей переходных металлов, а также углеродных нанотрубок, который будет адаптирован в микрореактор. У разрабатываемой технологии есть большой экономический потенциал – разработанные микрореакторные процессы для реакции Судзуки-Мияра позволят оптимизировать параметры синтеза бифенилов, в дальнейшем на основе технологий производства отечественных фармацевтических препаратов и веществ для агрохимии можно снизить зависимость РК от импорта и понизить их себестоимость.

ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) K. Raghu, Niket S. Kaisare. Thermally integrated microreactor for Sabatier reaction: Study of air-cooled and inert-diluted counter-current operation strategies // Catalysis Today, 2020 (ISSN 0920-5861, <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.08.025>)
- 2) I. O. de Solorzano, G. Mendoza, M. Arruebo, V. Sebastian. Customized hybrid and NIR-light triggered thermoresponsive drug delivery microparticles synthesized by photopolymerization in a one-step flow focusing

continuous microreactor // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, V. 190, 2020, 110904 (ISSN 0927-7765, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2020.110904>)

3) Steinborn D. Grundlagen der metallorganischen Komplexkatalyse, 2nd ed. - Wiesbaden: Vieweg + B.G. Teubner Verlag, 2010. - 434 p. ISBN-10: 3834805815, ISBN-13: 978-3834805812.

4) Hagen J. Industrial Catalysis – A Practical Approach, 2nd ed. – Weinheim: Wiley – VCH, 2006. – 525 p. ISBN: 978-3-527-31144-6.

5) Press release, Palladiy na troih, Izvestiya, 2010.

6) Haber S., Kleiner H.-J. Verfahren zur durchführung von kreuzkupplungsreaktionen // WO1997005104A1, 1997.

7) Beller M., Zapf A., Maegerlein W. Efficient synthesis of fine chemicals and organic building blocks applying palladium-catalyzed coupling reactions // W. Chem. Eng. Technol. – 2001. – № 24. – P. 575 – 582.

8) Nicolaou, K. C., Bulger, P. G., Sarlah, D. Palladium-Catalyzed Cross-Coupling Reactions in Total Synthesis // Angew. Chem. Int. Ed. - 2005, № 44. – P. 4442 – 4489.

9) Schulz T., Torborg C., Schaffner B., Huang J., Zapf A., Kadyrov R., Borner A., Beller M. Practical imidazole-based phosphine ligands for selective palladium-catalyzed hydroxylation of aryl halides // Angew. Chem. – 2009. – № 121. – P. 936 – 939.

10) Baumeister P., Seifert G., Steiner H. Process for the preparation of substituted benzenes and benzene sulfonic acid and derivatives thereof and a process for the preparation of N'N-substituted ureas // EP0584043A1, 1992.

11) H. Veisi, A. Nikseresht, N. Ahmadi, K. Khosravi, F. Saeidifar // Suzuki–Miyaura reaction by heterogeneously supported Pd nanoparticles on thio-modified multi walled carbon nanotubes as efficient nanocatalyst, Polyhedron, Volume 162, 2019, Pages 240-244, <https://doi.org/10.1016/j.poly.2019.01.070>

Сузуки-Мияр реакциясы үшін микрореакторлық процесті әзірлеу

Хабиев А.Т.

Андатапа. Бұл мақалада микро - түзету процесін, сондай-ақ фосфор және/немесе құрамында азот бар органикалық лигандтар, өтпелі металл тұздары және Сузуки-Мияр реакциясы үшін көміртекті нанотүтікшелерге негізделген композитті катализаторды құру және дамыту әдістері қарастырылған. Бұл технология процестің кепілдік қауіпсіздігі, энергия тиімділігі, реттеуші нормаларға сәйкестік, құрылымның модульділігі, оны жедел масштабтау мүмкіндігі, технологиялық процестің репродуктивтілігі, ықшамдылық және жоғары селективтілік сияқты технологиялық артықшылықтарды пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл ретте ол іргелі проблемаларды шешуге де, сондай-ақ Қазақстан Республикасының агрохимиялық кешенінде де практикалық міндеттерді шешуге бағытталған, өйткені микрореакторлық процеске бейімделген Сузуки-Мияр реакциясы үшін жасалатын композиттік катализаторлар негізінде алуан түрлі заттарды алуды модельдеуге болады. Сонымен қатар, фосфор және/немесе құрамында азот бар органикалық лигандтар мен өтпелі металл тұздары, сондай - ақ көміртекті нанотүтікшелер кешені негізінде жаңа композиттік катализаторлар негізінде заттар алу процесі жоғары селективтілік, жоғары өнімділік сияқты артықшылықтарға ие болады. Сонымен қатар, микрореакторды қолдану каталитикалық реакцияларды модельдеуге және оңтайлы синтез параметрлерін табуға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: микрореакторлық процесс, с-с-кросс-үйлесім реакциялары, Сузуки-Мияр реакциясы, органикалық лигандтар, композиттік катализаторлар, көміртекті нанотүтікшелер.

Development of a microreactor process for the Suzuki-Miyara reaction

Khabiyeu A.T.

Annotation. This article discusses possible ways to create and develop a microreactor process, as well as a composite catalyst based on phosphorus- and/or nitrogen-containing organic ligands, transition metal salts and carbon nanotubes for the Suzuki-Miyara reaction. This technology makes it possible to use such technological advantages as guaranteed process safety, energy efficiency, compliance with regulatory standards, modularity of the design, the possibility of its accelerated scaling, reproducibility of the technological process, compactness and high selectivity. At the same time, it is aimed at solving both fundamental problems and solving practical problems in the pharmaceutical industry, agrochemical complex of the Republic of Kazakhstan, because on the basis of composite catalysts for the Suzuki-Miyara reaction, adapted for the microreactor process, it will be possible to simulate the production of a variety of substances. In addition, the process of obtaining substances based on new composite catalysts based on a complex of phosphorus- and/or nitrogen-containing organic ligands and transition metal salts, as well as carbon nanotubes, will have such advantages as high selectivity, high productivity. Moreover, the use of a microreactor will allow modeling catalytic reactions and finding optimal synthesis parameters.

Keywords. microreactor process, C,C-cross-coupling reactions, Suzuki-Miyara reaction, organic ligands, composite catalysts, carbon nanotubes.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Б.К.Мустахимов¹ , Н.С Омаркулова² 

¹Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный медицинский университет имени С.Асфендиярова,
Казахстан, г.Алматы, *mustbek@mail.ru

Аннотация: В данной статье описывается разделения низкотемпературным концентрированием термоллабильных веществ. Применение низкотемпературного концентрирование основано на том факте, что при замерзании водного раствора или суспензии кристалл льда образуется из чистой воды, оставляя примеси в оставшейся жидкости или в результате процесса замораживания получается концентрат с меньшим содержанием в нем воды.

Низкотемпературное концентрирование основано на охлаждении продукта ниже температуры его замерзания. При этом часть воды замерзает и в виде кристаллов льда отделяется от концентрата. Конечная концентрация зависит от конечной температуры замораживания: чем ниже температура тем выше содержание сухих веществ. Конечная концентрация зависит также от содержания органических и неорганических веществ в растворе. Теоритически наиболее высокая степень концентрации эвтектической точкой раствора, при которой невозможно отделить воду в виде льда. Основным преимуществом способа низкотемпературного концентрирования является то, что процесс ведется при низких температурах и продукт претерпевает минимальные изменения. Концентрат после разведения водой дает продукт, по химическому составу и органолептическим свойствам близки к природному исходному раствору, например свежему соку.

Ключевые слова: низкотемпературное концентрирование, водные растворы, соки термоллабильные продукты, концентраты.

Низкотемпературное концентрирование является одним из методов фракционной кристаллизации. Он может использоваться для опреснения морской воды, очистки сточных вод от различных примесей, концентрирования различных растворов, в том числе растворов биологически активных веществ, плазмы крови, растворов жидких пищевых продуктов (чая, кофе, молока, фруктовых соков, вина) и др. Для проведения данного процесса используются различные приемы и способы.

Процессы низкотемпературного концентрирования обычно состоит из следующих стадий: кристаллизации, сепарации полученной кристаллической суспензии, промывки кристаллической фазы (льда) и её расплавления [1,2]. Рассмотрим основные особенности данных стадий.

С термодинамической точки зрения процессы низкотемпературного концентрирования ничем не отличается от обычной фракционной кристаллизации [3,4]. Его особенностью является лишь то, что при охлаждении смеси в данном случае происходит кристаллизация нерастворенного вещества, а самого растворителя (воды).

Результаты концентрирования растворов методом низкотемпературного концентрирования (выход и концентрация полученных растворов) в значительной мере определяются фазовым равновесием «кристаллическая фаза - раствор» в системе вода-растворенное вещество [3,4]. В качестве растворенных веществ могут выступать различные неорганические и органические кислоты, их соли, щелочи, сахара, витамины, гормоны, ферменты, антибиотики и т.д.

На рисунке 1 показана одна из простейших диаграмм фазового равновесия эвтектического типа.

Линия ликвидуса (начала кристаллизации) состоит из отрезков АЕ и ВЕ, сходящихся в эвтектической точке Е. Линия солидуса (конца кристаллизации) представляет собой прямую аЕВ. Линиями ликвидуса и солидуса диаграмма разделена на четыре фазовых поля.

Выше линии ликвидуса (поле I) располагается область гомогенных растворов. В фазовом поле II в равновесии находятся кристаллы льда (воды) с насыщенным раствором, состав которого с понижением температуры изменяется по отрезку линии ликвидуса ВЕ. В поле III в равновесии находятся кристаллы растворенного вещества А с раствором, состав которого изменяется по линии ликвидуса АЕ. Наконец, в поле IV, расположенном ниже линии солидуса,

находится механическая смесь кристаллов льда и вещества А.

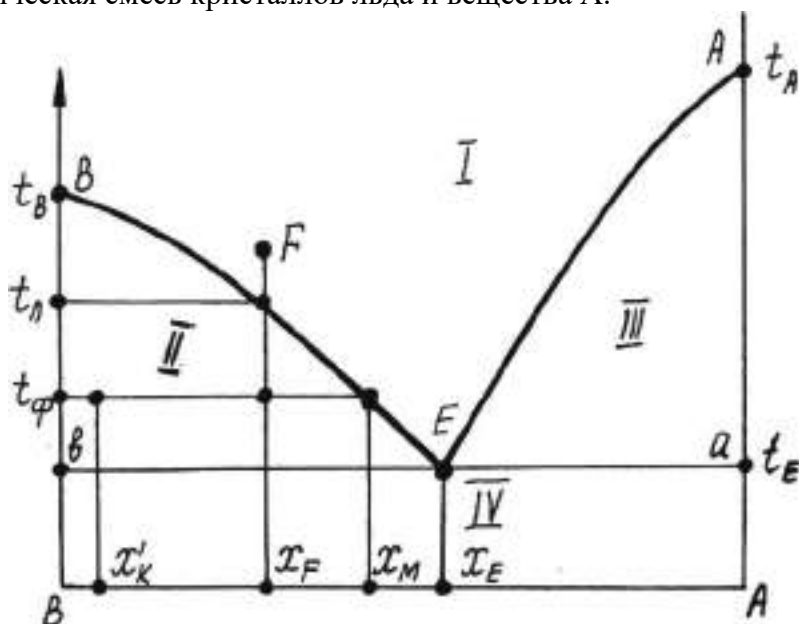


Рисунок 1 - Диаграмма фазового равновесия эвтектического типа бинарной системы вода-растворенное вещество

Процессы низкотемпературного концентрирования происходит в фазовом поле II. Исходный раствор F состава x_F начинает кристаллизоваться после его охлаждения ниже температуры ликвидуса t_A . При этом происходит выделение кристаллов льда. По мере понижения температуры фракционирования t_f выход кристаллов льда возрастает. Одновременно с этим происходит увеличение концентрации растворенного вещества в оставшемся маточнике раствора. Такой процесс происходит до тех пор, пока температура фракционирования не достигнет точки солидуса. При температуре солидуса $t_c = t_E$ выход кристаллов достигает максимального значения, а состав маточной жидкости становится равным составу эвтектики.

Как видно из на рисунке 1 температура начала кристаллизации раствора t_n , зависит от его концентрации x_F . С увеличением последней температура падает. Для разбавленных растворов t_n близка к температуре кристаллизации чистой воды t_B , а при концентрации исходного раствора $x_F = x_E$ температура $t_n = t_E$.

Для прогнозирования растворимости ряда веществ в воде можно использовать уравнение Шредера, полученное для идеальных растворов [11,18].

$$\ln(1 - x_M) = -\frac{L_B}{RT_B T}(T_B - T), \quad (1)$$

где x_M - мольная доля растворенного вещества в растворе при температуре t ; L_B - мольная теплота плавления воды; R - универсальная газовая постоянная; $T_B = 273^\circ\text{K}$ - температура плавления чистой воды; $T = 273 + t$.

Методика проведения экспериментов. Опыты проводились с использованием модельных водных растворов неорганических солей NaCl, NaNO₃ и природным водным раствором – персиковым соком.

Вода – растворитель, при нормальных условиях находится в жидком состоянии.

NaCl (хлористый натрий). Поваренный соль умеренно растворяется в воде, растворимость мало зависит от температуры: коэффициент растворимости NaCl (в граммах на 100 г воды) равен 35,9 при $+21^\circ\text{C}$ и 38,1 при $+80^\circ\text{C}$.

NaNO₃ (нитрат натрия). Применяется очень широко и является незаменимым в

промышленности соединением.

Персиковый сок — это природный водный раствор, пищевой продукт, который популярен практически во всех странах мира.

Физико-химические и органолептические показатели персикового сока:

-Массовая доля сухих веществ, %: 15.2 ± 0.2

-Кислотность 0.60 ± 0.10 % (по безводной лимонной кислоте)

-рН 3.6-3.9

-Витамин С 20мг/100мл

-Вязкость 45 - 75 сек.

Для процесса низкотемпературного концентрирования использовано схема показанное на рисунке 2:

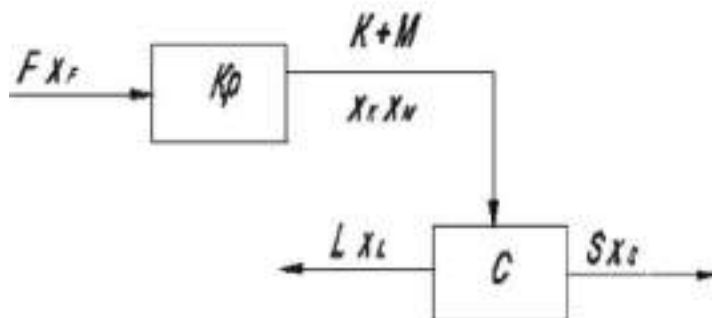


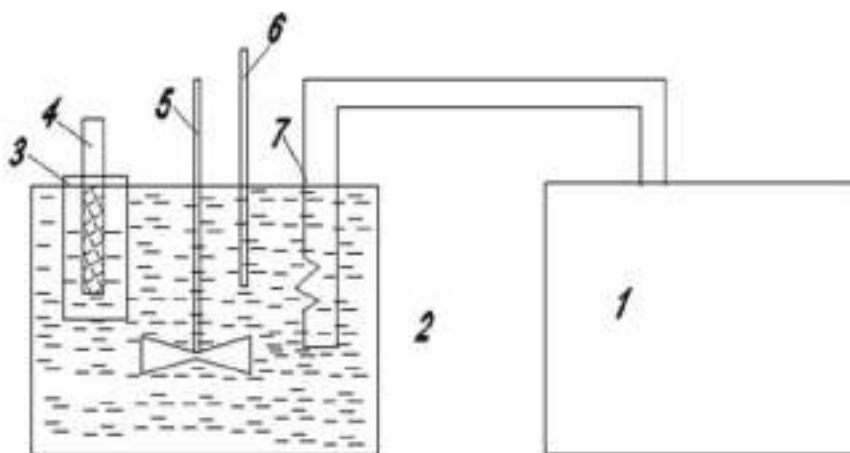
Рисунок 2 – схема низкотемпературное концентрирование термолabile веществ

Низкотемпературные концентрирования методом фракционной кристаллизации состоит из двух основных стадий: кристаллизации исходного раствора и сепарации полученной кристаллической суспензии.

В экспериментах стадию кристаллизации производили двумя способами.

а) В первом случае процесс кристаллизации производили в морозильной камере, в которой поддерживалась температура на уровне минус 12-13°C. При этом исходный раствор загружали в стеклянные сосуды объемом 50-100 мл и помещали в морозильную камеру. Продолжительность стадии охлаждения обычно составляла 18-24 часа. После этого кристаллическая суспензия подвергалась разделению.

б) Во втором случае опыты производили на лабораторной экспериментальной установке (рисунок 3).



1- холодильная установка; 2 - термостат; 3 - сосуд для кристаллизации; 4 - термометр;

5 - мешалка; 6 - контактный термометр; 7 - змеевик для первичного хладагента (фреона).

Рисунок 3- Схема установки для проведения процесса низкотемпературного концентрирования

Анализ результатов эксперимента. Для характеристики процесса разделения использовались следующие величины: выход концентрированного раствора L , отделенной воды в виде кристаллов льда S , выход кристаллической фазы φ_S ; степень концентрирования маточной жидкости N_L , коэффициент извлечения растворенного вещества с маточником η_L и коэффициент захвата маточника кристаллической фазой m .

Для идеальных процессов низкотемпературного концентрирования, когда на стадии кристаллизации достигается равновесие фаз, а на стадии сепарации происходит полное отделение маточной жидкости от кристаллической фазы, содержание растворенного вещества в кристаллической фазе равняется нулю. В этом случае выход концентрированного раствора и отделенной воды в виде кристаллов льда соответственно составляют [8,21]:

$$L = F \cdot \frac{x_F}{x_L} ; \quad S = F \cdot \frac{x_L - x_F}{x_L}, \quad (2)$$

где F - расход исходного раствора; x_F и $x_L = x_M$ - концентрации растворенного вещества в исходном растворе и в маточнике.

В реальном процессе низкотемпературного концентрирования полного равновесия фаз на стадии кристаллизации, как правило, не достигается, а на стадии сепарации суспензии имеет место захват некоторого количества маточника кристаллической фазой [4,8,14,21]. В результате с кристаллической фазой уходит определенное количество целевого вещества. В этом случае выход концентрированного раствора и отделенной воды можно рассчитать, используя следующие соотношения:

$$L = F \cdot \frac{x_F - x_K'}{x_M - x_K'} ; \quad S = F \cdot \frac{x_M - x_F}{x_M - x_K'}, \quad (3)$$

где x_K' - действительная концентрация полученной кристаллической фазы.

Важной характеристикой процессов низкотемпературного концентрирования является выход кристаллического продукта (отделенных кристаллов льда)

$$\varphi_S = \frac{S}{F} = \frac{x_M - x_F}{x_M - x_K'}, \quad (4)$$

Концентрация кристаллического продукта

$$x_S = m \cdot x_M, \quad (5)$$

где m - коэффициент захвата маточника кристаллической фазой

$$m = \frac{M'}{S} = \frac{x_S}{x_L} = 1 - E, \quad (6)$$

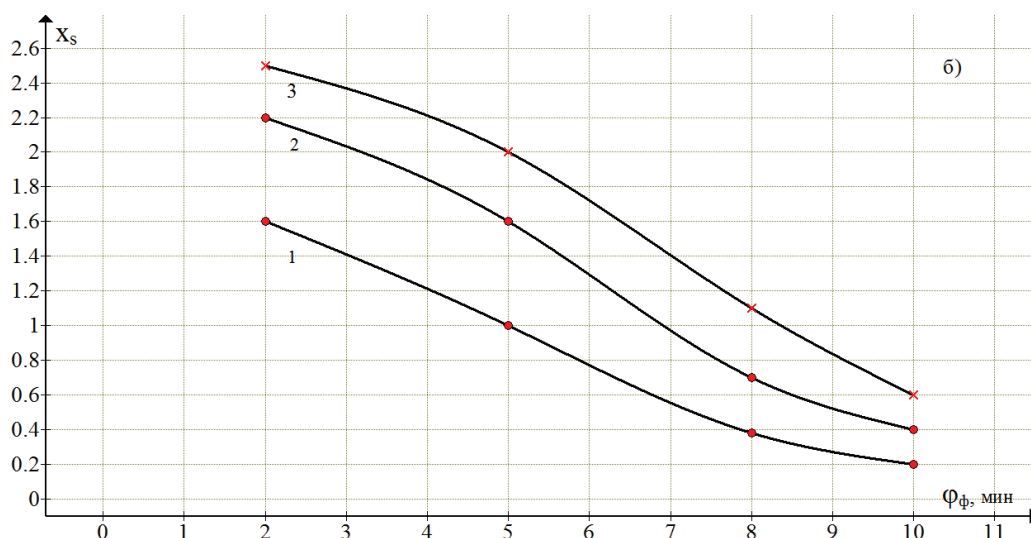
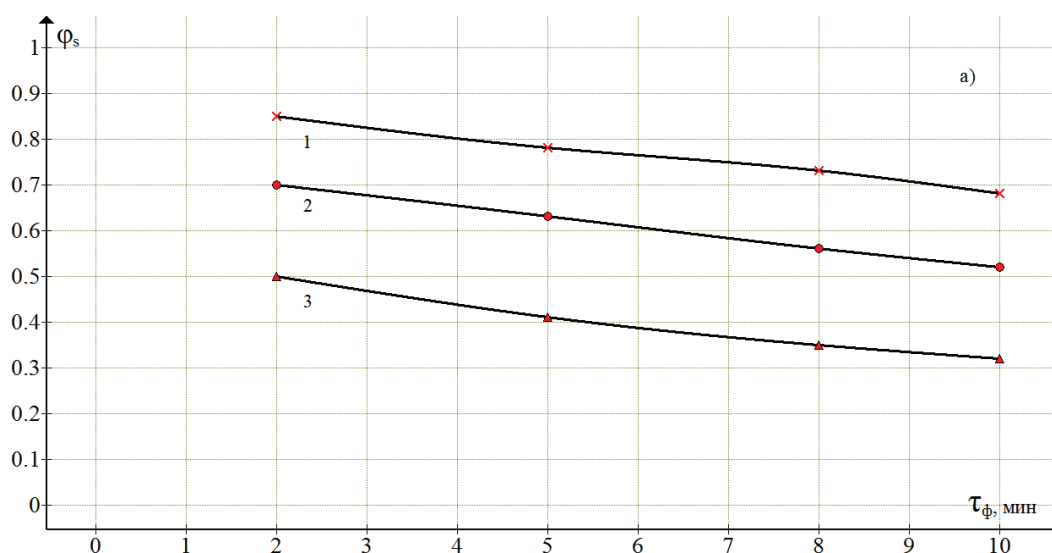
где M' - количество маточника, захваченного кристаллической фазой.

С увеличением φ_S возрастает выход очищенной воды и повышается концентрация получаемого маточного раствора. В свою очередь, величина φ_K сильно зависит от фазового равновесия разделяемой смеси, концентрации исходного раствора и температуры его охлаждения на стадии кристаллизации (температуры фракционирования).

Проведенные исследования показали, что в данном случае основным технологическим фактором процесса является продолжительность фильтрации τ_F . На рисунках 4-3.5 показано

влияние величины τ_F на процесс разделения для системы вода- NaCl. Увеличение продолжительности стадии уменьшает выход кристаллической фракции ϕ_S (рисунок 4,а) и соответственно повышает выход отделенного маточника ϕ_L . Это, очевидно, связано с влиянием двух факторов. Во-первых, с увеличением τ_F происходит более полное отделение маточника от кристаллической фазы, а во-вторых, в процессе фильтрации происходит частичное плавление кристаллов льда за счет контакта с просасываемым воздухом. Так, например, при исходной концентрации раствора $x_F=5\%$ NaCl увеличение продолжительности фильтрации τ_F с 0 до 10 мин. приводит к снижению ϕ_S с 0,23 до 0,05. По тем же причинам мы имеем понижение концентрации целевого компонента в кристаллах x_S при увеличении τ_F (рисунок 4,б).

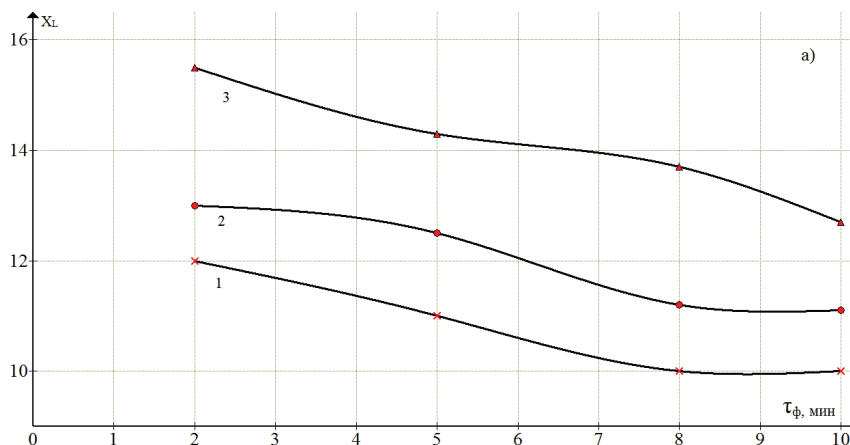
При частичном подплавлении кристаллической фазы из-за упомянутых причин происходит разбавление маточной жидкости (рисунки 5.а), следовательно и понижение её степени концентрирования (рисунок 5,б). В этом плане увеличение продолжительности фильтрации τ_F снижает эффективность процесса разделения. Но здесь следует учитывать и другой фактор: то, что с ростом τ_F снижается захват маточника с кристаллической фазой (рисунок 6) и соответственно уменьшаются потери целевых веществ с отделенными кристаллами льда.



1- $x_F=5\%$ NaCl; 2- $x_F=7\%$; 3- $x_F=10\%$ % .

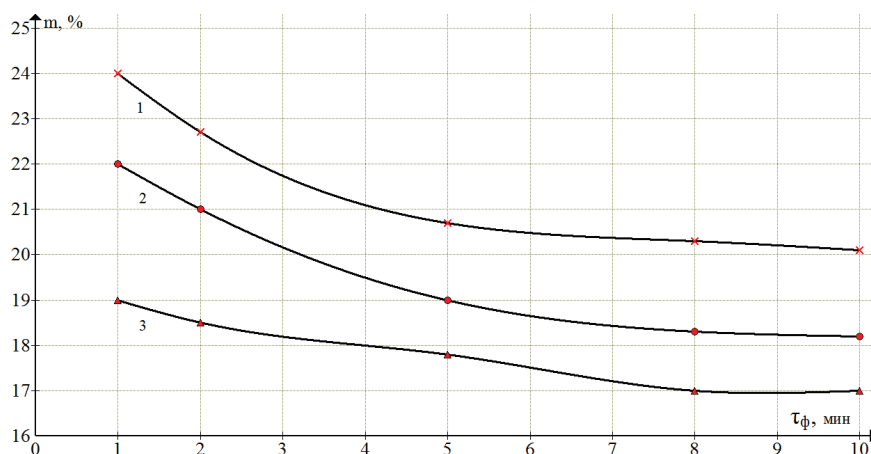
Рисунок 4 - Зависимость выхода кристаллической фазы (а) и ее концентрации (б) от

продолжительности стадии фильтрования (система вода – NaCl: $\Theta = -12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$)



1- $x_F=5\%$ NaCl; 2- $x_F=7\%$; 3- $x_F=10\%$.

Рисунок 5 - Зависимость концентрации маточной жидкости (а) от продолжительности стадии фильтрования (сист.вода – NaCl: $\Theta = -12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$)



1- $x_F=5\%$ NaCl; 2- $x_F=10\%$; 3- $x_F=15\%$.

Рисунок 6 - Зависимость захвата маточника от продолжительности стадии фильтрования (система вода – NaCl: $\Theta = -12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Таким образом, низкотемпературное концентрирование является одним из наиболее важных, хотя и не беспредельных по своим возможностям, методом концентрации термолabileй продукции. Также этот метод можно применить при концентрации кофе, чая, отдельных алкогольных напитков, фруктовых соков и молочных продуктов с нежными вкусовыми качествами. Дальнейшее совершенствование методологии проведения таких процессов, позволит сохранять все природные вкусовые качества продуктов, которые имелись в нём на этапе концентрирования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гельперин Н.И., Носов Г.А. Основы техники фракционной кристаллизации.-М.: Химия, 1986.- 304 с.
2. Акопян А. Р. Концентрирование водных растворов методом вымораживания: Дис. ... канд. техн. наук. - М.: МИТХТ им. М. В. Ломоносова. 1992.- 120 с.
3. Комяков О.Г., Филлипенко О.А. Техника и технология процесса криоконцентрирования жидких пищевых продуктов // АгроНИИТЭИПП. - М.: 1979. - 24 с.
4. Филаткин В. Н., Плотников В.Т.Разделительные вымораживающие установки. - М.:

Агропромиздат, 1987. - 353 с.

Жылуға төзімсіз заттардың сулы ерітінділерін төменгі температурада қоюлату
Б.К.Мустахимов, Н.С.Омаркулова

Андатпа: Бұл мақалада сулы ерітінділерді немесе суспензияларды төменгі температурада қоюлату қарастырылған. Төменгі температурада қоюлату үдерісі мына заңдылыққа негізделген, яғни сулы ерітінділерді немесе суспензияларды төменгі температурада суытқанда мұз кристалдары таза судан түзіледі де қалдықтар қалған сұйықта қалады немесе суыту үдерісі нәтижесінде құрамында өте аз мөлшерде суы бар концентрат алынады.

Негізгі сөздер: төменгі температурада қоюлату, сулы ерітінділер, жылуға төзімсіз заттар, концентраттар.

Low-temperature concoction of water solutions of thermolabile substances

B.K.Mustahimov, N.S.Omarkulova

Summary: In this article the way low-temperature concoction of water solutions and suspensions or rainfall is described. Application low-temperature concoction is based on that fact that when freezing water solution or suspension the crystal of ice is formed of clear water, leaving impurity in the remained liquid or as a result of process of freezing the concentrate with the smaller content of water in it turns out.

Keywords: low-temperature concoction, water solutions, thermolabile products, concentrates.

МАГНИЙ-ИОН БАТАРЕЯЛАРЫ ҮШІН ВИСМУТ НЕГІЗІНДЕ АНОДТЫҚ МАТЕРИАЛ АЛУ ШАРТТАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Н.А. Ихсан¹, А.К. Абильдина^{1,2}, А.М. Аргимбаева², Е.Г. Бахытжан²

¹Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

²Зерттеу және талдаудың физика-химиялық әдістері орталығы,

г. Алматы, Казахстан

a.abildina@satbayev.university

Андатпа. Магний металының активтілігіне байланысты оны химиялық ток көздерінде пайдалану қиынға соғып отыр. Сол себепті, магний металын басқа да альтернативті материалға ауыстырып, магний иондарын интеркаляциялау нәтижесінде анод материалын алу өзекті мәселе болып табылады.

Берілген мақала магний-ионды батареяларға анод материалдарын дайындау әдістерін оптимизациялауға арналған. Электрод материалдарын синтездеу барысында, реагенттердің құрамын мен сандық сипаттамалары, кептіру кезіндегі әр сатының температуралық режимі мен уақыты оңтайландырылды. Жұмыста висмут негізіндегі электрод материалының екі әдісі қарастырылды: электр-тұндыру әдісі арқылы алынған висмут электроды және ұнтақ висмут негізіндегі пасталы электрод. Сканерлеуші электронды микроскопия әдісі арқылы электр-тұндыру әдісімен алынған висмут электродының беттік ауданы ұнтақ висмут негізіндегі пасталы электродына қарағанда үлкенірек және кеуекті екені анықталды. Алайда, висмут шөгінділері бірінші әдісте шамамен 500нм, ал екінші әдіспен дайындалған электродта 400 нм-ге жуық екені дәлелденді. Циклдік вольтамперометрия әдісі арқылы $Mg(TFSI)_2/AN$ электролитінен электрод бетіне магний иондарын интеркаляциялау және деинтеркаляциялау жүргізілді. Mg^{2+} материалға ену потенциалы шамамен 0,7В-тен басталатыны анықталды.

Аталған әдістер бойынша дайындалған анод материалының беттік сипаттамалары анықталып, оның магний иондарының енуіне тиімді жағдайлары ұсынылды.

Негізгі сөздер: Химиялық ток көздері, магний, анод, интеркаляция, висмут.

Электрондық технологиялардың дамуына байланысты соңғы уақытта энергияны сақтаудың экологиялық, арзан және қауіпсіз құралдарына көбірек көңіл бөлінуде. Осы уақытқа дейін литий-ионды аккумуляторлары кеңінен пайдаланылып келді. Бірақ литий тотықсыздану кезінде дендриттер түзілу қабілетіне байланысты жарылғыш болып табылатын металл. Ол шамадан тыс зарядқа және толық разрядқа бейім. Сонымен қатар, жұмыс температурасының төмен болуы және элементтің салыстырмалы түрде қымбатшылығы сияқты кемшіліктерге ие. Жоғарыда аталған барлық кемшіліктер зерттеушілерге басқа да балама ток көздерін зерттеп, табу міндетін қойды. Осындай шешімдердің бірі – магний батареялары.

Қайта зарядталатын магний элементтері бірқатар артықшылықтарға байланысты жоғары энергия тығыздығы бар болашақ құрылғыларға өте перспективалы үміткерлер болып табылады. Магний – жер қыртысында кеңінен таралған, орташа стандартты электродтық потенциалға (-2,356 В СВЭ), жоғары көлемдік тығыздыққа ($3833 \text{ мА} \cdot \text{сағ}/\text{см}^3$), жоғары теориялық меншікті сыйымдылыққа ($2205 \text{ мА} \cdot \text{сағ}/\text{г}$) ие, сондай-ақ дендрит түзбей тотықсызданады.

Алайда, магний анодымен батареяларды қолдануда бірқатар проблемалар бар. Қарапайым электролиттердегі металл күйіндегі Магний оңай коррозияға ұшырайды және металл бетінде қабыршақ пайда болады. Осылайша, магний металын аз агрессивті электролиттерді қолдануға мүмкіндік беретін балама анодпен алмастырған жөн.

Аталған мақалада иагний-иондық батареялар үшін анод материалы ретінде интеркаляциялық висмут ұсынылып отыр. Оның ерекше құрылымдық сипаттамаларына байланысты ол өте жоғары энергия қасиеттеріне ие Mg_3Bi_2 интерметаллидин түзе отырып, магниймен оңай байланысады. Магний аккумуляторлары үшін анодты материалдың бұл түрі біздің елде ғана емес, әлемде де аз зерттелген. Висмут анодының материалының қайтымды сипаттамалары мен тұрақтылығына қарамастан, магний-иондық аккумуляторларда оның практикалық қолданылуын шектейтін магний иондарының интеркаляция/деинтеркаляция

кезіндегі диффузиясының жеткіліксіз жылдамдығын арттыру үшін материалдың құрамдық, құрылымдық және беттік сипаттамаларын оптимизациялау ұсынылып отыр.

Электр-тұндыру әдісі арқылы алынған висмут электроды

Электр-тұндыру әдісі арқылы алынған висмут электродын дайындау екі кезеңнен тұрады: висмутты мыс субстратына тотықсыздандыру және электродты кептіру.

Висмутты мыстың бетіне электрототықсыздандыруы ток тығыздығы 5 мА гальваностатикалық режимде үш электродты ұяшықта жүргізілді. Электролит ретінде 0,1 моль/л HNO_3 қышқылында ерітілген 1 моль/л $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ (Aldrich, 99.9%) ерітіндісі пайдаланылды. Висмут нитраты суда жақсы ериді, алайда тез гидролизденеді. Сондықтан электролит азот қышқылының сулы ерітіндісінде дайындалды. Төсеніш (субстрат) қызметін диаметрі 10 мм ($0,785 \text{ см}^2$), артқы жағы полимер жабысқақ лентасымен оқшауланған мыс фольгасы атқарды. Көмекші электрод ретінде платина электроды, салыстырмалы электрод ретінде хлор-күміс (Ag/AgCl) электроды алынды. Тұндырғаннан кейін электрод этил спиртімен жуылды. Дайын болған электродты кептіру екі сатыда жүргізілді: кептіру шкафында және вакуумдық пеште. Себебі, вакуум астында субстратқа қапталған ылғал қабаты температураның күрт көтерілуі нәтижесінде жылдам булануына әкеліп соқтыруы мүмкін. Нәтижесінде көпіршік түзіліп, электрод қабатының бұзылуына (жарылуына) әкелуі мүмкін. Бірінші кезең 4-6 сағат ішінде 60°C температурада кептіргіш шкафта электрод бетінен негізгі ылғалдың булануы үшін алдын ала кептіру болып табылады. Екінші сатының мәні 12 сағат ішінде вакуум пешінде еріткіштің қалдығы мен ылғал іздерін жою болып табылады. Кептіргеннен кейін электродтар тез арада қолғап боксына орналастырылды.

Ұнтақ висмут негізіндегі электрод

Электродты дайындау екі негізгі кезеңнен тұрады. Бірінші кезең "паста" электродты массасын алу үшін еріткіште негізгі компоненттерді араластырып, гомогенизациялаудан тұрады. Екінші кезең – алынған "пастаны" ток өткізгішке төсемеге (мыс субстраты) жағу, кептіру және престеу (илеу) [1].

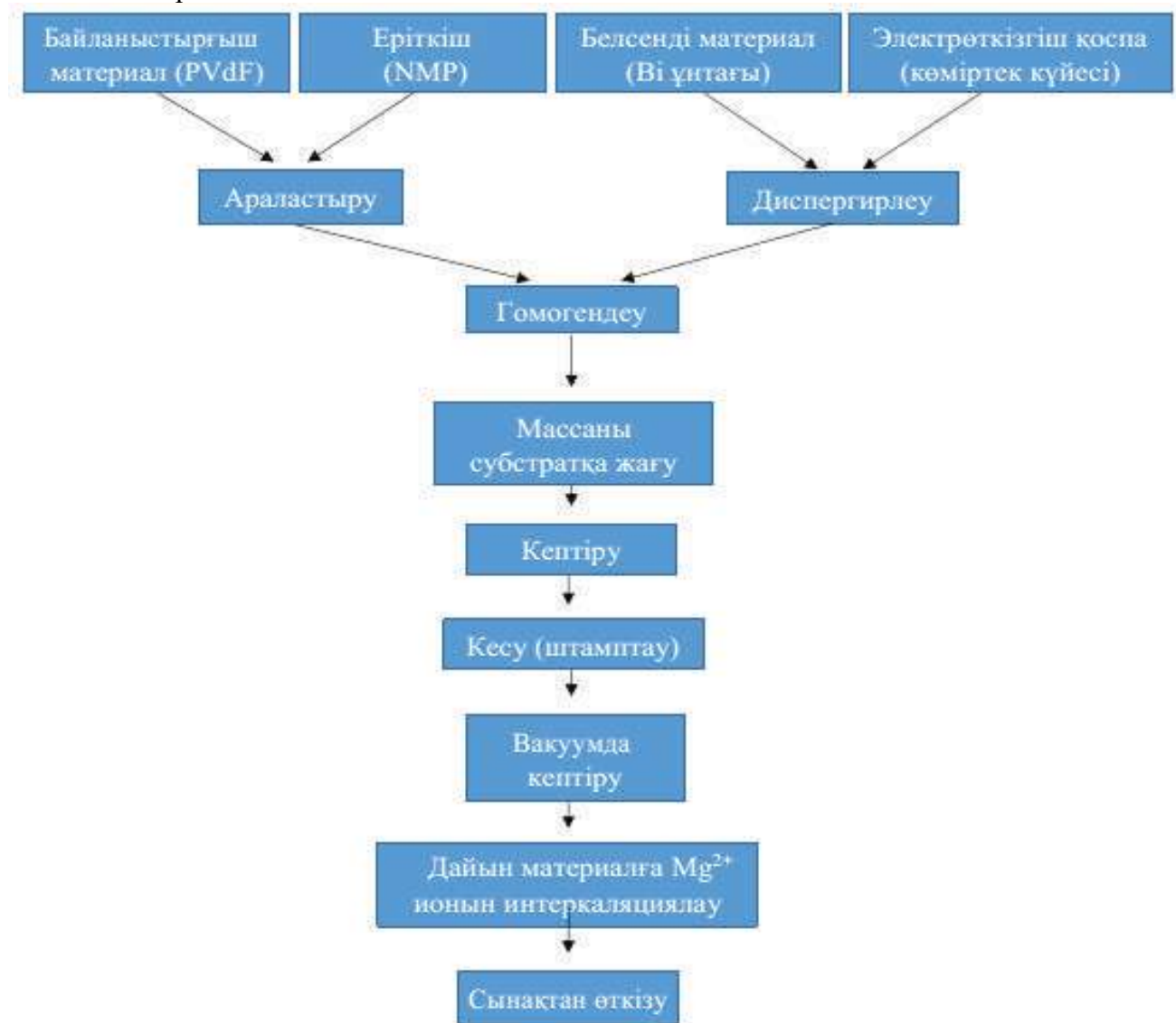
Электрод жасаудың принципті блок-сызбасы 1-ші суретте келтірілген.

Анод қоспасының негізгі компоненттеріне: белсенді материал (висмут ұнтағы), байланыстырғыш материал (PVdF (поливинилиденфторид)) және оған арналған еріткіш (NMP (н-метилпирролидон)), электрөткізгіш қоспа (көміртек күйесі (carbon black, acetylene, 100%, compressed, 99.9%)) жатады. Жоғарыда келтірілген компоненттердің керек мөлшерін бір-бірімен араластырып, электрод пастасы дайындалды.

Электрод пастасын дайындау үдерісінде аталған компоненттерді араластыру реті элементтің электрхимиялық жұмысқа қабілеттілігіне әсер етуі мүмкін. Әдетте, ерітілген байланыстырғыш материалға алдын ала дайындалған белсенді зат пен электр өткізгіштің дисперсті қоспасы қосылады [2]. Электрод компоненттерін араластыру және диспергирлеу электрод қоспасының реологиялық қасиеттерін анықтайды [3]. Қоспаның реологиялық қасиеттері еріткіштің және байланыстырушының қатысуымен белсенді материал мен электрөткізгіш қоспалардың өзара әрекеттесуіне байланысты. Қоспа компоненттерінің тартылу/тебілу күштерінің әсерінен жекелеген компоненттердің агломерациясы және тұнбасы пайда болып, бұл олардың бүкіл көлемде біркелкі таралмауына әкелуі мүмкін [4].

Барлық бөлшектердің біркелкі таралуы үшін араластыру және жағу кезінде, масса жақсы ағымды қасиетке ие болуы керек. Сонымен қатар, белсенді масса мен электр өткізгіш қоспаның тұнуына жол бермеу үшін қалыпты жағдайда тұтқырлығы жоғары болуы керек. Паста тәрізді анодты композитті қалыптастыру және оны одан әрі мыс төсеміне жағу үшін компоненттерді араластыру ағат ступкасында жүргізілді. Араластыру уақыты мен жылдамдығы компоненттердің пайыздық қатынасына, қоспаның тұтқырлығына байланысты және сәйкесінше 5 минуттан 24 сағатқа дейін және 100-ден 10000 айн/мин дейін өзгеруі мүмкін. Араластырудың қолайлы уақыты мен жылдамдығын таңдау, қоспа компоненттерінің сандық қатынасына байланысты, және осы қатынас өзгерген сайын оңтайландырылуы тиіс.

Гомогендеу үдерісінен кейін анодтық масса мыс фольгаға жағылуы тиіс. Төсеніш пен анодтық паста қабатының арасында жақсы адгезияны қамтамасыз ету үшін жағу үдерісі алдында мыс төсенішін дайындайды: төсенішті тазалап, әртүрлі еріткіштермен майсыздандырады.



Сурет 1 – Висмут ұнтағынан пасталы электрод материалының жасалуының блок-сызбасы

Төсенішке массаны жағу құю әдісі арқылы жүзеге асырылды. Бұл үдерісте дайындалған анод массасы «doctor blade» ұстарасының көмегімен мыс фольгасына құйылады, содан кейін ұстараны немесе қолмен алға жылжытып, сияны созып, берілген қалыңдықтағы қабыршақ дайындайды. Ылғал жабынның қалыңдығы ұстарамен мыс фольга арасындағы арақашықтықпен (саңылаумен), сондай-ақ ұстараның алға жылжу жылдамдығымен анықталады. Кептіруден кейін жабынның қалыңдығының қалыпты интервалы - 1–100 мкм құрайды.

Бұл әдіс негізінен зертханалық қолдануға бағытталған, себебі пайдалану оңай және күрделі жабдықты талап етпейді.

Жабынды әртүрлі әдістермен жағылғаннан кейін, электрод бетінен еріткіштің булануы үшін алдын ала кептіруге және содан кейін ылғал іздерін жою үшін түпкілікті кептіруге жіберіледі. Кептіру сатысы электрод дайындауда негізгі болып табылады және оның микроқұрылымына (кеуектілік дәрежесі, кеуек мөлшеріне), физикалық-химиялық сипаттамаларына (кристалдылық дәрежесі, полимерлі байланыстырушының жағдайы) әсер етеді.

Осы үдеріске әсер ететін 4 негізгі көрсеткіштер бар, олар: температура, бу қысымы, беттік ауданының және камера көлемінің қатынасы, беттің үстіндегі ауа ағынының жылдамдығы.

Кептіру реті біріншілік және екіншілік деп бөлінеді. Олардың айырмашылығы екінші сатыда кептіру үшін вакуумды пешқолданылады. Біріншілік кептірудің мәні төмен температурада, сәйкесінше төмен булану жылдамдығында еріткіштің негізгі массасын алып тастау болып табылады. Ортаны вакуумдеу арқылы төсенішке жағылғанылғал қабатты кептіру барысында температураны күрт көтеріп жіберсе, буланудың жылдамдығы артып, соның әсерінен көпіршік түзіліп, соның салдарынан электрод қабатының шытынауына әкелуі мүмкін.

Біріншілік кептіруден кейін қажетті өлшемдегі электродтарды кесу жүргізіледі. Біздің ұяшық (Swage lock) үшін электродтың тиісті өлшемі диаметрі 10мм ($0,785\text{см}^2$) дөңгелек болып табылады. Электродты кесу шеңбер кескіш көмегімен жүзеге асырылды.

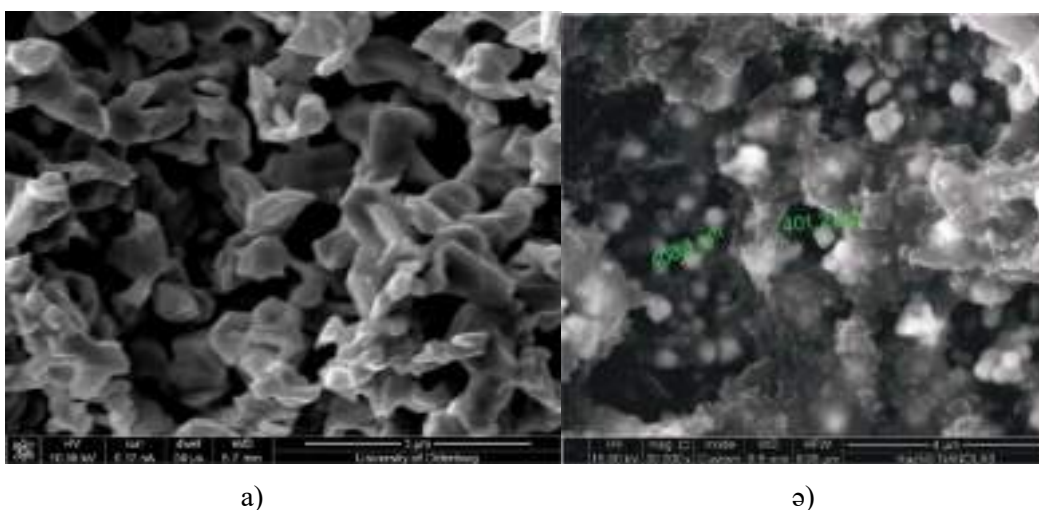
Екінші сатының мәні еріткіштің қалдығы мен ылғал іздерін жою болып табылады. Кептірудің бірінші сатысы үшін температура мен уақыт диапазондарының шамамен мәндері келесідей: $50\text{--}120^\circ\text{C}$ және 0,25-24 сағ, екінші сатысы үшін $60\text{--}200^\circ\text{C}$ және 1-24 сағ, олар сондай-ақ анодтық массаның сапалық және сандық құрамына байланысты.

[5] жұмыста вакуумсыз 2 сағат ішінде 120°C температурада кептіруден кейінгі электрод салмағы, электродтың қалыңдығына (76-дан 406 мкм) қарамастан 150°C температурада 17 сағат ішінде вакуум астында кептірілген соңғы массада 0,08% - ға ғана айырмашылық болатынын көрсеткен.

Кептіру кезінде температура мәндерін бақылау еріткіштің булануының оңтайлы кинетикасына қол жеткізу үшін өте маңызды, бұл өз кезегінде электродтың жақсы механикалық қасиеттеріне және бөлшектер арасындағы жақсы байланысқа әкеледі.

Екі әдіс бойынша дайындалған анод материалдарының морфологиялық сипаттамалары

Висмут шөгінділерінің мөлшері >500 нм және морфологиясы түйін тәрізді. 2а суретте гальваностатикалық әдспен қондырылған қабыршақтардың микросуреттері көрсетілген. Мыс төсеніші висмут қабатының астында көрінеді. Си-Ві бөлімінің шекарасында, күтілгендей, көрінетін реакция жоқ, себебі мыспен висмуттың арасында шамалы өзара ерігіштігі бар және бұл жүйеде интерметалдық қосылыстар пайда болмайды [6]. Висмут түйіншелерінің шекарасында кішкене қуыстар байқалады. Мүмкін, бұл түйінаралық облыстар толығымен толтырылмаған жағдайында электршөгінділердің тораптық өсуімен байланысты.



Сурет 2 - Мыс төсенішіне а) тұндырылған висмут электроды бетінің және ә) висмут ұнтағының негізінде дайындалған пасталы электрод бетінің микрофотографиялары

Ұнтақ висмут негізіндегі анод материалының СЭМ микросуреттері 2ә суретінде келтірілген. СЭМ бойынша висмут электродының бетінің суреттерін күңгірт түсті көміртекті күйемен суспензия түрінде араластыру арқылы дайындалған ашық түсті висмут ұнтағының реңін байқауға болады. Шөгінділердің өлшемі шамамен 400нм құрайды.

Екі әдіспен дайындалған электрод материаладағының морфологияларын салыстыратын болса, электрхимиялық әдіспен қондырылған висмут электродының беті пасталы висмут электродымен салыстырғанда біршама кеуекті. Ал кеуектілік электродтың беттік ауданының ұлғаюына әкеледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Мальчик Ф. Изучение кинетических характеристик процессов жидкофазного окисления и восстановления LiFePO_4 . Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD), УДК 541.136/.136.88. КазНУ имени аль-Фараби, -2017.С.26-32.
2. Lee G.-W., Ryu J., Han W., Ahn K., Oh S. Effect of slurry preparation process on electrochemical performances of LiCoO_2 composite electrode // Journal of Power Sources.-2010.-Vol.195. -P.6049–6054. doi:10.1016/j.jpowsour.2009.12.101.
3. Cho K., Kwon Y.; Youn J., Song Y. Interaction analysis between binder and particles in multiphase slurries // The Analyst.-2013.-Vol.138. -P.2044-2050. doi:10.1039/c3an36720g.
4. Hawley W.B., Li J. Beneficial rheological properties of lithium-ion battery cathode slurries from elevated mixing and coating temperatures // Journal of Energy Storage.-2019.-Vol.26.-P.100994. doi:10.1016/j.est.2019.100994.
5. Lee KY., Liu LD., Ta-Jo L. Minimum wet thickness in extrusion slot coating. Chem Engineering Science1992, 1703–1713.
6. Abildina A.K., Agimbayeva A.M., Urazkeldiyeva D.A. Reduction of magnesium on a bismuth substrate in dimethylformamide solution// Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.-2019. -Vol.324. -P.32-38.

Оптимизация условий получения анодного материала на основе висмута для магний-ионных батарей

Н.А. Ихсан, А.К. Абильдина, А.М. Аргимбаева, Е.Г. Бахытжан

Аннотация. Использование металлического магния в химических источниках тока затруднено из-за его чрезмерной активности. По этой причине получение анодного материала в результате интеркаляции ионов магния с заменой металла магния на другой альтернативный материал является актуальной проблемой.

Данная статья посвящена оптимизации методов подготовки анодных материалов к магний-ионным батареям. В процессе синтеза электродных материалов оптимизированы состав и количественные характеристики реагентов, температурный режим и время каждой отдельной стадии сушки. В работе рассмотрены два метода материала электрода на основе висмута: электрод висмута, полученный методом электроосаждения, и пастообразный электрод на основе порошкового висмута. Методом сканирующей электронной микроскопии установлено, что площадь поверхности висмутового электрода, полученная методом электроосаждения больше и пористее, чем у пастообразного электрода на основе порошкового висмута. Тем не менее, было доказано, что отложения висмута в первом методе составляют около 500 нм, а в электроде, приготовленном во втором методе, около 400 нм. Методом циклической вольтамперометрии проведены интеркаляция и деинтеркаляция ионов магния из электролита $\text{Mg}(\text{TFSI})_2/\text{AN}$ на поверхность электрода. Установлено, что потенциал проникновения Mg^{2+} в синтезированный материал начинается примерно с 0,7 В.

Определены поверхностные характеристики изготовленного по данным методам анодного материала и предложены его эффективные условия для проникновения ионов магния.

Ключевые слова: химические источники тока, магний, анод, интеркаляция, висмут.

Optimization of the conditions for obtaining a bismuth-based anode material for magnesium-ion batteries.

N.A. Ikhsan, A.K. Abildina, A.M. Argimbayeva, E.G. Bakhytzhn

Abstract. The use of metallic magnesium in chemical power sources is difficult due to its excessive activity. For this reason, obtaining an anode material as a result of intercalation of magnesium ions with the replacement of magnesium metal with another alternative material is an urgent problem.

This article is devoted to optimization of methods of anode materials preparation for magnesium-ion batteries. In the process of electrode materials synthesis, the composition and quantitative characteristics of reagents, the temperature regime and the time of each individual drying stage are optimized. The paper considers two methods

of bismuth-based electrode material: a bismuth electrode obtained by electrodeposition and a paste-like electrode based on powdered bismuth. By scanning electron microscopy, it was found that the surface area of the bismuth electrode obtained by electrodeposition is larger and more porous than that of a paste-like electrode based on powdered bismuth. Nevertheless, it was proved that the deposits of bismuth in the first method are about 500 nm, and in the electrode prepared in the second method, about 400 nm. Intercalation and deintercalation of magnesium ions on the surface of the electrode from the $\text{Mg}(\text{TFSI})_2/\text{AN}$ electrolyte were carried out by cyclic voltammetry. It has been established that the insertion potential of Mg^{2+} into the synthesized material begins at about 0.7 V.

The surface characteristics of the anode material manufactured according to these methods are determined and its effective conditions for the penetration of magnesium ions are proposed.

Key words: chemical current sources, magnesium, anode, intercalation, bismuth.

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МАЛИНЫ *IN VITRO*

А. М. Балабаева¹, Б. Б. Анапияев¹, Н. П. Малахова², Б. К. Тезекбаева², К. А. Дмитриева²

¹Казахский Национальный Исследовательский Технический
Университет им. К.И.Сатпаева, Казахстан, Алматы

²РГП на ПХВ «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина»,
Казахстан, Алматы, balabaevaa24@gmail.com

Аннотация. В данной статье описывается ход работы по введению в культуру *in vitro* малины (*Rubus L.*) двух ремонтантных сортов Брянское Диво и Амира. В результате исследования были оптимизированы условия для введения в культуру *in vitro* пазушных почек, применяемые в качестве эксплантов. Проведена стерилизация растительного материала химическими агентами, что включало обработку эксплантов мыльным раствором, использование раствора 70% спирта и раствора «Белизна» в различных композициях. В качестве питательной среды применялась среда Мурасиге-Скуга с различными комбинациями фитогормонов. В ходе введения в культуру и микроклонального размножения малины были подобраны оптимальные условия для введения в культуру и микроклонального размножения растений – регенерантов.

Ключевые слова: *Rubus L.*, малина, *in vitro*, экспланты, стерилизация, размножение, фитогормоны.

Малина - многолетний полукустарник рода *Rubus*, надземная часть которого состоит из однолетних и двулетних стеблей. Подземная часть малины является многолетней. Она состоит из корневища и придаточных корней (1). *Rubus* - широко распространенный в Северном полушарии род семейства *Rosaceae Juss.*

Интерес к выращиванию ягодных растений во всем мире заключается в получении ягод, являющихся богатым источником различных биологически активных соединений, что делает их популярными в пищевой и фармацевтической промышленности (2).

Цель данной работы заключалась в подборе оптимальных условий для введения в культуру *in vitro* и микроклонального размножения двух сортов малины.

Материалы и методы

Объекты исследований

В работе использовались растения малины *Rubus L.* двух сортов: Брянское Диво и Амира. В качестве эксплантов была взята апикальная меристема пазушных почек.

Стерилизация эксплантов была проведена с использованием мыльного раствора, 70 % этанола, 10% и 20% раствора «Белизны».

На этапе введения в культуру *in vitro* использовалась универсальная питательная среда Мурасиге – Скуга с добавлением различных комбинаций фитогормонов. Среди них можно отметить 6-бензиламинопурин (0.5-1 мг/л 6-БАП), гибберелиновая кислота (0.2, 0.5 и 1 мг/л ГК) и индолил-3-масляная кислота (0,2 мг/л ИМК).

Результаты и обсуждения

Прежде чем ввести ткани растений в культуру *in vitro*, в первую очередь, должна проводиться тщательная дезинфекция эксплантов химическими средствами. Для этого был проведен подбор методов и были выбраны три варианта способа стерилизации. В каждом варианте первым шагом является перемешивание эксплантов в мыльном растворе на лабораторном шейкере в течение 30 минут. Затем, в течение такого же промежутка времени экспланты промывались под проточной водой. Ниже представлены выбранные варианты стерилизаций, которые проводятся под ламинарным боксом:

I вариант: обработка этиловым спиртом в течение 1 минуты, затем промывка эксплантов дистиллированной средой в течение 2 минут, после происходит обработка 10 % раствором «Белизны» в течение 15 минут, последний шаг – промывка эксплантов 3 раза по 5 минут дистиллированной водой.

II вариант: также, как и в первом варианте происходит обработка спиртом и промывка дистиллированной водой, затем экспланты обрабатываются 10 % раствором «Белизны» в

течение 10 минут (3) и последнее происходит промывка дистиллированной водой в такой же композиции.

III вариант: подразумеваются те же манипуляции, отличие от предыдущих вариантов лишь в том, что обработка проводится 20 % раствором «Белизны» в течение 10 минут, с последующей трехкратной промывкой эксплантов дистиллированной водой.

В результате проведения стерилизации способом № I, из 13 эксплантов сорта Брянское Диво 5 эксплантов не прошли стерилизацию и из 11 простерилизованных эксплантов сорта Амира 4 также оказались не продезинфицированы, что представлено на рисунке 1. Успех этого варианта стерилизации составил 37.5 %.

Эффективность способа стерилизации № III составила 75 %, т.е. из общего количества в 56 эксплантов 6 было поражено и 2 экспланта утратили способность к дальнейшему росту.

Результаты, полученные после стерилизации растительного материала № I и III способами, показали их недостаточную стерильность.

Наиболее высокий результат стерильности показал способ стерилизации № II, после которого из 41 экспланта был поражен лишь 1 эксплант сорта Брянское Диво, т.е. успех стерилизации составил 97.6 %.

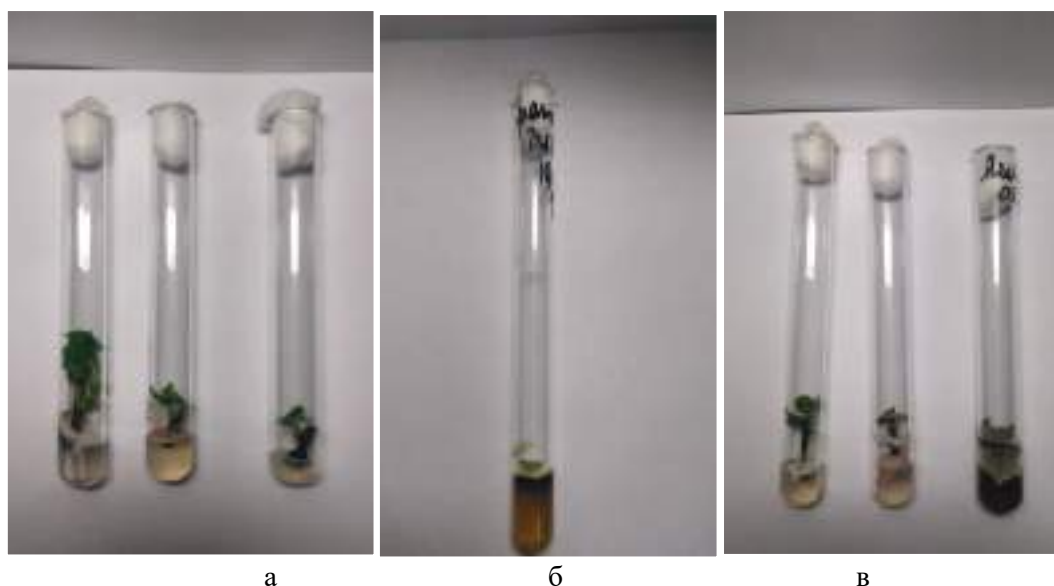


Рисунок 1 – результаты стерилизаций
а – первый вариант стерилизации; б – второй вариант стерилизации,
в – третий вариант стерилизации

Таким образом, из полученных экспериментальных данных для стерилизации эксплантов растительного материала, наиболее оптимальным является вариант № II.

После этапа подбора метода стерилизации, был проведен этап подбора состава питательной среды и оптимизации условий культивирования для каждого растительного экспланта.

Для введения в культуру эксплантов из междоузлий были использованы среды следующего состава:

I вариант: МС – 4,33 г/л; витамины – 1 мл/л; сахароза – 30 г/л; агар – 6.5 г/л; 6-БАП – 0,5 мг/л; pH= 5,6 – 5,7.

II вариант: МС – 4,33 г/л; витамины – 1 мл/л; сахароза – 30 г/л; агар – 6.5 г/л; 6-БАП – 0,7 мг/л; pH= 5,6 – 5,7.

III вариант: МС – 4,33 г/л; витамины – 1 мл/л; сахароза – 30 г/л; агар – 6.5 г/л; 6-БАП – 1 мг/л; pH= 5,6 – 5,7.

На рисунке 2 представлены результаты роста междоузлий после 2 недель наблюдения.

Наблюдая эмпирически (4), можно заметить, что для сорта Брянское Диво содержание в питательной среде 6 – БАП в концентрациях 0,5 и 0,7 мг/л более эффективно стимулирует рост побегов. Для малины сорта Амира оптимальной концентрацией является 6-БАП (1 мг/л).

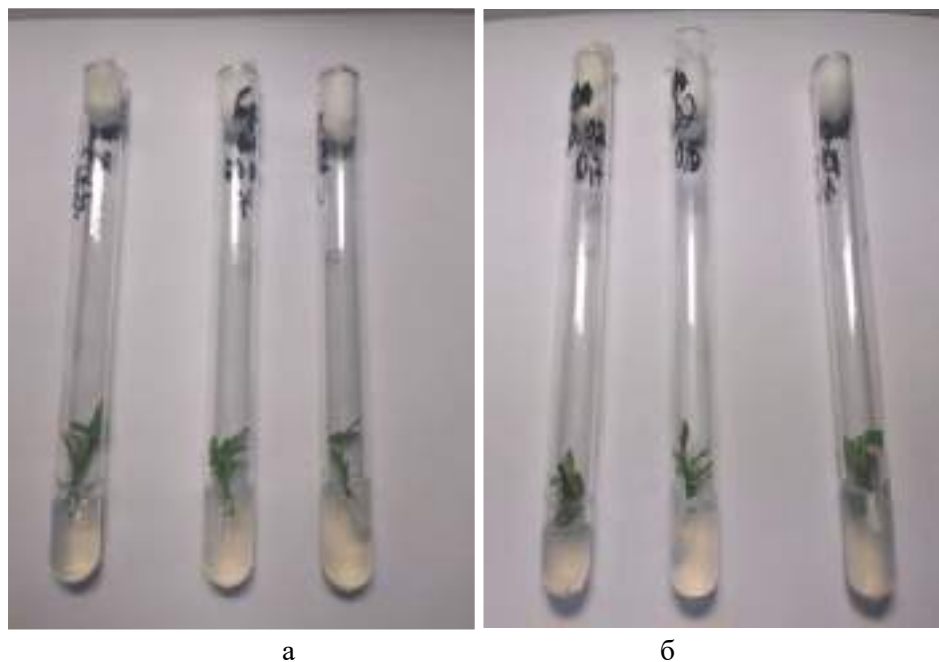


Рисунок 2 – результаты введения в культуру эксплантов
а – сорт Брянское Диво (6-БАП – 0,5; 0,7; 1 мг/л); б – сорт Амира (6-БАП – 0,7; 0,5; 1 мг/л)

Следующим этапом в культивировании малины *in vitro* является микрклональное размножение. На этом этапе использовались следующие варианты:

IV вариант: МС – 4,33 г/л; витамины – 1 мл/л; сахароза – 30 г/л; агар – 6.5 г/л; 6-БАП – 0,5 мг/л, ГК (GA) – 0.2 мг/л; pH= 5,6 – 5,7. (Рисунок 3)

V вариант: МС – 4,33 г/л; витамины – 1 мл/л; сахароза – 30 г/л; агар – 6.5 г/л; 6-БАП – 1 мг/л, ГК – 1 мг/л, ИМК – 0,2 мг/л; pH= 5,6 – 5,7.

В результате наблюдений было выявлено, что оптимальным вариантом для размножения малины была питательная среда под номером V, т.к. уже на 2 неделе после пересадки были видны изменения в росте. (Рисунок 4)



Рисунок 3 – результаты размножения Брянской Дивы и Амиры на питательной среде IV вариант

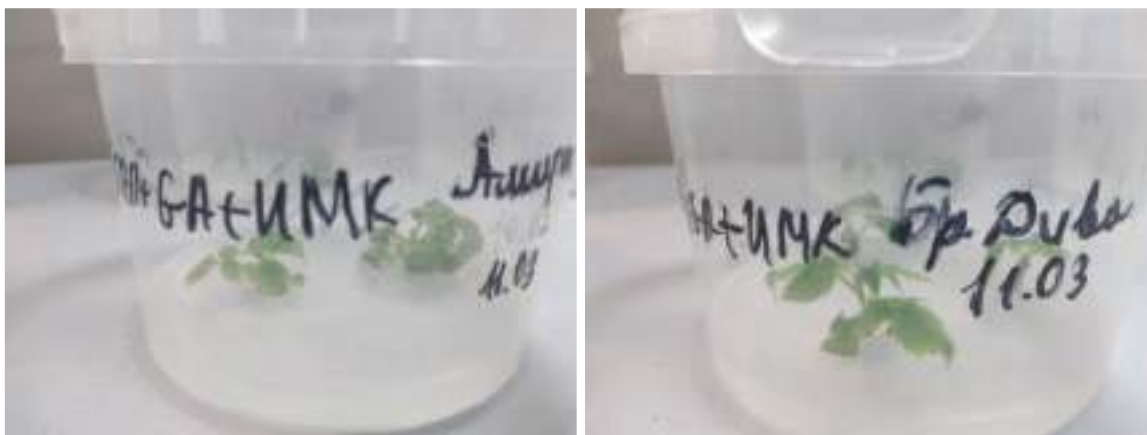


Рисунок 4 – результаты размножения Амиры и Брянской Дивы на питательной среде V варианта

Таким образом, по результатам проведенных исследований, нами был подобран оптимальный метод стерилизации междоузлий (вариант № II), который обеспечивал дальнейшую жизнеспособность экспланта в культуре *in vitro*. Кроме того, по результатам, полученным в ходе проведения экспериментальных работ, было установлено, что оптимальной средой для введения в культуру малины сорта Брянская Дива является среда МС с содержанием 6-БАП в концентрациях 0,5 и 0,7 мг/л (I, II вариант), для сорта Амира – это III вариант среды с содержанием 6-БАП 1 мг/л. На этапе микроклонального размножения оптимальной средой для роста клеток растений является V вариант с содержанием МС, 6-БАП – 1 мг/л, ГК – 1 мг/л, ИМК – 0,2 мг/л.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nurmukhamedova, D. S. *Morphological and Biological Properties of Raspberry*. . Issue:12, б.м. : Central Asian journal of theoretical and applied sciences, (December 2021) г., Т. Volume:02. ISSN:2660-5317.
2. Кампитова Г.А., Ерболова Л.С. Основы биотехнологии плодовых культур. Учебное пособие. Алматы : Эверо, 2020 г. 978-601-310-601-4.
3. Е. В. Малаева, О. И. Молканова. *Биотехнологические и экономические аспекты клонального микроразмножения ремонтантной малины*. 2, Волгоград : б.н., 2017 г., Т. 48. 183-189..
4. Rolando García-González, Karla Quiroz, Basilio Carrasco, Peter Caligari. *Plant tissue culture: Current status, opportunities and challenges*. 2011 г., Ciencia e Investigacion Agraria, стр. 5-30.

In vitro мәдениетінде танқурай өсіру

А. М. Балабаева, Б. Б. Анапияев, Н. П. Малахова, Б. К. Тезекбаева, К. А. Дмитриева

Андатпа. Бұл мақалада танқурайдың *in vitro* мәдениетіне (*Rubus L.*) Брянское Диво мен Амира деген екі ремонтантты сорттарын енгізу бойынша жұмыс барысы сипатталған. Зерттеу нәтижесінде эксплант ретінде қолданылатын аксиларлы бүйректерді *in vitro* мәдениетіне енгізу үшін жағдайлар оңтайландырылды. Өсімдік материалын химиялық агенттермен зарарсыздандыру жүргізілді, оған экспланттарды сабын ерітіндісімен емдеу, 70% спирт ерітіндісі және түрлі композициялардағы "Белизна" ерітіндісі кірді. Қоректік орта ретінде фитохормондардың әртүрлі комбинациясы бар Мурасиге-Скуга ортасы қолданылды. Мәдениетке енгізу және танқурайдың микроклоналды көбеюі кезінде регенерант өсімдіктерін мәдениетке енгізу және микроклоналды көбейту үшін оңтайлы жағдайлар таңдалды.

Негізгі сөздер: *Rubus L.*, танқурай, *in vitro*, экспланттар, зарарсыздандыру, көбею, фитохормондар.

Raspberry cultivation in vitro

A. M. Balabayeva, B. B. Anapiyaev, N. P. Malakhova, B. K. Tezekbayeva, K. A. Dmitriyeva

Abstract. This article describes the progress of work on the introduction of raspberry (*Rubus* L.) into the culture in vitro of two remontant varieties Bryansk Divo and Amira. As a result of the study, the conditions for the introduction of axillary kidneys into culture in vitro, used as explants, were optimized. The plant material was sterilized with chemical agents, which included the treatment of explants with a soap solution, the use of a solution of 70% ethanol and a solution of "Belizna" in various compositions. Murashige and Skoog medium with various combinations of phytohormones was used as a nutrient medium. During the introduction into culture and microclonal reproduction of raspberries, optimal conditions were selected for the introduction into culture and microclonal reproduction of regenerating plants.

Keywords: *Rubus* L., raspberry, in vitro, explants, sterilization, reproduction, phytohormones.

ҚАНТ ҚҰМАЙЫ (*Sorghum bicolor* L.) ДАҚЫЛЫНЫҢ СОМАЛЫҚ КЛЕТКАЛАРЫН IN VITRO ӨСІРУДЕ КАЛЛУСОГЕНЕЗ ПРОЦЕССИНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

А.Ж. Жұмагерей, К.М. Искакова, Б.Б. Анапияев. 

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

aitzhan_2018@bk.ru

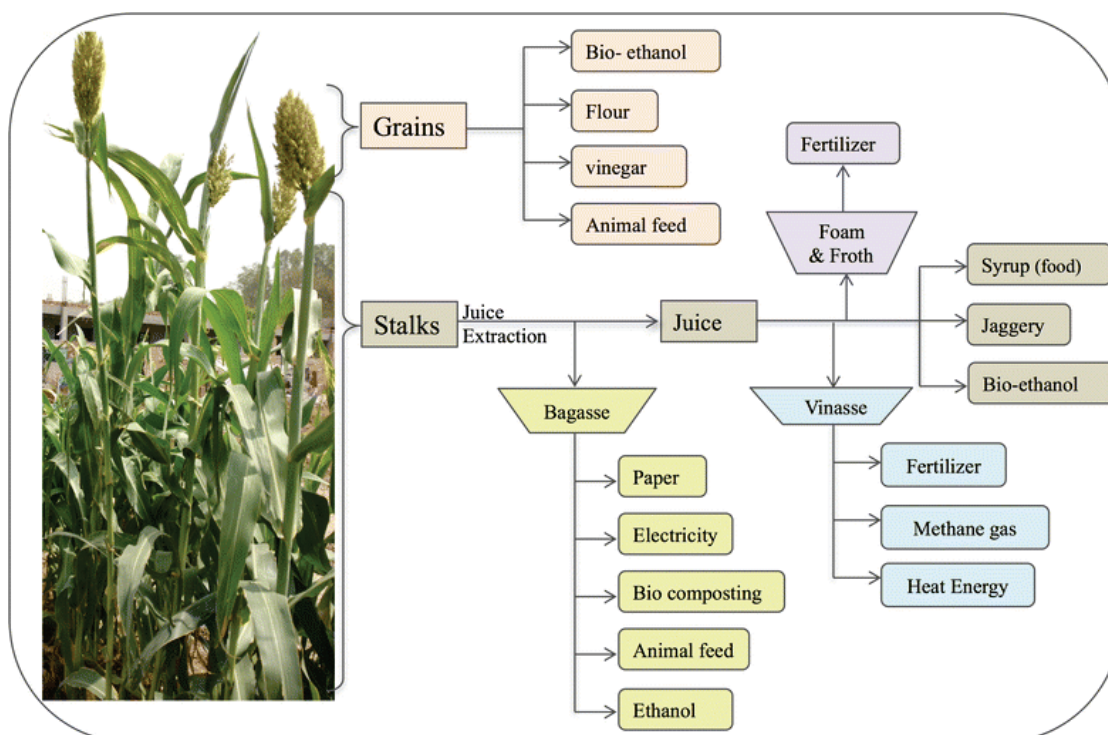
Анотация. Мақалада *Sorghum bicolor* L. шығу отанымен таралу аймағы және қолданылуна қысқаша шолу жасалынады. Құмай әлемдегі астық дақылдарының ішіндегі қолдану аясы, егілу аумағы бойынша бесінші орынды алатын дақылдың бірі. Сонымен қатар қант құмайы (*Sorghum bicolor* L.) өсімдігінің соматикалық клеткаларын in vitro жағдайында өсірудің биотехнологиялық әдістері генетикалық алуантүрлілікті қамтамасыз етіп, қазіргі таңдағы биология ғылымының мутациялық селекциясында сәтті қолданылуы мүмкін. Мақалада қант құмайының (*Sorghum bicolor* L.) сомалық жасушаларын in vitro жағдайында өсіру кезінде каллусогенез процессінің жиілігі мен қарқындылығына, өсу уақыты мен өміршендігіне әсер ететін факторларды зерттеу нәтижелері көрсетілген.

Негізгі сөздер: Қант құмайы (*Sorghum bicolor* L.), in vitro, сомалық клетка, каллусогенез

Құмай *Sorghum bicolor* L. егілетін ауданы мен өнімі бойынша дүние жүзінде бесінші маңызды дәнді дақыл болып табылады. Оның құрғақшылық пен ыстыққа төзімділігі аз шығынмен жоғары өнім алуға мүмкіндік береді. Бұл биоотын мен биоөнімдерді өндіруге арналған перспективалы және пайдал биомасса дақылы болып саналады. Сонымен қатар, бұл дақыл басқа С4 шөптерімен, анығырақ айтқанда бидай, күріш, арпа дақылдарымен салыстырғанда салыстырмалы түрде шағын геномы бар біржылдық диплоид және керемет тұқымдық әртүрлілік ретінде құмай жүгері сияқты басқа С4 дақылдары үшін тамаша зерттеу түрі және нысаны болып табылады. Бұл Азия мен Африканың жартылай құрғақ тропиктерінде маңызды негізгі тағам. Дүние жүзінде құмай мал азығына, жемге және сироп пен биоэтанол сияқты құнды өнімдерге пайдаланылады. Құрғақшылыққа, батпақтануға және тұздылыққа және абиотикалық факторларға төзімділік сияқты қоректік белгілер оны басқа дәнді дақылдарды өсіруді шектейтін қоршаған орта жағдайында жоғары, экономикалық өнімді дақылға айналдырады. Құмай (*Sorghum bicolor*) дәнді дақылдар арасында бесінші орынды иеленеді, жақсы түсінілген агротехникалық практикасы мен қолдануы оны барлығына азық ретінде қарастырады. Түрлі тиімділігінің арқасында тіпті қатал климатта, соның ішінде ыстықта да Африка мен Азияда 500 миллионнан астам адам осы дақылға тікелей немесе жанама тәуелді. Ол бірінші С4 жоғары целлюлозды биоотын, биоэтанол, азықтың шикізаты болып саналады және хромосома саны ($2n = 20$) Andropogoneae тайпасына жататын үлгілі монокот болып табылады. Оның геномында 750 Мб ДНҚ бар, ол жүгеріден 3-4 есе кіші, бірақ күріштен (430 Мб) үлкен, бұл құмайды Роасеae тұқымдасында зерттеуге тартымды түр етеді.

Құмай биколоры қант, сондай-ақ лигноцеллюлозды биоотын өндіру үшін перспективалы мақсат ретінде пайда болды. Шекті жерлерде өсу мүмкіндігімен салыстырмалы түрде төмен кіріс талаптары бар. Құмайдың мәдени сорттары әртүрлі фенотиптік және морфологиялық белгілерді көрсетеді. Өндірістік сипаттамалары мен қолданылуына қарай олар төрт топқа бөлінеді, атап айтқанда; астық, жем-шөп, қуат және тәтті құмай. Дәнді құмай сорттары үлкен құлақтары бар үш-алты фут биіктікте және ең алдымен адамдарға азық немесе малға жем ретінде қызмет етеді. Мал азықтық құмайдың үлкен болып тез өсетін сорттары жемге, сүрлемге және жайылымға пайдаланылады. Энергетикалық құмай биоотынға айналдыруға болатын жоғары лигноцеллюлозды биомасса үшін арнайы өсіріледі және сол биоотынды биоэтанол арқылы адам пайдаланады ал тәтті құмай, сондай-ақ тәтті сабақты құмай ретінде белгілі, сабақта еритін қанттарды жинақтайтын генотиптерге қатысты. Тәтті құмай биіктігі жиырма футқа дейін өседі және астық құмайымен салыстырғанда биомассадан, өнімнен

айтарлықтай жоғары өнім береді. Тәтті құмайдың сабағы дәнді сорттарға қарағанда жуан және етті, бірақ тұқымның өнімділігі салыстырмалы түрде қарағанда жеткілікті төмен.



Сурет-1. Қант құмайы (*Sorghum bicolor L.*) және оның қолданылу салалары.

Қант құмайының соматикалық жасушаларын өсіруде көптеген генотиптер үшін негізгі мәселе фенолдық қосылыстар болып табылады, олар *in vitro* өсірудің 7-8 күнінде соматикалық жасушалармен бірге бөлініп шығады және ол жеткілікті мәселе тудырады. Фенолды қосылыстар – хош иісті сақинада бір немесе бірнеше гидроксил топтарын қамтитын табиғи заттар. Соңғы уақытта биотехнологиялық әдістер, соның ішінде қант құмайының физикалық және репродуктивті жасушаларын өсіру терең зерттелуде. Құмай да генетика үшін тамаша өнім болып табылады. Бұл тыныс жасушаларын *in vitro* жағдайында өсірудің биотехнологиялық әдістерінің өзгергіштігінің көзі және мутация селекциясында сәтті қолданылуы мүмкін екені белгілі. Қант құмайы түрлері мен будандарын ядролық таңбалау әдістері селекция процесін жылдамдату және селекцияның тиімділігін арттыру үшін қолданылады. Толқындағы физиологиялық және репродуктивті жасушаларды өсіру немесе өсіру бойынша іргелі және қолданбалы зерттеулер *in vitro* жүргізіледі.

Қант құмайының жасушаларын, әртүрлі мәдени органдарын өсіру үшін әртүрлі гормоналды құраммен толықтырылған қоректік орталар қолданылады. Қоректік ортаның қызметі өсімдікке қажетті барлық микроэлементтерді және макроэлементтерді, дәрумендерді, көмірсулар мен фитогормондарды қамтамасыз ету болып табылады.

Сұйық қоректік ортаны алу әдістері:

- 1) 1 литр қоректік ортаны дайындау үшін 1 литр тазартылған су құйыңыз, содан кейін 20 г сахароза қосыңыз.
- 2) сахарозаны жақсылап ерітіп, ерітінділерге сұйықтықтың қажетті мөлшерін қосыңыз (микроэлементтер, витаминдер, фитогормондар). Біз ерітіндінің рН-ын 5,6-6,0 дейін арттырамыз.
- 3) 1 л-ге дейін тазартылған суды қайтадан қосыңыз.
- 4) соңында дайын қоректік ортаны 1 литрлік колбаға немесе өлшеу инесі бар цилиндрлік контейнерге құйыңыз.

5) құйылған қоректік ортаның аузын фольгамен жабу арқылы бекітіп және салқындағаннан кейін автоклавқа орналастырады.

Өзгертілген Мурасига-Скуг қант қоректік ортасы *in vitro* қант құмайының соматикалық жасушаларын өсіру үшін қоректік орта ретінде пайдаланылды.

Зерттеу нысаныретінде келесі қант құмайының сорттары мен будандары: SAB-6, SAB-7 және SAB-9 қолданылды.

Соматикалық жасушаларды оқшаулау үшін донорлық өсімдіктер пісу кезеңіне дейін өсірілді. Стерильді жағдайда жетілмеген эмбриондар бөлініп, Мурасиг-Скуга қоректік ортасына орналастырылды. Қант құмайының соматикалық жасушаларын өсіру қараңғыда 27 °C температурада жүзеге асырылды.

Құмай құмайы *Sorghum bicolor* L, соматикалық жасушаларды зерттеу нысаны ретінде: SAB-6, SAB-7 және SAB-9 өсімдік тіндері алынды. Бұрын біз асептикалық жағдайда құмайдың үш түрінен сомалық жасушаларын бөліп алып, оларды ыңғайлы пробиркаларға бөлек-бөлек орналастырдық.

Біз асептикалық жағдайда 8/16 фотопериодта модификацияланған Мурасиге-Скугада өсірдік, әр Петри шыныаяғына 2,4-D фитогормондарын және қоректік ортаға БАП қолданып, құмай қант дәндерін кесу арқылы бөліп орналастырдық. Біз бұл процесті бөлме температурасында, жарық жерде 4 күнге қалдырдық. Біз фитогормондардың қант құмайы дәнінің өсу жылдамдығына әсерін анықтадық және бақыладық. Қант құмайының әртүрлі сорттары өздерінің сипаттамаларына байланысты әртүрлі уақыт кезеңдерінде нәтиже берді, ал кейбіреулері әртүрлі стресстерге ұшырағанын анықтадық.



Сурет-2. Қант құмайынан (*Sorghum bicolor* L.) бөліп алынған сомалық жасушаларын *in vitro* жағдайында Мурасиге-Скуга қоректік ортада өсіру.

Жеке эксперименттің екінші кезеңінде жоғарыда аталған зерттеу нысандары екі күн ішінде тамыр пайда болғанға дейін Петри ыдысында дистелденген және залалсыздандырылған суда зерттелетін қант құмайының дәндерін өсірдік, ал екі күннен кейін соматикалық жасушалар асептикалық жағдайда кесу арқылы эндоспермнен бөлініп, Мурасиге-Скуга қоректік ортасына орналастырылды.

Асептикалық жағдайында жетілдірілмеген эмбриондар 20 г/л сахароза, 5 мг/л Fe- хелат, 100 мг/л мезоинозит, 2 мг/л, 2,4-Д, рН-5,7 болатын модификацияланған Мурасиге- Скуга қоректік ортасына орналастырылады (Сурет-2). Жұмыс қатаң асептикалық, стерильді жағдайда жүргізіледі. Ламинар бокстың астында өсімдіктен бөлініп алынған экспланттар , асептикалық түрде оларды ауксиндер мен цитокинидердің құрамы бойынша ерекшеленетін Мурагиге-Скуг ағарланған ортасы бар, қоректік ортадағы пробиркаларға ауыстырылады. Осыдан кейін пробиркалар желімделіп, ауа кірмейтіндей бекітіліп, сыртына аттары жазылған соң, термостатқа салынады, температурасы 24,5 °C болатын температурада 7-8 күнге сақталады және бақылауға алынады.

Қант құмайының (*Sorghum bicolor* L.) сомалық жасушаларын *in vitro* жағдайында өсіріп, каллусогенез процессінің қарқындылығына әсер ететін факторлары, Қант құмайын сомалық клеткаларын *in vitro* жағдайында өсіру қарқындылығын зертханалық жағдайда зерттеп, *in vitro* сомалық жасуша культурасында нәтижелі каллустарды қалыптастыру арқылы нәтижеге қол жеткіздік.

Әдебиеттер

1. Tallyta N. Silva, , Jason B. Thomas, , Jeff Dahlberg, , Seung Y. Rhee and Jenny C. Mortimer. Progress and challenges in sorghum biotechnology, a multipurpose feedstock for the bioeconomy(1),2021.
2. Belton, P.S.; Taylor, J.R.N. Sorghum and millets: Protein sources for Africa. Trends Food Sci. Technol. 2004.
3. Dahlberg, J.; Berenji, J.; Sikora, V.; Latkovic, D. Assessing sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench] germplasm for new traits: Food, fuels and unique uses. Maydica 2011, 56, 85–92.
4. Chibani K., Wingsle G., Jacquot J.-P., Gelhaye E., Rouhier N. Comparative genomic study of the thioredoxin family in photosynthetic organisms with emphasis on *Populus trichocarpa*. Mol. Plant. 2009;2:308–322.
5. Wang Z., Gerstein M., Snyder M. RNA-Seq: A revolutionary tool for transcriptomics. Nat. Rev. Genet. 2009;10:57–63.
6. Пигорев И.Я. Сахарное сорго-перспективная кормовая культура // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 3. – С. 28-30.
7. P Zhuang, W Shu, Z Li, B Liao, J Li, J Shao J. Env. Sci., 21: 1432-1437, 2009.
8. Shoemaker CE, Bransby DI. The role of sorghum as a bioenergy feedstock. In: Braun R, Karlen D, Johnson D, editors. Sustainable alternative fuel feedstock opportunities, challenges and roadmaps for six US regions. Atlanta: Soil and Water Conservation Society; 2010. p. 149–59.
9. Codesido V, Vacas R, Macarulla B, Gracia MP, Igartua E. Agronomic and digital phenotyping evaluation of sweet sorghum public varieties and F1 hybrids with potential for ethanol production in Spain. Maydica. 2013;58:42–53.
10. Whitfeld MB, Chinn MS, Veal MW. Processing of materials derived from sweet sorghum for biobased products. Ind Crops Prod. 2012;37(1):362–75.
11. Harborne J. B., Williams C.A. Advances in flavonoid research since 1992 // Phytochemistry. 2000. V. 55. P. 481-504.
12. Elkonin L.A. Dominant male sterility in sorghum: effect of nuclear background on inheritance of tissue-culture-induced mutation // Theor. Appl. Genet. – 2005. – V. 111. – P. 1377–1384.
13. Elkonin L.A., Italianskaya J.V., Domanina L.V. et al. Transgenic sorghum with improved digestibility of storage proteins obtained by Agrobacterium – mediated transformation // R. J. of Plant Physiology. – 2016. – V. 63, No. 5. – P. 678–689.
14. Lekgari A., Dweikat I. Assessment of genetic variability of 142 sweet sorghum germplasm of diverse origin with molecular and morphological markers // O.J. of Ecology. – 2014. – No. 4. – P. 372–393.

Изучение факторов, влияющих на процесс каллусогенеза при культивирований in vitro соматических клеток *Sorghum bicolor* L.

А.Ж. Жұмагерей, К.М. Искакова, Б.Б. Анапияев. 

Аннотация: В статье дан краткий обзор распространения и направления использования *Sorghum bicolor* L.. Сорго является одним из пятых наиболее широко используемых злаков в мире. Кроме того, биотехнологические методы культивирования соматических клеток in vitro сахарного сорго (*Sorghum bicolor* L.) могут успешно применяться в мутационной селекции и для расширения генетическое разнообразия. В статье представлены результаты изучения факторов, влияющих на частоту и интенсивность процесса каллусогенеза в культуре in vitro соматических клеток сахарного сорго (*Sorghum bicolor* L.).

Ключевые слова: *Sorghum bicolor* L., in vitro, соматические клетки, каллусогенез.

The study of factors influencing the process of callusogenesis during cultivation of somatic cells in vitro of *Sorghum bicolor* L.

A.Z. Zhumagerei, K.M. Iskakova, B.B. Anapiyayev. 

Abstract: In the article provides a brief overview of the distribution and use of *Sorghum bicolor* L.. The sorghum is one of the fifth most widely used cereals in the world. In addition, biotechnological methods of cultivation of somatic cells in vitro of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) can be successfully used in mutation breeding and to expand genetic diversity. In the article was presents the results of studying the factors that affect the frequency and intensity of the process of callusogenesis in culture of somatic cells in vitro of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.).

Key words: *Sorghum bicolor* L., in vitro, somatic cells, callusogenesis.

POLYETHYLENE TEREPHTHALATE WASTE AS BITUMEN MODIFIERS

D.Karly¹, A.Kozhanova¹, D.Yerzhanova¹, G.Aitkaliyeva¹, M.Yelubay²

¹Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

²Toraighyrov University, Kazakhstan, Pavlodar

[*d.karly@satbayev.university](mailto:d.karly@satbayev.university)

Annotation. This paper presents an overview of possible options for using polyethylene terephthalate (PET) as building and road materials. Based on the literature application, the possibility of obtaining PET waste as a modifier for bituminous binders has been established. In this work, we used the results of using PET waste for modifications of BND 100/130 bitumen, which were obtained on the terms of Pavlodar Petrochemical Plant LLP. A positive response of the polymer to the physical and mechanical properties of bitumen is noted. It was revealed that the best effect of the implementation of physical and mechanical properties pursues the goal of 4-5% of the mass.

Keywords. Bitumen, modifiers, solid household waste, polymers, polyethylene terephthalate.

Introduction. A review of the patent and periodical literature indicates a very strong interest in the possibility of using PET waste to modify building materials, especially concrete and mortar.

A number of researchers have used this waste as a replacement for aggregate in cement concrete or as fiber reinforcement. Numerous publications describe the possibility of synthesizing polyester resin based on PET waste; some research centers have demonstrated the possibility of obtaining epoxy resin in this way [1].

An interesting solution to the problem of recycling this plastic is the production of cement-free composites based solely on PET and aggregate waste. There are much less numerous works both with PET waste and resin-based composites [2]. It is mainly aimed at a resin-based mortar obtained by partially replacing the aggregate with the described recyclate [3]. Interesting for environmental and economic reasons is the possibility of partial replacement of glycolysate resin with waste PET.

PET waste is one of the most intensively studied plastic waste that can replace natural aggregate in cement composites [4].

An interesting method for modifying concrete with PET waste was presented by Choi et al. [five]. Waste beverage bottles made of PET fiber were cut into lengths from 5 to 15 mm. The surface was then covered with a layer of a mixture of slag, fly ash and volcanic dust. The unit in the amount of 0, 25, 50 and 75% was replaced by the received units. The variable was the water to cement ratio of 0.53, 0.49 and 0.45. The compressive strength tested after 28 days of curing decreased with increasing amount of modifier added compared to unmodified concrete. However, the addition of the modifier resulted in an increase in workability, so the water content of the mixture could be reduced. The simultaneous use of blast-furnace slag made it possible to react with calcium hydroxide, which led to the formation of a material with pozzolanic properties and the strengthening of the transition zone between aggregate and cement paste.

The combination of waste PET and blast-furnace slag made it possible to improve machinability as well as improve chemical resistance and reduce the heat of hydration. Four years later, the same authors published the results of the modification of mortar and concrete with aggregates obtained by processing sand with used PET bottles [6]. In the case of concrete, the replacement of aggregate with waste was the same as in the previous work, i.e., 0, 25, 50 and 75 vol%; additionally for the mortar, the samples included 100% sand replacement with the modifier. An analysis of the properties of PET waste aggregates showed that they are characterized by water absorption at the level of 0%. With an increase in the content of the modifier, a decrease in the compressive strength of the resulting solution was observed. Concrete samples after 28 days of maturation were characterized by reduced compressive strength by 5, 15 and 30%, respectively, at a concentration of 25, 50 and 75% PET aggregates. However, while maintaining the ratio of water:cement equal to 0.49 and the content of 25% waste PET particles, the compressive strength was higher than in the control sample.

Other authors [7] compared the properties of two types of cement, in which the aggregates consisted, respectively, of spent PET aggregates or mixtures of used PET with sand. In addition, cement was partially replaced with blast-furnace slag.

The size of crushed PET waste particles did not exceed 4 mm, the water:cement ratio was 0.45, and the ratio of PET binder units was 0.5.

Analysis of the results showed that all types of modified mortars had the same strength parameters and specific gravity, such as lightweight concrete. The mortar containing only PET aggregates showed higher shrinkage compared to the mortar based on a mixture of PET aggregates and sand. Based on the results obtained, the authors of the article [7] undertook further research on this type of composites.

The recycle, which may partially replace aggregate in concrete or mortar, may also be in the form of fibers reinforcing the composite. Silva et al. [8] investigated the behavior of waste PET fibers in materials based on Portland cement. Mortar samples were made having a composition of cement:sand = 1: 3, provided that the ratio of water: cement = 0.61. Recycled PET fibers were also added at 0.4% and 0.8% by volume. Studies have shown that not only does recycle PET fibers not significantly improve the mechanical properties of the mortar, but they can also be damaged, in particular when exposed to an alkaline environment. The Ca^{2+} , Na^{+} , K^{+} and OH^{-} ions can attack the C—O bond present in the PET structure and separate the polymer into two groups: an aromatic ring containing group and an aliphatic ester group.

Alkaline ions can react with an aromatic ring group to form sodium, calcium, or potassium terephthalates. On the other hand, hydroxide ions are capable of forming ethylene glycol by reaction with aliphatic ester groups. Vaughn et al. [9] studied the durability of cement composites reinforced with waste PET fibers. The addition of PET fiber did not cause significant changes in chloride permeability compared to controls. Modified concrete samples that passed the freeze/thaw cycle test showed greater resistance than unmodified concrete. The behavior of samples treated with various aggressive media was also investigated. Over time, the surface of PET fibers exposed to an alkaline environment deteriorated.

The behavior of fibers treated with sulfuric acid was similar. In another experiment, it was observed that fibers immersed in sodium sulfate and sodium chloride have very good chemical resistance. Fibers obtained from recycled water and beverage bottles have been used in the preparation of cement concrete to increase their plasticity [10].

It has been established that concrete samples with the addition of a modifier exhibit greater resistance to cracking compared to control samples. The authors of the publication see a reason for further research on the choice of types and sizes of waste PET fibers in order to optimize the production process. The positive effect of spent PET fibers on the plasticity of cement concrete (an increase in plasticity by 7–10 times) was also confirmed in the article [11]. However, the study revealed a simultaneous decrease in compressive strength from 1 to 9% compared to control samples. For specimens containing waste PET fibers, cure shrinkage increased, but also showed increased tensile strength and macrocrack delay time.

Bitumen in asphalt concrete is a binder that binds grains of crushed stone, sand and mineral powder into a monolithic artificial stone material that works in layers of pavement and pavement under different temperature and humidity conditions, under different force effects of car wheels - compression, shear, bending.

Bitumen, a by-product of crude oil fractionation, is increasingly finding widespread use in road pavements, sealants, binders, waterproof coatings, or other civil/engineering applications [12]. Estimated data show that the current global production of bitumen is 113 million tons per year and is expected to reach 135 million tons in 2020, which is 2.7% higher than the annual growth rate from 2014 to 2020 [13].

Bitumen is a colloidal dispersion of asphaltene in a maltenic matrix, consisting of saturated hydrocarbons, aromatic compounds, resins, and asphaltenes [14]. The complex chemical composition of bitumen and its variability is related to the source/type of crude oil and the production process, which also affects the internal structure of bitumen [15]. Consequently, the performance properties of bitumen are usually very sensitive to production conditions. One of the most commonly used methods for solving this problem is the physical or chemical modification of bitumen with polymers [16]. In general, the introduction of polymers improves the bitumen's high temperature stiffness, its

resistance to moisture and low temperature cracking, extending its fatigue life. In this regard, we have conducted research to find new effective and pro-environmental methods for modifying BND 100/130 bitumen, selected under the conditions of “Pavlodar petrochemical plant” LLP.

Results and discussion

Bitumen modification was carried out using a laboratory mixer and heating a bitumen sample and pre-dried PET waste at 150°C for 40 min. The concentration of plastic waste was 2, 3, 4, 8, 10 wt. % for bitumen.

The effectiveness of modifying the structure and composition of bitumen was determined by changes in the physical and mechanical properties of binders, the results are shown in Table 1.

Table 1 - Physical and mechanical properties of bitumen BND 100/130 before and after the introduction of a modifier into its composition

Parameter	Bitumen sample with PET content, wt. %.					
Modifier amount, %	initial	1	2	3	4	5
Depth of penetration of the needle at 25 °C, 0.1 mm	101	96	89	85	81	81
Extensibility, mm	76	74	70	68	65	64
Softening temperature, °C	49	51	53	55	56	56
Brittleness temperature, °C	-15	-15	-15	-15	-14	-14

The data presented in Table 1 indicate that it is promising to use waste for modifying bituminous binders: there is a rather serious decrease in bitumen penetration; for the original bitumen of the BND 100/130 grade it was 101, and already with the introduction of a modifier in an amount of 2%, an indicator of 89 can be observed, and the maximum the decrease is typical for the concentration of PET waste within 4-5% and is 81, which confirms the change in the physical and chemical properties of bitumen after modification and the effectiveness of its hardening.

A decrease in the extensibility value of binders after their modification with PET waste was established: the best extensibility indicators are characteristic of bitumen samples containing 4 and 5% PET modifier.

It is worth noting the increase in the softening temperature in the modified bitumen samples: the maximum increase in this indicator is observed when the modifier is introduced in the amount of 4-5% and is 56°C, which confirms a significant improvement in the properties of bitumen resistance to deformation at sufficiently high temperatures.

Conclusion

Based on the results of the physical and chemical properties, and mechanical properties of BND70/100 and BND 100/130 bitumen, it can be concluded that their modification leads to a noticeable improvement in properties.

Acknowledgements. This research has been/was/is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09259187 «Development of an innovative way of using hard-to-use household waste in the production of environmentally friendly building materials»).

REFERENCES

- 1 H.S. Dweik, M.M. Ziara, M.S. Hadidoun, Enhancing concrete strength and thermal insulation using thermoset plastic waste // Int. J. Polymeric Mater. –2008. –№57. –P. 635–656.
- 2 P. Panyakapo, M. Panyakapo, Reuse of thermosetting plastic waste for lightweight concrete // Waste Manag. –2008. –№28. –P.1581–1588.

- 3 E. Kociołek-Balawejder, PET czyli poli(tereftalan etylenu) produkcja, zastosowanie, recykling. Available from: www.wiedza.info.pl/wyklady/124/pet_czyli_poli_tereftalan_etylenu_produkcja_zastosowanie_recykling.html [dostęp 2013-02-18] (in Polish).
- 4 Saikia, J. de Brito, Use of plastic waste as aggregate in cement mortar and concrete preparation: a review // Construct. Building Mater. –2012. –№34. –P. 385–401.
- 5 Y.W. Choi, D.J. Moon, J.S. Chung, S.K. Cho, Effects of waste PET bottles aggregate on the properties of concrete // Cement Concrete Res. –2005. –№35. –P. 776–781.
- 6 Y.W. Choi, D.J. Moon, Y.J. Kim, M. Lachemi, Characteristics of mortar and concrete containing fine aggregate manufactured from recycled waste polyethylene terephthalate bottles // Construct. Building Mater. –2009. –№23. –P. 2829–2835.
- 7 S. Akcaozog˘lu, C.D. Atis, K. Akcaozog˘lu, An investigation on the use of shredded waste PET bottles as aggregate in lightweight concrete// Waste Manag. –2010. –№ 30 (2). –P. 285–290.
- 8 D.A. Silva, A.M. Betioli, P.J.P. Gleize, H.R. Roman, L.A. Gómez, J.L.D. Ribeiro, Degradation of recycled PET fibers in Portland cementbased materials // Cement Concrete Res. –2005. –№ 35. –P.1741–1746.
- 9 J.-P. Won, Ch.I. Jang, S.-W. Lee, S.-J. Lee, H.- Y. Kim, Long-term performance of recycled PET fibre-reinforced cement composites// Construct. Building Mater. –2010. –№24. –P. 660–665.
- 10 D. Foti, Preliminary analysis of concrete reinforced with waste bottles PET fibers // Construct. Building Mater. –2011. –№25. –P.1906–1915.
- 11 S.B. Kim, N.H. Yi, H.Y. Kim, J.H.J. Kim, Y.C. Song, Material and structural performance evaluation of recycled PET fiber reinforced concrete // Cement Concrete Comp. –2010. –№32. –P. 232–240.
- 12 J. Read, D. Whiteoak, The Shell Bitumen Handbook, fifth edition., Thomas Telford Publishing, London, 2003.
- 13 Grand View Research Inc, Bitumen Market Analysis and Segment Forecasts to 2020, San Francisco, 2014.
- 14 D. Lesueur, The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of bitumen modification // Adv. Colloid Interface Sci. –2009. –№145. –P.42–82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cis.2008.08.011>.
- 15 G. Polacco, J. Stastna, D. Biondi, L. Zanzotto, Relation between polymer architecture and nonlinear viscoelastic behavior of modified asphalts // Curr. Opin. Colloid Interface Sci. –2006. –№11. –P. 230–245. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cocis.2006.09.001>.
- 16 J. Zhu, B. Birgisson, N. Kringos, Polymer modification of bitumen: Advances and challenges// Eur. Polym. J. –2014. –№54. –P.18–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.02.005>

Полиэтилентерефталат қалдықтары битумның модификаторлар ретінде

Д.Қарлы, А.Қожанова, Д.Ержанова, Г.Айткалиева, М.Елубай

Аннотация. Бұл мақалада полиэтилентерефталат (ПЭТ) қалдықтарын құрылыс және жол материалдары ретінде пайдаланудың ықтимал әдістеріне шолу берілген. Әдебиеттерді шолу негізінде ПЭТ қалдықтарын БНД 100/130 маркалы битумды байланыстырғыштар үшін модификатор ретінде пайдалану мүмкіндігі белгіленді. Полимер қалдықтарының битумның физика-механикалық қасиеттеріне оң әсері атап өтілді.

Негізгі сөздер. Битум, модификаторлар, қатты тұрмыстық қалдықтар, полимерлер, полиэтилентерефталат.

Отходы полиэтилентерефталата в качестве модификаторов битума

Д.Карлы, А.Кожанова, Д.Ержанова, Г.Айткалиева, М.Елубай

Аннотация. В настоящей работе представлен обзор возможных методов применения отходов полиэтилентерефталата (ПЭТ) в качестве строительно- дорожных материалов. На основании литературного обзора установлена возможность применения отходов ПЭТ в качестве модификатора битумных вяжущих марки БНД 100/130. Отмечается положительное влияния отхода полимера на физико- механические свойства битума.

Ключевые слова. Битум, модификаторы, твердые бытовые отходы, полимеры, полиэтилентерефталат.

ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КАЗАХСТАНЕ

Г.Б. Кезембаева[✉], А.Ж. Утегенова[✉], С.А. Исаев[✉], А.А. Алданов[✉]

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

g.kezembayeva@satbayev.university

Аннотация. Статья посвящена проблемам определения качества атмосферного воздуха в Казахстане. В работе приведена сравнительная характеристика методов определения качества атмосферного воздуха в Казахстане и за рубежом. Различные страны разрабатывают и рассчитывают индексы загрязнения атмосферы, с целью информирования и предупреждения населения, оценки работы органов, контролирующих качество воздуха и подачи сигнала к активным действиям со стороны граждан. Приведена классификация Международного агентства Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по изучению рака (МАИР) загрязняющих веществ для атмосферного воздуха, которые являются канцерогенными для людей, и тесно связаны с повышенной заболеваемостью раком. В Казахстане рассчитывается комплексный индекс загрязнения атмосферы по пяти наиболее опасным загрязняющим веществам, которые вносят основной вклад в создание высокого уровня загрязнения. Выявлены недостатки существующей методики определения показателей загрязнения атмосферного воздуха в Казахстане.

Ключевые слова: Качество воздуха, индекс загрязнения атмосферы, канцерогены, здоровье населения, загрязнение атмосферы.

Современная научно-техническая революция характеризуется бурным развитием промышленности, производства электроэнергии и ростом использования всех видов транспорта. Эти процессы обуславливают возрастающее загрязнение внешней среды, что является одной из важнейших проблем общественного здравоохранения. Решение этой проблемы преследует цель не только сохранения природных ресурсов для дальнейшего экономического и социального развития страны, но прежде всего – обеспечения благоприятных санитарных условий жизни населения и предупреждение возможного вредного влияния загрязнения внешней среды на здоровье настоящего и будущих поколений. Загрязнение окружающей среды оказывает влияние на здоровье человека самыми разнообразными путями и практически может воздействовать через все сферы контакта человека с ней [1].

Согласно «Методики по формированию показателей статистики окружающей среды» в Казахстане определяется индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в населенных пунктах.

В методике определено, что «это один из показателей, характеризующих загрязнение атмосферы, наиболее часто используемых на практике - это количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы, учитывающая различие в скорости возрастания степени вредности веществ, приведенной к вредности диоксида серы, по мере увеличения превышения ПДК.

Основными показателями, характеризующими загрязнение атмосферного воздуха, являются:

- 1) выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- 2) качество атмосферного воздуха в городских населенных пунктах;
- 3) потребление озоноразрушающих веществ.

Показатель выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух свидетельствует о степени существующего и ожидаемого антропогенного воздействия выбросов вредных веществ на окружающую среду и позволяет определить степень достижения целевых значений.

Определяется степень антропогенной нагрузки на атмосферный воздух в целом, оценивается влияние на окружающую среду от стационарных и передвижных источников, в том числе по видам экономической деятельности (в частности: энергетики, транспорта, промышленности, сельского хозяйства и деятельности по обращению с отходами и другими показателями), а также от домохозяйств.

Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу формируется и определяется как сумма выбросов от стационарных и передвижных источников загрязнения.

Для стационарных источников выбросов отслеживаются данные по выбросам диоксида серы (SO₂), оксидов азота NO_x (в пересчете на диоксид азота), аммиака (NH₃), твердых частиц (ТЧ₁₀, ТЧ_{2,5} и твердых частиц (ТЧ) суммарно), оксида углерода (CO), неметановых летучих органических соединений (НМЛОС), стойких органических соединений (СО₃, включая полихлорбифенилы (ПХБ), диоксины/фураны и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)) и тяжелых металлов (прежде всего, кадмия (Cd), свинца (Pb) и ртути (Hg)), а также специфических загрязняющих веществ (хлора, фенола, бензола и их соединений).

Для передвижных источников отслеживаются выбросы оксида углерода (CO), оксидов азота NO_x (в пересчете на диоксид азота), углеводородов (CH), сажи, диоксида серы (SO₂), соединений свинца, формальдегида и бенз(а)пирена в целом и по видам транспортных средств (автомобильный, железнодорожный, воздушный, водный, дорожно-строительный транспорт)» [2].

ИЗА рассчитывается в соответствии с РД 52.04.667-2005. Для его расчета используются средние значения концентраций различных загрязняющих веществ, деленные на ПДК и приведенные к вредности диоксида серы. Комплексный ИЗА (I(n)), учитывающий n загрязняющих веществ, рассчитывается по формуле:

$$I(n) = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{ср.i}}{ПДК_{с.с.i}} \right)^{C_i},$$

где

q_{ср.i} - средняя концентрация i-го вещества;

ПДК_{с.с.i} - среднесуточная предельно допустимая концентрация i-го вещества;

C_i - коэффициент, зависящий от класса опасности i-го вещества, принимаемый по таблице 1[2].

Таблица 1 – Значение коэффициента C_i для веществ разных классов опасности

Значение C _i	Класс опасности вещества
1,5	1
1,3	2
1,0	3
0,85	4

По величине ИЗА выделяют 4 категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Категории качества атмосферного воздуха [3].

Значение ИЗА	Уровень загрязнения
ИЗА ≤ 5	низкий
5 < ИЗА < 7	повышенный
7 ≤ ИЗА < 14	высокий
ИЗА ≥ 14	очень высокий

Из анализа данных наблюдений за загрязнением атмосферы РГП «Казгидромет» выделяет 4–5 примесей, которые вносят основной вклад в создание высокого уровня загрязнения, поэтому в формуле принимается n равным 5. И определяется комплексный ИЗА по 5-ти веществам.

Исследования Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) показали, что загрязнение воздуха является причиной 7-ми миллионов смертей в год. Примерно 4,3 миллиона человек в мире ежегодно умирают в результате использования в быту органического топлива в кухонных плитах - это элементарная биомасса и уголь [4].

ВОЗ ведет разработку различных методических пособий и инструментов, таких как AirQ+ для оценки воздействия отдельных загрязняющих веществ на здоровье, Методика экономической оценки влияния на здоровье (Health Economic Assessment Tool (HEAT)), инструмент Green+ для привлечения внимания к значимости зеленых насаждений для здоровья населения, Методика оценки воздействия устойчивого транспорта на здоровье (Sustainable Transport Health Assessment Tool (STHAT)) и Инструмент комплексного моделирования воздействия транспорта на здоровье (Transport and Health Impact Modelling Tool (ITHIM)) [5].

Различные страны разрабатывают и рассчитывают подобные индексы загрязнения атмосфера, в зависимости от целей и области применения полученной информации: предупреждение населения, оценка работы органов, контролирующих качество воздуха и сигнал к активным действиям со стороны граждан [6]. [Данные](#) исследований занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ показателей контроля за состоянием ОС в различных странах

<i>Страна/ Организация</i>	<i>Показатель контроля ООС</i>	<i>периодичность расчета</i>
Евросоюз	Европейский индекс качества воздуха	ежечасно, ежедневно, ежегодно
Канада.	The Air Quality Health Index (AQHI) - индекс здоровья по качеству атмосферного воздуха	каждые 3 часа
Стандарты Агентства по охране окружающей среды США	индекс качества атмосферного воздуха (Air Quality Index – AQI).	ежечасно
Австралийское агентство ЕРА(Environmment Protection authority)	Сводный индекс качества воздуха (AQI).	О ₃ , SO ₂ , NO ₂ - ежечасно взвешенные частицы (ВЧ) – за 24 часа СО - за последние 8 часов
Великобритания	Daily Air Quality Index	ежедневно
Франция	АТМО	ежедневно
Казахстан	Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)	1 раз в год

Из таблицы видно, что индекс качества во всех странах определяется не суммарный, а по каждому загрязняющему веществу, так как по оценке Международного агентства ВОЗ по изучению рака (МАИР) загрязнение атмосферного воздуха является канцерогенным для людей, и тесно связано с повышенной заболеваемостью раком [7].

Эксперты Международного агентства исследования рака (МАИР) разработали классификацию загрязняющих веществ по различным факторам (химическим, физическим и биологическим) на канцерогенную активность по отношению к человеку. Канцерогенные вещества классифицировали по пяти категориям, представленным в таблице 4.

Таблица 4 – Классификация загрязняющих веществ по МАИР [8]

Категория	Степень воздействия на человека	Факторы воздействия
Категория 1	Канцерогенные для человека	22 агента, производственные процессы или профессиональные воздействия, а также природные факторы, по которым выявлены достоверные факторы о канцерогенности для человека. В некоторых случаях, в эту же группу относят факторы, для которых нет необходимых свидетельств о канцерогенности для человека, однако существуют убедительные доказательства канцерогенности для животных.
Категория 2 А	весьма вероятно канцерогенные для человека	20 агентов, для которых существуют ограниченные факторы (или их недостаточно) доказывающие канцерогенность для человека, и достаточные факты доказывающие канцерогенность для животных
Категория 2 В	вероятно канцерогенные для человека	90 агентов, для которых существуют ограниченные факторы (или их недостаточно) в пользу канцерогенности для человека, и почти доказанные факторы в пользу канцерогенности для животных
Категория 3	не классифицируемые как канцерогенные для человека	факторы, для которых недостаточно данных в пользу канцерогенности для человека и существуют ограниченные данные в пользу канцерогенности для животных
Категория 4	не канцерогенные для человека	факторы, для которых существуют убедительные доказательства отсутствия канцерогенности для человека (к таким факторам эксперты МАИР отнесли пока лишь вещество капролактam)

Например, в настоящее время известно 22 вещества, относящихся к 1 категории (включая группы химических веществ, а также их смеси), которые рассматриваются как профессиональные канцерогены (без учёта пестицидов и лекарств, которые установлены как канцерогены для человека). Перечень этих веществ приведен в таблице 5.

Проведя данный анализ можно сделать следующие выводы: для Казахстана рассчитывается комплексный ИЗА по 5-ти веществам и является показателем длительного (хронического) загрязнения атмосферного воздуха в городе, и величина его сигнализирует о вреде, наносимом здоровью населения в целом. В то время как в соответствии с классификацией МАИР каждое вещество оказывает вредное воздействие на организм человека в определенной области. И расчет необходимо производить по каждому конкретному веществу.

Данные таблицы 3 показывают, что частота расчета показателей загрязнения атмосферы в зарубежных странах проводится ежечасно. В то время как в Казахстане мы рассчитываем

эти же показатели раз в год. Что не дает полную картину состояния атмосферного воздуха в городах и не позволяет определить степень воздействия концентрации того или иного вещества на здоровье населения.

Данные полученные в результате расчета ИЗА публикуются в Национальном докладе о состоянии окружающей среды. Доклады выпускаются с опозданием на 1,5-2 года ввиду обработки большого количества данных. И здесь уже не идет речь о своевременности поступившей информации.

Таблица 5 - Категория 1- химические канцерогены для людей [9].

Канцерогены	Органы-мишени человека	Основная область применения
4 - аминобифенил	Мочевой пузырь	Резиновое производство
Мышьяк и его соединения	Лёгкие, кожа	Производство стекла, металлов, пестицидов
Асбест	Лёгкие, плевра, брюшина	Производство изоляционных и фильтрующих материалов, текстиля
Бензин	Кроветворение (Лейкемия)	Производство растворителей, топлив
Бензидин	Мочевой пузырь	Производство красок, лабораторных реактивов
Бериллий и его соединения	Лёгкие	Аэрокосмическая и металлургическая промышленность
Двухлорметил	Лёгкие	Производство химического промежуточного субпродукта
Технический хлорметил метилэфир	Лёгкие	Производство химического промежуточного субпродукта
Кадмий и его компоненты	Лёгкие	Производство красок
Компоненты хрома	Носовая полость, лёгкие	Гальванопокрытие, красящее производство
Угольная смола	Кожа, лёгкие, мочевой пузырь	Производство строительных материалов, электродов
Угольная смола	Кожа, лёгкие	Производство топлива
Этиленоксид	Кроветворение (Лейкемия)	Производство химического промежуточного субпродукта стерилизация
Минеральные масла: не обработанные и слабо обработанные	Кожа	Производство смазочных материалов
Иприт (серный иприт)	Глотка, лёгкие	Производство отравляющих веществ
2 - нафтиламин	Мочевой пузырь	Красящее производство
Компоненты никеля	Носовая полость, лёгкие	Металлургия, сплавы
Сланцевое масло	Кожа	Производство смазочных материалов и топливо
Сажа	Кожа, лёгкие	Производство красителей
Тальковые составные асбестоформных волокон	Лёгкие	Производство бумаги красок
Винилхлорид	Печень, лёгкие, кровеносные сосуды	Производство пластмасс, мономеров
Древесная пыль	Носовая полость	Деревообрабатывающая промышленность

Анализируя все вышесказанное необходимо производить расчет ИЗА по каждому отдельно взятому веществу, что позволит определять степень его воздействие на здоровье населения в городах Казахстана и увеличить частоту этих расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ). Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5 – С. 20-31
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2019 год.
3. Методики по формированию показателей статистики окружающей среды. Приказ и.о. Председателя Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан от 25 декабря 2015 года № 223. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 26 января 2016 года № 12931.
4. <https://news.un.org/ru/story/2014/11/1252951>.
5. [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
6. <http://auagroup.kz/vozduh-v-almaty/pokazateli-kachestva-vozdukha-iza.html>.
7. [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
8. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РФ. Руководство по применению критериев классификации опасности химической продукции по воздействию на организм. Канцерогенность. 2019г.
9. <http://base.safework.ru/iloenc?d&nd=857000942&prevDoc=857400121>

Қазақстандағы атмосфералық ауаның сапасын анықтау мәселесі.

Г.Б. Кезембаева, А.Ж. Өтегенова, С.А. Исаев, А.А. Алданов

Андатпа. Мақала Қазақстандағы атмосфералық ауаның сапасын анықтау мәселелеріне арналған. Жұмыста Қазақстандағы және шетелдегі атмосфералық ауаның сапасын анықтау әдістерінің салыстырмалы сипаттамасы келтірілген. Әр түрлі елдер халықты ақпараттандыру және ескерту, ауа сапасын бақылайтын органдардың жұмысын бағалау және азаматтардың белсенді әрекеттеріне сигнал беру мақсатында атмосфераның ластану индекстерін әзірлейді және есептейді. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) адамдар үшін канцерогенді болып табылатын және қатерлі ісік ауруының жоғарылауымен тығыз байланысты атмосфералық ауаны ластайтын заттардың қатерлі ісігін зерттеу жөніндегі халықаралық агенттігінің (ҚІЗЖХА) жіктелуі келтірілген. Қазақстанда ластанудың жоғары деңгейін құруға негізгі үлес қосатын аса қауіпті бес ластаушы зат бойынша атмосфераның ластануының кешенді индексі есептеледі. Қазақстандағы атмосфералық ауаның ластану көрсеткіштерін анықтаудың қолданыстағы әдістемесінің кемшіліктері анықталды.

Негізгі сөздер: Ауаның сапасы, атмосфераның ластану индексі, канцерогендер, халықтың денсаулығы, атмосфераның ластануы.

The problem of determining the quality of atmospheric air in Kazakhstan.

G.B. Kezembayeva, A.Zh. Utegenova, S.A. Issayev, A.A. Aldanov

Abstract. The article is devoted to the problems of determining the quality of atmospheric air in Kazakhstan. The paper presents a comparative characteristic of methods for determining the quality of atmospheric air abroad and in Kazakhstan. Various countries develop and calculate air pollution indices in order to inform and warn the population, evaluate the work of air quality control bodies and signal citizens to take action. The classification of pollutants for atmospheric air, which are carcinogenic to humans, and are closely associated with an increased incidence of cancer, is given by the International Agency of the World Health Organization (WHO) for Research on Cancer (IARC). In Kazakhstan, a comprehensive index of atmospheric pollution is calculated for the five most dangerous pollutants, which make the main contribution to the creation of a high level of pollution. The shortcomings of the existing methodology for determining pollution indicators are revealed.

Keywords: Air quality, atmospheric pollution index, carcinogens, public health, atmospheric pollution.

НАПРАВЛЕНИЕ: «ЭНЕРГЕТИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ»

СЕКЦИЯ: «ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ»

ВЫБОР СХЕМ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИНВЕРТОРОВ ТОКА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ

Н.К. Алмуратова^{id}, Э. Игибаева^{id}

Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева,

Казахстан, г. Алматы

nur0577@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные возможности схем автономных энергоэффективных инверторов для применения в насосных агрегатах многодвигательных электроприводов с меняющимся в процессе работы количеством двигателей.

В статье рассматривается схема АИТ (автономный инвертор тока) с коммутирующими тиристорами (АИТ с фазным узлом коммутации). Электромагнитные процессы в схемах АИТ с ОД (отсекающий диод) и АИТ с КТ (коммутирующий тиристор) при одинаковых значениях эквивалентной емкости узла коммутации идентичны. Исследование способов оптимизации параметров преобразователей частоты, с целью улучшения технико-экономических показателей преобразователей частоты. Усложнение системы управления в части формирователей импульсов. Усложнение происходит как за счет увеличения общего количества тиристоров, так и за счет необходимости подачи на основной тиристор широкого импульса (поскольку время перезаряда конденсаторов λ меняется с изменением нагрузки).

Ключевые слова: асинхронный двигатель, инвертор тока, насосный агрегат, электромагнитные процессы.

В статье рассматривается схема АИТ (автономный инвертор тока) с коммутирующими тиристорами (АИТ с фазным узлом коммутации). Электромагнитные процессы в схемах АИТ с ОД (отсекающий диод) и АИТ с КТ (коммутирующий тиристор) при одинаковых значениях эквивалентной емкости узла коммутации идентичны.

Оценим достоинства схемы.

I. В схеме АИТ с ОД 6-ть конденсаторов емкостью

$$\text{II. } C_1 = \frac{C_{\kappa}}{1,5}$$

Суммарная емкость в схеме

$$C_{\Sigma} = 6C_1 = 4C_{\kappa}$$

В схеме АИТ с КТ 3 конденсатора емкостью

$$C_1 = C_{\kappa}$$

Суммарная емкость в схеме

$$C_{\Sigma} = 3C_1 = 3C_{\kappa}$$

Таким образом, при одинаковых значениях эквивалентной емкости узла коммутации суммарная установленная мощность конденсаторов в схеме АИТ с КТ на 25% меньше, чем в схеме АИТ с ОД.

2. Поскольку схема АИТ с КТ имеет фазный узел коммутации, то условие завершённости коммутационных процессов запишем в виде:

$$\lambda + \gamma \leq \pi. \quad (1)$$

После преобразований с учетом уравнений главы 1 получаем:

$$\frac{\sqrt{x_c}}{\alpha} > \frac{\frac{24}{\pi} \cdot \frac{x_0^2}{x_2} \cdot \cos^2 \theta}{\sqrt{(1 + \frac{\pi}{2})^2 \cdot 2x'_1 + \frac{48x_0^2}{x_2} \cdot \cos^2 \theta - (1 + \frac{\pi}{2}) \cdot \sqrt{2x'_1}}} \quad (2)$$

или

$$\frac{\sqrt{x_c}}{\alpha} > \frac{1}{2\pi} \left[\sqrt{(1 + \frac{\pi}{2})^2 \cdot 2x'_1 + \frac{48x_0^2}{x_2} \cdot \frac{1}{1 + \beta_2^2}} - (1 + \frac{\pi}{2}) \cdot \sqrt{2x'_1} \right]. \quad (3)$$

Зависимость $\frac{\sqrt{x_c}}{\alpha} = f(\beta_2)$ для АИТ с КТ в соответствии с (3.5) приведена на рисунке 1

кривая 1, где также показана соответствующая зависимость $\frac{\sqrt{x_c}}{\alpha} = f(\beta_2)$ для АИТ с ОД кривая 2.

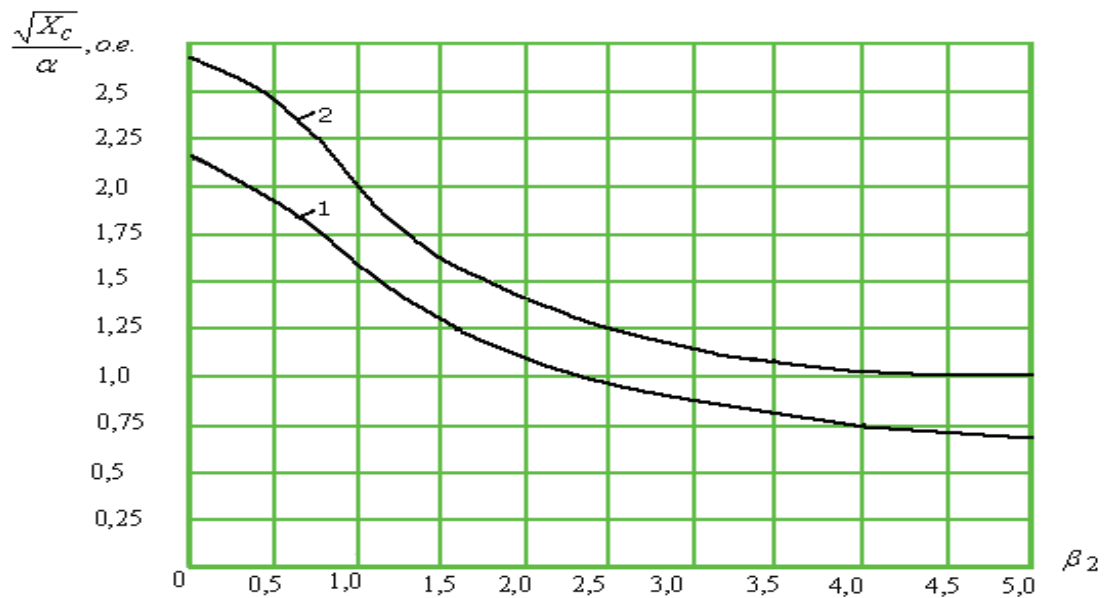


Рисунок 1 – Граничные значения $\frac{\sqrt{x_c}}{\alpha}$ по условию завершенности коммутационных процессов для схемы АИТ с КТ (кривая 1) и АИТ с ОД (кривая 2).

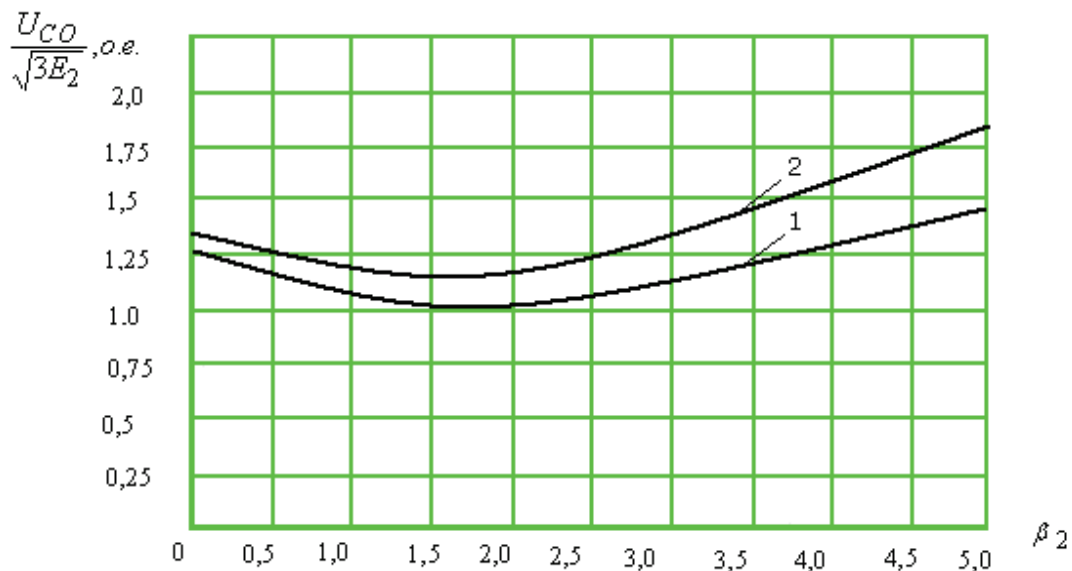


Рисунок 2— Зависимости $\frac{U_{CO}}{\sqrt{3}E_2} = f(\beta_2)$ для АИТ с КТ (кривая 1) и АИТ с ОД (кривая 2).

Режиму холостого хода ($\beta_2 = 0$) соответствует значение $\frac{\sqrt{x_c}}{\alpha} = 2,156$, однако принять следует несколько большее значение $\frac{\sqrt{x_c}}{\alpha} = 2,192$, соответствующее максимуму кривой I на рисунке, поскольку условие (1.22) желательно не нарушать. При этом коэффициент перенапряжений на двигателе $\frac{U_{CO}}{\sqrt{3}E_2}$ в режиме номинальной нагрузки ($\beta_2 = 3$) равен 1,11, а для схемы АИТ с ОД - 1,3 (соответственно кривые 1 и 2 на рисунке 2).

Таким образом, в схеме АИТ с КТ может быть получено некоторое снижение коммутационных перенапряжений, однако достигается это при существенных недостатках схемы:

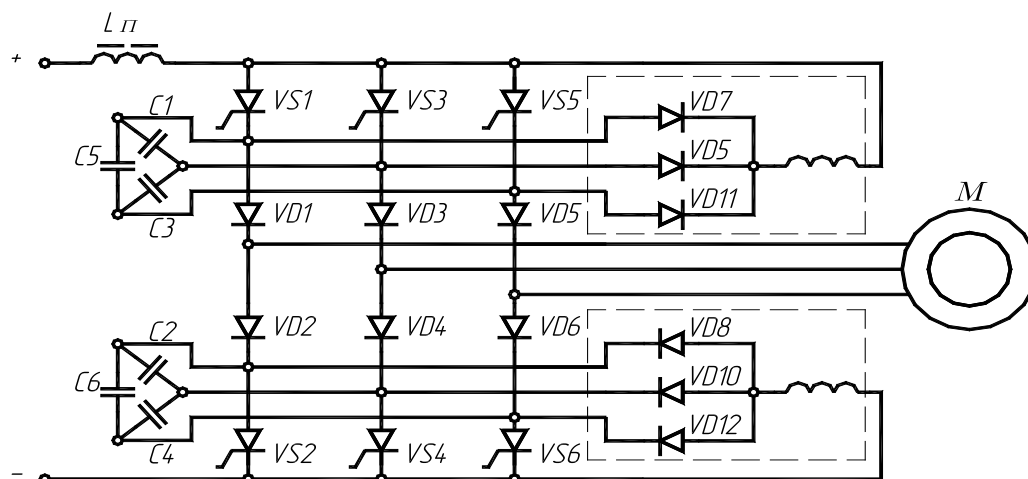
1. Усложнение системы управления в части формирователей импульсов. Усложнение происходит как за счет увеличения общего количества тиристоров, так и за счет необходимости подачи на основной тиристор широкого импульса (поскольку время перезаряда конденсаторов λ меняется с изменением нагрузки).

2. Усложнение системы управления в части схемы пуска. Усложнение происходит из-за необходимости формирования при пуске алгоритма включения тиристоров, отличного от рабочего алгоритма.

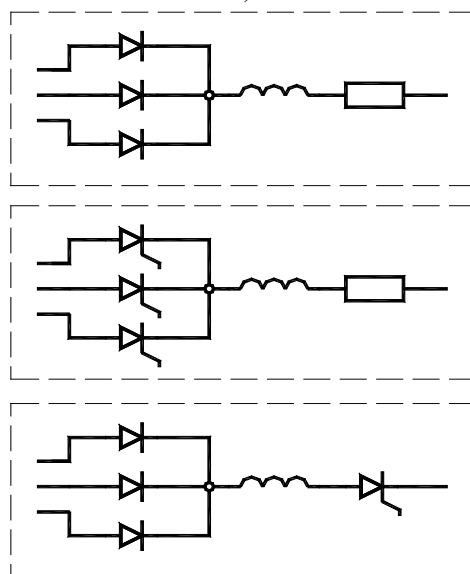
3. Необходимость использования тиристоров высокого класса по напряжению (класс основных тиристоров АИТ с КТ соответствует классу диодов в схеме АИТ с ОД). При этом отмечаем, что серийно выпускаемые промышленностью диоды обычно имеют более высокий класс, чем тиристоры.

4. В отличие от схемы АИТ с ОД в данной схеме принципиально невозможно формирование режима ШИМ - тока, который является эффективным средством расширения нижней границы частотного диапазона АИТ.

Рассмотрим ещё две группы схем АИТ: с двухступенчатой коммутацией и ускоренным перезарядом коммутирующих конденсаторов (рис.3) и классификационную группу АИТ с трехступенчатой коммутацией (рисунок 4 и 5).



а)



б)

Рисунок 3 – Схема АИТ с ускоренным перезарядом конденсаторов а и ее варианты б

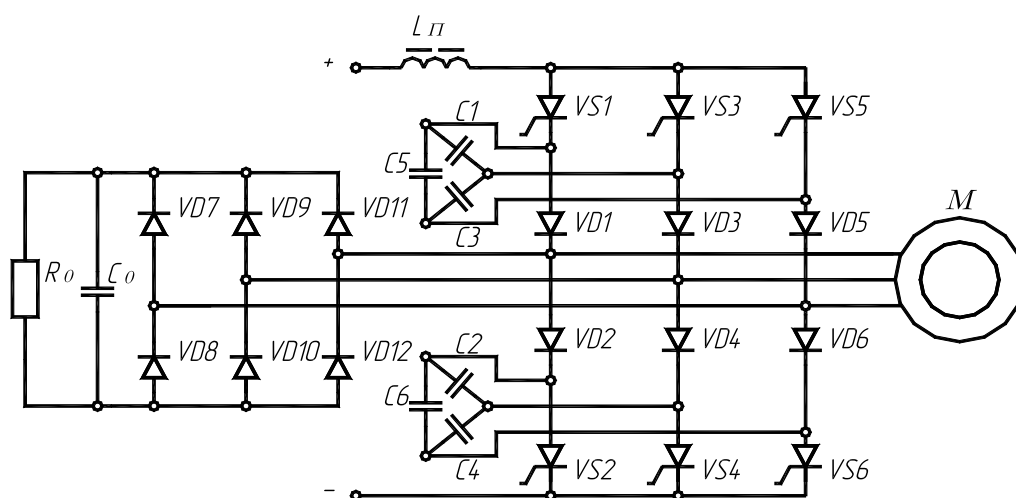


Рисунок 4 – Схема АИТ с диодным мостом и RC – ограничителем напряжения

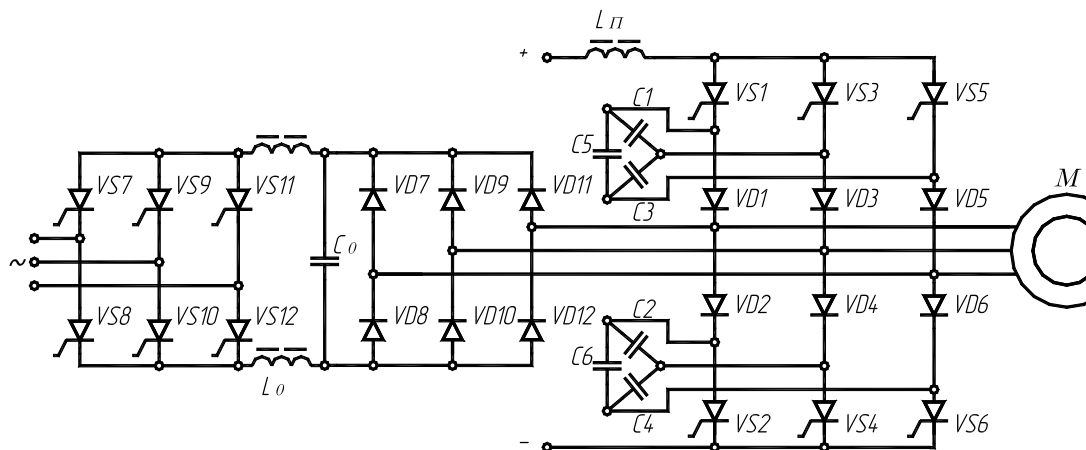


Рисунок 5 – Схема АИТ с диодным мостом и тиристорным ограничителем напряжения

При резком различии схемотехнических решений эти две группы схем предназначены для использования в одинаковых целях – для многодвигательных электроприводов с меняющимся в процессе работы количеством двигателей. Для АИТ с трехступенчатой коммутацией поставленная цель достигается благодаря использованию коммутирующих конденсаторов малой емкости, которые не будут избыточными даже при отключении части нагрузки. А коммутационные перенапряжения, величина которых может быть большой из-за малой емкости конденсаторов, остаются на допустимом уровне благодаря наличию устройств ограничения перенапряжений. Для АИТ с ускоренным перезарядом емкость коммутирующих конденсаторов велика и большие коммутационные перенапряжения не возникают. А недопустимое затягивание коммутационных процессов при отключении части нагрузки исключается благодаря наличию устройств ускоренного перезаряда.

При этом поставленная цель и в том, и в другом случае достигается за счет существенного усложнения силовой схемы. В связи с изложенным, применение АИТ с ускоренным перезарядом и АИТ с трехступенчатой коммутацией не представляется перспективным. Наиболее эффективным способом снижения вдвое установленной мощности коммутирующих конденсаторов с одновременным улучшением гармонического состава выходного тока инвертора является использование эквивалентных многофазных схем, в частности перспективной представляется схема с двумя ПЧ на базе ИТ, работающими на общую обмотку двигателя.

Выводы

Исследование способов оптимизации параметров преобразователей частоты, с целью улучшения технико – экономических показателей ПЧ ИТ, проведенное в настоящем разделе, позволяет сделать следующие выводы:

- Эффективным способом снижения вдвое установленной мощности коммутирующих конденсаторов с одновременным улучшением гармонического состава выходного тока инвертора является использование эквивалентных многофазных схем. Наиболее перспективной представляется схема ПЧ на базе ИТ, работающими на общую обмотку двигателя.

- Для электроприводов с постоянной длительной нагрузкой (насосы, вентиляторы и др.) снижение коммутационных перенапряжений за счет увеличения емкости конденсаторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mustafin, M., Almuratova, N. Calculation of transient processes of electric drives of centrifugal mechanisms. International Journal of Pharmacy and Technology, 2016, 8(3), p. 17745–17756.
- [2] И.М. Постников. Проектирование электрических машин [Мэтин] // . – Киев:2019.
- [3] И.П. Копылов. Проектирование электрических машин [Мэтин] // . М.: Юрайт, 2021.

[4] Д.Е. Сембин. Оптимизация геометрии статора энергосберегающего асинхронного двигателя частотно-регулируемого привода насоса нефтеперекачивающей станции [Мәтін] // Сб. научных трудов по материалам второй международной научно-технической конференции АИЭС, Алматы: 2000.

[5] В.С. Новокшенов, Д.Е. Сембин. Энергосберегающий асинхронный двигатель провода насоса [Мәтін] // Сб. «Энергетика и топливные ресурсы Казахстана», №2, Алматы: 2000.

Сорғы қондырғыларында пайдалану үшін автономды энергияны үнемдейтін ток инверторларының сұлбаларын таңдау

Н.К. Алмуратова^{id}, Ә. Игибаева^{id}

Аңдатпа. Бұл мақалада жұмыс кезінде өзгертін бірнеше қозғалтқыштары бар көп қозғалтқышты электр жетектерінің сорғы қондырғыларында қолдануға арналған автономды энергияны үнемдейтін инверторлық тізбектердің негізгі ерекшеліктері қарастырылады.

Мақалада коммутациялық тиристорлары бар АІТ тізбегі (автономды ток инверторы) (фазалық коммутациялық блокпен АІТ) қарастырылады. ОД (ажыратқыш диод) бар АІТ және СТ (ауыстырғыш тиристор) бар АІТ тізбектеріндегі электромагниттік процестер коммутациялық блоктың эквиваленттік сыйымдылығының бірдей мәндері үшін бірдей. Жиілік түрлендіргіштердің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсарту мақсатында, жиілікті түрлендіргіштердің параметрлерін оңтайландыру жолдарын зерттеу. Басқару жүйесінің импульстік пішіндеуіштер тұрғысынан күрделенуі. Асқыну тиристорлардың жалпы санының көбеюінен де, негізгі тиристорға кең импульс беру қажеттілігінен де (конденсаторлардың λ қайта зарядталуы уақыты жүктемеге байланысты өзгертіндіктен) туындайды.

Негізгі сөздер: асинхронды қозғалтқыш, ток инверторы, сорғы қондырғысы, электромагниттік процестер.

Selection of schemes of autonomous energy-efficient current inverters for use in pumping units

N.K. Almuratova^{id}, A. Igibayeva^{id}

Abstract. This article discusses the main features of autonomous energy-efficient inverter circuits for use in pumping units of multi-motor electric drives with a number of motors that change during operation.

The article discusses the AIT circuit (autonomous current inverter) with switching thyristors (AIT with a phase switching unit). Electromagnetic processes in the circuits of AIT with OD (cut-off diode) and AIT with CT (switching thyristor) are identical for the same values of the equivalent capacitance of the switching unit. Study of ways to optimize the parameters of frequency converters, in order to improve the technical and economic performance of frequency converters. Complication of the control system in terms of pulse shapers. The complication occurs both due to an increase in the total number of thyristors, and due to the need to supply a wide pulse to the main thyristor (since the recharge time of the capacitors λ varies with the load).

Keywords: asynchronous motor, current inverter, pump unit, electromagnetic processes.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Н.К. Алмуратова^{id}, К. Қайратқызы^{id}

Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева,

Казахстан, Алматы

nur0577@mail.ru

Аннотация. В статье приводится регулируемая, линеаризованная замкнутая по скорости система «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель», дается математическое описание и программа расчета параметров системы управления, обеспечивающие снижение потребления электроэнергии.

Графики переходного процесса скорости асинхронного двигателя, полученные в результате использования разработанной методики, идентичны с реальными процессами.

Оптимизация режимов работы многих видов механизмов и устройств достигается при обеспечении возможности регулирования их скорости вращения в зависимости от технологических требований. Большинство общепромышленных механизмов (насосы, вентиляторы, транспортеры, подъемники, экструдеры и т.п.) оборудованы нерегулируемым асинхронным электроприводом и для них актуальным является замена его на частотно - регулируемый электропривод с преобразователем частоты (ПЧ).

Таким образом, в условиях современного рынка по-прежнему актуальной является задача производства простых объектно-ориентированных ПЧ, не требующих применения сложного дорогостоящего оборудования для своего изготовления.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, инвертор тока, насосный агрегат, электромагнитные процессы.

В то же время, наиболее массовое распространение получили электроприводы, работающие в простейших режимах поддержания на заданном уровне конкретного технологического параметра с достаточно невысокими требованиями. В этих электроприводах, работающих в продолжительном режиме, целесообразно использование простейших ПЧ со скалярной системой управления, не имеющих аппаратной и программной избыточности, которые требуют минимальных затрат на производство и эксплуатацию. ПЧ со скалярным управлением построен по схеме «неуправляемый выпрямитель – фильтр звена постоянного тока – автономного инвертора напряжения (АИН) с широтно-импульсным модуляции (ШИМ).

Таким образом, в критериях передового рынка по-прежнему актуальной считается задача производства простых объектно-ориентированных ПЧ, никак не требующих применения сложного дорогостоящего оборудования для своего изготовления.

Однако из практики эксплуатации систем преобразователь частоты – асинхронный двигатель (АД), построенных по подобной схеме со скалярной системой управления, известна склонность этих систем к раскачиванию (автоколебаниям). Принципиальная возможность раскачивания основных электрических и механических координат этого электропривода (напряжение на звене постоянного тока, токи статора, частота вращения и т.п.) физически объясняется наличием и взаимодействием в системе накопителей энергии равноценной мощности (силовой фильтр и двигатель).

На практике наибольшее применение нашел способ коррекции с помощью гибкой отрицательной обратной связи по напряжению конденсатора фильтра звена постоянного тока

Именно этот способ устраняет колебания во всем диапазоне частот регулирования и не требует применения дополнительных датчиков тока, позволяя использовать только датчик напряжения звена постоянного тока, всегда имеющийся в системе и используемый также для осуществления функций защиты.

Однако процесс наладки ПЧ со скалярным управлением требует знания и установки требуемого значения коэффициента гибкой обратной связи, при котором обеспечивается устойчивость. В настоящее время нет пригодных для практики методов расчета этого коэффициента. Сегодня процесс наладки является эмпирическим и заключается в экспериментальном нахождении требуемого значения коэффициента гибкой обратной связи, при котором амплитуда автоколебаний напряжения минимальна. Такой процесс наладки

преобразователя частоты требует участия высококвалифицированного персонала и наличия измерительных приборов, позволяющих фиксировать колебания напряжения.

Все выше отмеченное позволяет сделать вывод об актуальности автоматизации процесса наладки системы управления рассматриваемого электропривода для обеспечения его устойчивости. Поэтому ставится цель разработки адаптивной системы управления ПЧ с самоподстройкой контура гибкой отрицательной обратной связи по напряжению звена постоянного тока.

Для достижения поставленной цели должны быть поставлены и решены следующие задачи:

- разработка математической модели системы управления электропривода;
- синтез адаптивной системы управления электропривода;
- разработка элементов аппаратной реализации системы управления;
- разработка алгоритмов и рабочих программ адаптивной системы управления электропривода;

В разделе проведен анализ элементов силовой части системы и степени их влияния на устойчивость с целью выявления элементов и параметров, которыми нельзя пренебречь. Проведен анализ структуры управляющей части системы с целью полноценного отражения этой части в модели. Проведен предварительный общий обзор применимых в нашем случае методов адаптации с целью построения математической модели, которая не накладывает ограничений на процесс поиска структур и алгоритмов адаптации. Выбрана удобная и адекватная компьютерная программа, которая позволяет эффективно реализовать математическую модель, и явилась удобным инструментом синтеза.

На рисунке 1 представлена функциональная схема электропривода ПЧ - АД со скалярным управлением. Данный электропривод построен по схеме «неуправляемый выпрямитель – фильтр звена постоянного тока – АИН с ШИМ». Блок управления ПЧ реализован на базе 8 разрядного микропроцессора, что в свою очередь позволяет значительно упростить и удешевить производство ПЧ при вполне конкурентоспособных его характеристиках [1].

Данный ПЧ ориентирован на применение в качестве электропривода общепромышленных механизмов с простыми требованиями к качеству регулирования, к которым можно отнести насосы, вентиляторы, транспортеры, мешалки и т.п., как правило, выполненных на основе асинхронных короткозамкнутых двигателей (АД), работающих в длительных режимах при сравнительно невысоких требованиях к быстродействию. Основные задачи регулирования при этом сводятся к оптимизации рабочих режимов в зависимости от технологических параметров, в том числе – с целью энергосбережения, и обеспечению плавности переходных процессов.

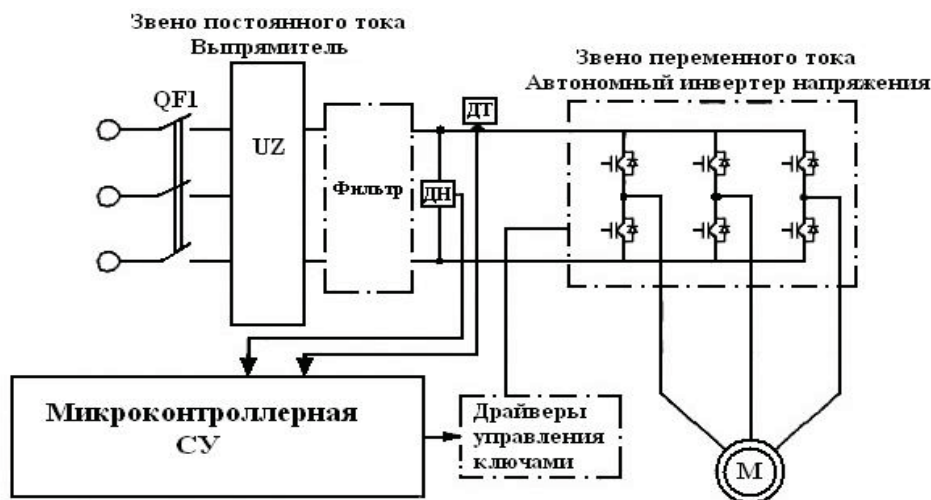


Рисунок 1 – Функциональная схема ПЧ - АД со скалярным управлением

На практике наибольшее применение отыскал метод устранения с помощью гибкой отрицательной обратной связи по напряжению конденсатора фильтра звена постоянного тока. Конкретно данный метод применен в схеме приведенной на рисунке 1. Схема позволяет устранять колебания во всем диапазоне частот регулирования и не требует применения дополнительных датчиков тока, позволяя применять лишь датчик напряжения звена постоянного тока, всегда имеющийся в системе и применяемый еще для осуществления функций защиты.

На рисунке 2 приведена осциллограмма напряжения звена постоянного тока, иллюстрирующая влияние отрицательной гибкой обратной связи на устойчивость системы.



Рисунок 2 - Осциллограмма напряжения звена постоянного тока

При разработке модели был найден компромисс между тенденцией максимального упрощения математического описания и опасностью такого упрощения, когда модель никак не позволит адекватно представить главные процессы, элементы и параметры системы, определяющие получение желаемых характеристик этой системы. Потому в процессе разработки модели был проведен многосторонний анализ структуры и характеристик рассматриваемой системы, а в частности:

- анализ элементов силовой части системы и степень их влияния на устойчивость с целью выявить элементы и параметры, которыми нельзя пренебречь.
- анализ структуры управляющей части системы с целью полноценного отражения этой части в модели.
- анализ применимых в нашем случае методов адаптации с целью построения математической модели, которая не наложит ограничения на процесс поиска структур и алгоритмов адаптации.
- Необходимо выбрать удобную и адекватную компьютерную программу, которая позволила бы эффективно реализовать математическую модель и являлась бы удобным инструментом синтеза.

В соответствии с изложенным ниже приводится анализ элементов силовой части системы и структуры управляющей части системы, а также проведен предварительный общий обзор применимых в нашем случае методов адаптации и осуществлен выбор удобной и адекватной компьютерной программы.

После возведения математических моделей отдельных блоков системы ПЧ-АД, была получена математическая модель всей системы ПЧ-АД в целом. Блоки, описывающие систему управления и асинхронный двигатель, как динамических объектов управления, на рисунке 3 показаны символически, а доскональное их описание приведено выше.

Сопоставим рассмотренные нами принципы с возможностями исследуемой системы. Настройка параметра контура коррекции колебаний в исследуемой системе осуществляется с помощью пульта управления. В процессе наладки оператор осуществляет эмпирический подбор коэффициента усиления гибкой обратной связи, значение которого хранится в регистре памяти и изменяется путем нажатия соответствующей кнопки пульта управления. Данный подбор заключается в экспериментальном нахождении требуемого значения коэффициента гибкой обратной связи, при котором амплитуда автоколебаний напряжения

минимальна. Для контроля напряжения звена постоянного тока требуется наличие измерительных приборов, позволяющих фиксировать колебания напряжения.

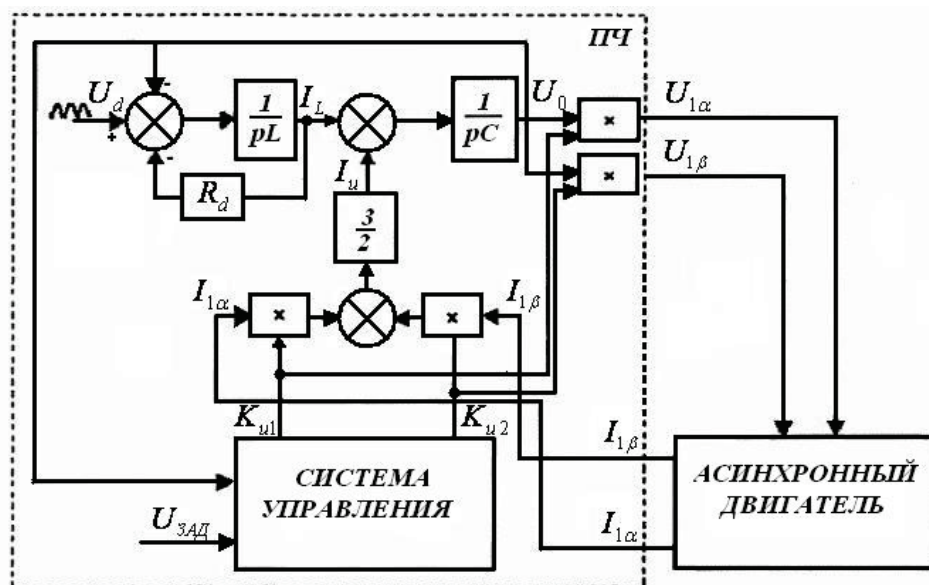


Рисунок 3 - Математическая модель системы ПЧ-АД

В качестве измерительного прибора может использоваться осциллограф. Оператор определяет наличие колебаний напряжения, после чего с помощью кнопок пульта осуществляет пошаговый подбор коэффициента гибкой обратной связи. После каждого шага изменения коэффициента оператору необходимо фиксировать изменение напряжения звена постоянного тока. При приближении к оптимальному значению коэффициента оператор фиксирует уменьшение амплитуды колебаний напряжения звена постоянного тока. На определенном шаге подбора коэффициента гибкой обратной связи амплитуда колебаний напряжения становится равной колебаниям в статическом режиме, обусловленным пульсациями выпрямленного напряжения. После этого полученное значение коэффициента гибкой обратной связи запоминается в системе.

Нужным условием работы рассматриваемой системы считается наличие экстремума в функции показателя качества от управляемого параметра в допустимой области изменений данного параметра. Управляемым параметром в данном случае считается коэффициент гибкой обратной связи.

Легко заметить, что эмпирический подбор коэффициента гибкой обратной связи контура коррекции колебаний напряжения звена постоянного тока, проводимый наладчиком, является поисковым процессом. Таким образом, и разрабатываемая СУ должна реализовывать подобного рода поиск оптимального значения коэффициента обратной связи, т.е. другими словами, должна быть поисковой.

Эффективность алгоритма движения к экстремуму в поисковой системе зависит от таких факторов, как быстродействие и точность поиска экстремума.

Математические методы моделирования принято разделять на аналитические и методы имитационного моделирования. Аналитические методы подразумевают необходимую аналитическую связь между всеми параметрами и переменными, как правило, это методы, основанные на решении систем дифференциальных уравнений или методы на основе рядов Фурье и Уолша, вероятностные методы. Они весьма удобны для анализа простых систем, но с ростом числа взаимовлияющих элементов математическое описание объекта исследования многократно усложняется. Поэтому приходится вводить допущения о функционировании объекта, упрощающие математическое описание, и как следствие также упрощать систему и снижать точность модели [2,3,4].

Имитационное моделирование используется для исследования объектов в системах практически любой сложности. Для получения зависимостей, характеризующих свойства объекта, требуется проведение модельного эксперимента. К немаловажным достоинствам данного метода можно отнести возможность наблюдения за процессом во времени.

Основные требования, предъявляемые к разработанным моделям:

- полнота (достоверность и точность);
- максимальное приближение структуры модели к структуре реального объекта;
- модульное построение.

Имитационная среда *Simulink* пакета *Matlab* с обширными библиотеками стандартных элементов, неограниченными возможностями по созданию собственных блоков и подсистем, удобный интерфейс моделирования и визуализации результатов для пользователя создает широкие возможности для синтеза моделей сложных электромеханических систем. Данная имитационная среда на сегодняшний день является общепризнанной в учебной, инженерной и научной сфере, поэтому разработанные в ней модели могут быть рассчитаны на широкий круг пользователей, и найти различное применение.

Разработка имитационной модели электропривода в среде *Simulink* позволит изучать статические и энерго процессы в системе с учетом параметров и реализации системы управления и конкретного преобразователя частоты, аналогичных реально существующим объектам.

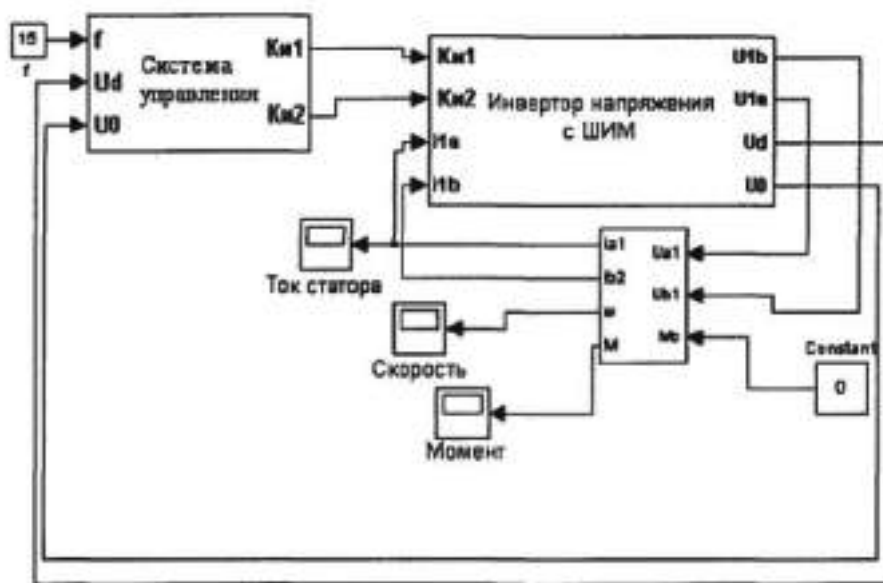


Рисунок 5 - Структура модели электропривода

На рисунке 5 приведена общая структура модели электропривода в блоках *Simulink*. Модель выполнена по блочно-модульному принципу и полностью отражает предлагаемую структуру управления электроприводом.

Вывод

1. Предложены математическое описание и структура модели исследуемой системы, которые позволяют эффективно решать задачу синтеза алгоритма адаптации.

2. Показано, что эффективным направлением синтеза рассматриваемой адаптивной системы является построение алгоритма поискового типа, причем необходимым условием успешного синтеза является наличие экстремума у функциональной зависимости показателя колебательности системы от коэффициента гибкой обратной связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самдлер А.С., Сарбатов Р.С., Керимбаев А.А., Богаченко Д.Д., - Авто колебания в разомкнутой системе преобразователь частоты – Асинхронный двигатель. Труды МИ. Автономный электропривод промышленных установок., ВЫП. 223,1975,С.26-30.
2. Сарбатов Р.С., - Исследований автоколебаний в системе преобразователя частоты, Труды МИ. ВЫП 477,1980,С.25-29.
3. Никифоров А.Д., Применение восьми разрядных микро контроллеров класса (MOTOR CONTROL) в системе управления частотно регулируемого электропривода. // электропривод и система управления – М.,МИ,2003.-труды МИ. выпуск 679.-С.74-84.
4. Система управления энергосберегающих электроприводов общепромышленных механизмов, Богаченко Д.Д., Кубрявцев А.В., Ладыгин А.Н., и другие. // Электротехника. – 2002 - №5. – С. 2-7.

Айнымалы жиілікті жетек үшін адаптивті басқару жүйесі

Н.К. Алмуратова^{id}, К. Қайратқызы^{id}

Андатпа: Мақалада «Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» реттелетін, желілік жылдамдықты жабық жүйе қарастырылған, электр энергиясын тұтынуды азайтуды қамтамасыз ететін басқару жүйесінің параметрлерін есептеудің математикалық сипаттамасы мен бағдарламасы берілген.

Әзірленген әдістемені қолдану нәтижесінде алынған асинхронды қозғалтқыш жылдамдығының өтпелі процесінің графиктері нақты процестермен бірдей.

Механизмдер мен құрылғылардың көптеген түрлерінің жұмыс режимдерін оңтайландыру олардың айналу жылдамдығын технологиялық талаптарға байланысты басқару мүмкіндігін қамтамасыз ету арқылы жүзеге асырылады. Жалпы өндірістік механизмдердің көпшілігі (сорғылар, желдеткіштер, конвейерлер, көтергіштер, экструдерлер және т.б.) реттелмейтін асинхронды электр жетегімен жабдықталған және олар үшін жиілікті түрлендіргіші бар жиілікті басқарылатын электр жетегімен ауыстыру маңызды (ФК).

Осылайша, қазіргі заманғы нарық жағдайында оларды жасау үшін күрделі қымбат жабдықтарды пайдалануды қажет етпейтін қарапайым объектіге бағытталған ФК шығару міндеті әлі де өзекті болып табылады.

Негізгі сөздер: асинхронды қозғалтқыш, ток инверторы, сорғы қондырғысы, электромагниттік процестер.

Adaptive control system of frequency-controlled electric drive

N.K. Almuratova^{id}, K. Kairatkyzy^{id}

Abstract. The article provides an adjustable, linearized speed-closed system "Frequency converter - asynchronous motor", give a mathematical description and a program for calculating the parameters of the control system, providing a reduction in electricity consumption.

The graphs of the transient process of the speed of an asynchronous motor, obtained as a result of using the developed technique, are identical to real processes.

Optimization of the operating modes of many types of mechanisms and devices is achieved by providing the ability to control their rotation speed depending on the technological requirements. Most of the general industrial mechanisms (pumps, fans, conveyors, hoists, extruders, etc.) are equipped with an unregulated asynchronous electric drive and it is important for them to replace it with a frequency-controlled electric drive with a frequency converter (FC).

Thus, in the conditions of the modern market, the task of producing simple object-oriented FCs that do not require the use of complex expensive equipment for their manufacture is still relevant.

Keywords: asynchronous motor, current inverter, pump unit, electromagnetic processes.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ТИПА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

М.М. Бокенхан^{id}, Е.А. Сарсенбаев^{id}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

mbokenkhan2000@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема управления энергопотреблением электромобиля и объясняется, как ее решить с помощью подхода, основанного на инверсии. Обсуждаются допущения моделирования, которые приводят к формулировке простой, но представительной задачи оптимального управления для решения. Эта учебная задача может послужить ориентиром для будущих работ и других методов оптимизации, поскольку она включает в себя эффекты гравитации, аэродинамики и уравнения электропривода. Цель этой статьи состоит в том, чтобы шаг за шагом показать, как вычислять оптимальные траектории используя представленный подход, основанный на инверсии, в котором переменные состояния, управляющие и сопряженные переменные аналитически параметризуются одним неизвестным, которое удовлетворяет двухточечной краевой задаче высокого порядка. Приведены численные результаты.

Ключевые слова: оптимизация, инверсии, динамическое программирование, траектория, электромобили.

Среди динамического программирования есть прямые методы и косвенные методы. Теперь мы кратко обрисовуем основные характеристики этих методов.

Динамическое программирование является очень эффективным методом при применении к системам малых размеров, таким как рассмотренная здесь. Решение с обратной связью, потому что оно генерирует поле экстремалей, охватывающих все возможные начальные условия одновременно. С другой стороны, его вычислительная нагрузка относительно высока, и это может оказаться проблематичным для обобщения на системы более высоких измерений. Недавно он был применен к нескольким проблемам, связанным с рассмотренной в этой статье.

В области задач генерации траекторий, исключая ранее обсуждавшийся подход динамического программирования, обычно используются два семейства численных методов. Прямые методы подразумевают дискретизацию задачи оптимального управления, приводящую к нелинейной программе. С другой стороны, косвенные методы основаны на решении необходимых условий оптимальности, полученных с помощью вариационного исчисления. В то время как прямые методы были рабочей лошадкой инженеров по управлению, как правило, сообщается, что косвенные методы дают решения с более высокой точностью, хотя и являются относительно нестабильными. Оба подхода могут быть каскадированы, чтобы воспользоваться преимуществами этих свойств. Далее мы объясним, как настроить такой косвенный подход с использованием общедоступного и свободно доступного программного обеспечения. Интересно, что этот метод использует преимущества геометрической структуры системы дифференциальных уравнений. В результате снижается вычислительная нагрузка.

Численная реализация

TPBVP высокого порядка (22)-(23) может быть решена с использованием свободно распространяемого кода COLNEW который реализован в стандартной процедуре bvode в программном пакете Scilab. Интересно, что теперь доступны новые пакеты программного обеспечения в среде Matlab. Прежде чем представить некоторые полученные результаты, мы хотели бы упомянуть о некотором существенном влиянии на сходимость, которое оказывает работа с таким представлением системы дифференциальных уравнений высокого порядка.

Производительность решателей для представлений TPBVP высокого порядка изучаются численные схемы для решения краевых задач для дифференциальных уравнений высокого порядка. Предложена схема коллокации наряду с различными реализациями. Доказан первый результат сходимости для линейных краевых задач. Обратите внимание на p регулярность коэффициентов линейной дифференциальной системы и m ее порядок. Приближенные решения ищутся среди кусочных многочленов степени $k + m$. Существует k точек

словосочетания, и h соответствует размеру сетки. При условии ортогональности точек коллокации следующие оценки ошибок получены. В точках сетки x_i

$$|u^{(j)}(x_i) - u_{\pi}^{(j)}(x_i)| = O(h^p), \quad 0 \leq j \leq m-1 \quad (1)$$

где u - точное решение задачи TPBVP, а u_{π} - приближенное решение, полученное с помощью схемы коллокации для системы высокого порядка. За пределами точек сетки один имеет

$$|u^{(j)}(x) - u_{\pi}^{(j)}(x)| = O(h^{k+m-j}) + O(h^p), \quad 0 \leq j \leq m-1 \quad (2)$$

Интересно, что если кто-то решит использовать предложенное словосочетание метод в эквивалентной форме пространства состояний, (1) остается неизменным, но (2) заменяется на (3)

$$|y(x) - y_{\pi}(x)| = O(h^{k+1}) + O(h^p) \quad (3)$$

где y (соответственно y_{π}) является точным (соответственно приближенным словосочетанием) решением эквивалентной формы пространства состояний TPBVP. Затем эти подходы распространяются на нелинейный случай с использованием квазилинеаризации и метода Ньютона для решения нелинейной задачи. Ошибки округления зависят от того, какой базис функций используется для словосочетания. Это выходит за рамки данного замечания; заинтересованные читатели могут обратиться с точки зрения сходимости, верхняя граница (2) лучше, чем (3). Если p достаточно велико, то ясно видно, что метод коллокации для системы высокого порядка является более точным, чем метод коллокации для формы пространства состояний в точках вне сетки. Некоторые численные результаты дифференциального уравнения с граничными условиями в единственном неизвестном x реализовано в Scilab. Полученные результаты воспроизведены на рисунке 1. Для параметров были приняты следующие значения:

$$b_1 = 10^3; b_2 = 10^3; h_0 = 0.1; h_1 = 1; h_2 = 10^{-3};$$

с

$$D = 10; T = 1$$

и

$$\gamma(x) = p_0 + p_1 x + p_2 x^2 + p_3 x^3; \quad (4)$$

при

$$p_0 = 3; p_1 = 0.4; p_2 = -1; p_3 = 0.1;$$

Вычислительная нагрузка очень мала. На стандартном ноутбуке, оснащенном процессором Intel Core 2 Duo 2,80 МГц с 4 Гб оперативной памяти, все вычисления, начиная с 0, по первоначальному предположению, заняли менее 200 мс. Подпрограмма `bvode` была вызвана со следующими параметрами: $ncomp = 1$ число дифференциальных уравнений, $m = 4$, $aleft = 0$, $aright = T$, 7 точек коллокации на подинтервал, 1 подинтервал в начальной сетке один допуск 10^{-7} для дифференциального уравнения. Факторы А, В, С и D, фигурирующие, были аналитически дифференцированы по их аргументам, поскольку обычный `bvode` часто обращается к их производным.

В качестве проверки вычисленное значение гамильтониана, которое в теории является постоянным вдоль экстремалей, колеблется от -3630425,5 до -3630425,2. Это подчеркивает точность используемого метода. Стоимость после трапецевидного интегрирования составляет 1228586,7. Полученное решение представляет ожидаемые характеристики оптимальным должно быть: постоянное увеличение скорости с последующим снижением до достижения нулевой скорости в конечной точке. История скорости не является симметричной из-за асимметрии профиля наклона с течением времени.

Закключение

В этой статье была рассмотрена и рассмотрена задача оптимального управления электромобилем с помощью подхода к генерации траекторий на основе инверсии. Динамика и рассматриваемый функционал затрат были сформулированы в относительно простой и компактной форме, чтобы предложить базовую задачу для будущих работ. Тем не менее, были предприняты многочисленные усилия, чтобы сделать эту формулировку репрезентативной для истинной динамики транспортного средства. Метод, основанный на инверсии, доказал свою эффективность и точность. Интересно, что случай государственных ограничений, который имеет важное значение для приложений и обычно трудных для решения как с теоретической, так и с практической точки зрения, могут быть обработаны с использованием функций насыщения в представленной динамике, которые непосредственно включены в вариационное исчисление (Рисунок-1).

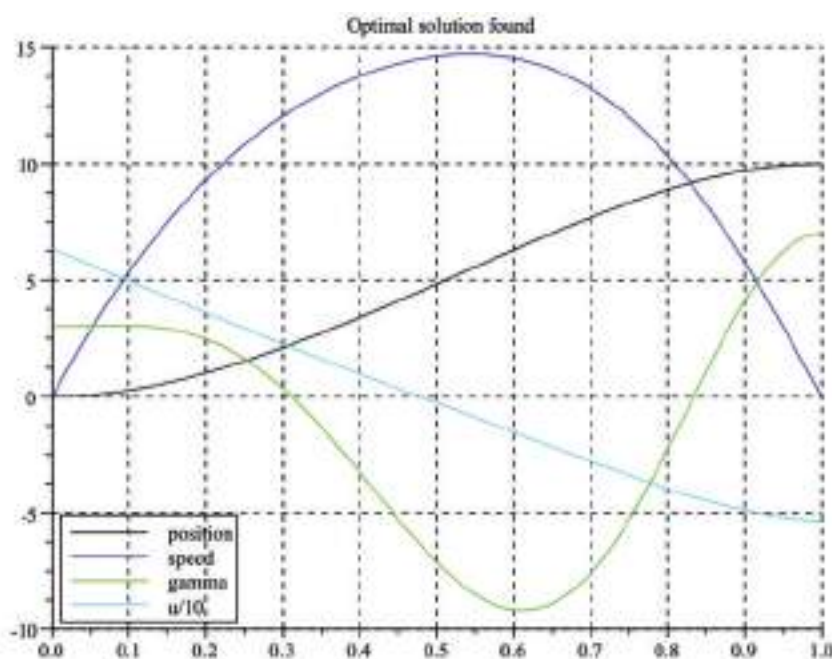


Рисунок 1 – Результаты моделирования

Дальнейшие работы будут сосредоточены на рассмотрении более общих случаев (скорее всего, ограниченных, как обсуждалось ранее), на более длительных временных горизонтах, для учета сложных траекторий, включающих различные типы дороги, а также многочисленные остановки и старты. Устранение неопределенностей также является важной темой, и это можно было бы сделать с использованием нескольких подходов, включая наблюдателей и методы уменьшения горизонта, чтобы назвать некоторые из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Shaver. Stability analysis of residual-affected hcci using convex optimization. Control Engineering Practice, 17(12):1454 – 1460, 2009.
2. Q. Gong, Y. Li, and Z. R. Peng. Trip-based optimal power management of plug-in hybrid electric vehicles. Vehicular Technology, IEEE Transactions on, 57(6): 3393 –3401, nov. 2008.
3. K. Graichen and N. Petit. Incorporating a class of constraints into the dynamics of optimal control problems. Optimal Control, Applications and Methods, 30(6):537– 561, 2009.
4. J. Chauvin. Estimation and Control of a Diesel HCCI Engine. Estimation for Time Periodic Systems. PhD thesis, MINES ParisTech, 2006.
5. C. J. Chiang, A. G. Stefanopoulou, and M. Jankovic. Nonlinear observer-based control of load transitions in Homogeneous Charge Compression Ignition engines. In IEEE Transaction on Control System Technology, volume 15, number 3, pages 438–448, 2007.

6. T. Leroy. Cylinder Filling Control of Variable-Valve Actuation equipped Internal Combustion Engines. PhD thesis, MINES ParisTech, 2010.
7. C.-C. Lin, H. Peng, J. W. Grizzle, and J. M. Kang. Power management strategy for a parallel hybrid electric truck. *Control Systems Technology*, IEEE Transactions on, 11 (6):839 – 849, nov. 2003.
8. A. Sciarretta and L. Guzzella. Control of hybrid electric vehicles - a survey of optimal energy-management strategies. *IEEE Control Systems Magazine*, 27(2):60– 70, 2007.
9. A. Sciarretta and L. Guzzella. Fuel-optimal control of rendezvous maneuvers for passenger cars. *Automatisierungstechnik*, 6:244–250, 2005.
10. M. El-Kady. A Chebyshev finite difference method for solving a class of optimal control problems. *Int. J. Comput. Math.*, 80(7):883–895, 2003.

Электр көлігі үшін электр жетегінің оңтайлы түрін таңдау әдістемесін әзірлеу

М.М. Бөкенхан^{id}, Е.А. Сәрсенбаев^{id}

Андатпа. Бұл мақалада электромобильдің энергияны басқару мәселесі қарастырылады және оны инверсияға негізделген тәсіл арқылы қалай шешуге болатындығы түсіндіріледі. Оңтайлы басқарудың қарапайым, бірақ өкілдік мәселесін шешуге әкелетін модельдеу болжамдары талқыланады. Бұл оқу тапсырмасы болашақ жұмыстарға және басқа оңтайландыру әдістеріне сілтеме бола алады, өйткені оған ауырлық, аэродинамика және электр тендеулері әсер етеді. Бұл мақаланың мақсаты-инверсияға негізделген ұсынылған тәсілді қолдана отырып, оңтайлы траекторияларды қалай есептеу керектігін кезең-кезеңімен көрсету, онда күй айнымалылары, басқару және конъюгация айнымалылары екі нүктелі жоғары деңгейлі шекаралық есепті қанағаттандыратын бір белгісіз аналитикалық түрде параметрленеді. Сандық нәтижелер келтірілген.

Кілт сөздер: оңтайландыру, инверсия, динамикалық бағдарламалау, траектория, электромобиль.

Development of a methodology for choosing the optimal type of electric drive for electric vehicles

M.M. Bokenhan^{id}, Y.A. Sarsenbayev^{id}

Abstract. This paper considers an energy management problem for an electric vehicle and explains how to solve it with an inversion-based approach. Modeling assumptions are discussed and yield the formulation of a simple, yet representative, optimal control problem to solve. This tutorial problem can serve as a benchmark for future works and other optimization techniques as it comprises the effects of gravity, aerodynamics and the equations of the electric drive. The purpose of this paper is to expose, step by step, how to compute the optimal trajectories using a presented inversion-based approach, in which the state variables, the control, and the adjoint variables are analytically parameterized by a single unknown which satisfies a high order two-point boundary value problem. Numerical results are provided.

Key words: optimization, inversions, dynamic programming, trajectory, electric vehicles.

ТРАНСФОРМАТОРЛАРДА ДІРІЛ МЕН ШУДЫҢ ПАЙДА БОЛУ СЕБЕПТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫМЕН КҮРЕСУ ЖОЛДАРЫ

К.О. Ғали^{id}, Н.К. Алмуратова^{id}, Е.Е. Жұмажан^{id}

Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті,

Қазақстан, Алматы

nur0577@mail.ru

Андатпа. Бұл мақаланың мақсаты магистралды құбыр желісіндегі сорғы станцияларында қолданылатын, ортадан тепкіш электр жетектеріндегі жиілікті реттелетін асинхронды қозғалтқыштың, төмендетілген шығыны бойынша кейбір мәндерінің тиімділігін анықтау. Тиімді мәндерден энергияны үнемдеуші электр қозғалтқышын жасау. Осы мақсатты орындауда қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың статор орамасының қадамын қысқартып, оның электрлік шығынын азайту жолдары қарастырылды. Ол үшін осы мақсатта қорытылып шығарылған шығын функциясының минимал мәнін анықталды.

Функцияны минимум мен максимумға зерттеу екінші туындыны қолдану әдісімен іске асырылды. Қозғалтқыш орамасының қадамын қысқартудың ұтымды мәні, шығынның азайуы бойынша қойылған мән өзгерген кезде қозғалтқыштың қуаты, басты өлшемдері мен магниттік индукция және ораманың массасы өзгермеу керек екені ескеріп орындалған. Табылған қадам бойынша болуы мүмкін шығынның мәні есептелген дәлелденген.

Негізгі сөздер: Трансформатор, реактор, магниттік жүйе, индукция, виброакустика, магниттік күштер, діріл және шу.

Мақаладағы мақсатқа жету үшін трансформаторлардағы шу мен дірілдің пайда болу себептерін анықтаймыз:

1. Трансформатордағы шу активті бөлігіндегі және де салқындату жүйесінің желдеткішіндегі дірілден туындайды. Салқындатқыш, тенек(бак) қабырғалары, кеңейткіш, құбыр және с.с. жеке элементтерінде пайда болатын резонанстық құбылыстар да трансформатордың шуына өте үлкен әсер етеді.

2. Трансформатордың активті бөлігіндегі діріл магниттік жүйедегі магнитті-стрикциялық және электромагнитті күштердің және орамдағы динамикалық күштердің себебінен пайда болады. Трансформаторларда дірілдің магнитті-стрикциялық құраушысы басым болады. Магнитті емес саңылаулары бар реакторлардың магнитті жүйелерінде саңылауларда тартудың магниттік күштері көп болуы мүмкін. Магнитті стрикция деп магниттелу кезінде магниттік материалдың кристалдық торының деформациялану құбылысын атайды. Индукцияның артуы үдерісінде алғашында кристалдық материал жиектерінің ығысуы, содан соң болаттың сызықтық өлшемдерінің өзгеруіне алып келетін айналуы жүзеге асады. Магнитті стрикция $\lambda = \Delta l / l$ ұзындықтың өзгеруінің салыстырмалы бірлігінде өлшенеді. Болат парағының магнитті-стрикциялық ұзаруы 1 м ұзындыққа бірнеше ондық микронға дейін жетуі мүмкін.

Трансформаторлардың магниттік жүйесінің магниттелуі кері айналуы кезінде ондағы индукция айнымалы ток жиілігінің бір периодында максимум екі есеге жетеді, бұл магниттік жүйенің болат парақтарының ұзындығының екі есе өзгеруіне сәйкес келеді. Бұл айнымалы электр тогының екі есе жиілігінде магниттік жүйенің мерзімді тербелістеріне әкеледі (желі жиілігі 50 Гц кезінде 100 Гц жиіліктегі діріл). Магнитострикцияның мәні туралы айтатын болсақ, гармоникалық құрамдастарды есепке алмай, белгілі бір индукцияға сәйкес келетін орташа (парақтың ұзындығы бойынша) максималды мәнді айтамыз. Қазіргі заманғы анизотропты болаттың магнитострикциясы -0,4-10 6-дан 1,5-10 «6-ға дейін (1,5 Т индукцияда). Болатты күйдіру оның магнитостриктивтік сипаттамаларын жақсартады. Механикалық кернеу магнитострикцияны айтарлықтай арттырады. Иілу бағытында қаңылтырды қысу күшті әсер етеді (бұл трансформаторлардың белсенді бөлігінің құрылымдарына тән, оларды престеу көбінесе осы бағытта жүзеге асырылады). 20 кг / см² қысу кернеуінде магнитострикция бес есе артады.

3. Ауа циркуляциясы бар салқындатқыш жүйелі (ДЦ, Д) трансформаторлары үшін, желдеткіш әсерінен пайда болатын шу басым болады. Желдеткіштің дыбыстық қуаты оның

өнімділігінен, айналу жиілігінен, конструкциясынан тәуелді. Аэродинамикалық типті желдеткіштердің шуы басымырақ, ал механикалық типте керісінше. Шу деңгейі ауа жылдамдығының 6-шы дәрежесінен, ал өнімділігінің тек 1-ші дәрежесінен тәуелділігін ескерек отырып, шуды азайту үшін барынша тезжүрісті желдеткіштерді қолдануды азайту қажет. Желдеткіш шуы адам құлағына ең сезімтал болатын 1000 Гц шамасында болады. Желдеткіш шуының жиілік спектрінде негізгі гармоника $pk/60$ өрнегімен анықталады, мұндағы p - желдеткіштің жылдамдығы, минутына айналымдар; k - қалақтардың саны. Желдеткіш шуының спектрінің жоғары жиілікті құрамдас бөліктері қалақтардан құйынды жұлып алудан және құрылымдық элементтерге түсетін турбулентті ауа ағынынан туындайды.

Желдеткіштің шамамен жалпы дыбыс қуатының деңгейін мына формула арқылы анықтауға болады:

$$L_p = 10 \lg Q + 20 \lg p + 37, \text{ дБ}$$

мұнда:

Q – ауа шығыны, м³ /с;

p - қысым, н/м² .

4. Трансформатордағы шу мен діріл көп жағдайла оның жұмыс режимдерінен тәуелді. Трансформаторлардың діріл және шу сипаттамаларының спектрлік мазмұны қоректену кернеуінің жиілігіне байланысты. Үш фазалы трансформаторларда (желі жиілігі – 50 Гц) алғашқы үш гармоника айқын көрінеді – 100, 200, 300 Гц, бір фазалы трансформаторларда – алғашқы екеуі. Тиісінше, қоректендіру тогы жиілігі 400 Гц трансформаторларда шу мен дірілдің гармоникалық құрамдас бөліктері 800, 1600, 2500 және т.б. Гц.

Сыйымдылықты жүктеме индуктивті жүктемемен салыстырғанда виброакустикалық сипаттаманы нашарлатады. Пеш электродтарында үзіліс доғасы бар балқыту режимінде жұмыс істейтін электр пеш трансформаторларда тербеліс белсенділігі мен дыбыс деңгейін жоғары болады. Түрлендіргіш трансформаторлардың дірілі мен дыбысының амплитудасы мен жиілік құрамы түзету тізбегінің түріне байланысты.

Жұмыс кезінде трансформаторды қосу магниттік тізбектің қалдық магниттелуіне байланысты шудың жоғарылауына әкеледі. Магниттік тізбектің шамадан тыс қанығуына байланысты шу деңгейі қалыпты жұмыс кезіндегі деңгейден 20 дБ асып кетуі мүмкін. Қосылғаннан кейін шудың тұрақты күйге түсуі үшін 6 сағатқа дейін уақыт кетуі мүмкін.

5. Трансформаторлардың дыбыс деңгейіне әртүрлі тиристорлық құрылғылар жұмыс істейтін желінің қоректендіру кернеуіндегі жоғары жиілікті кедергілер белгілі бір мөлшерде әсер етеді. Мұндай желілердегі электр кедергілері әдетте үлкен емес және номиналды кернеудің аз ғана пайыздық үлесін құрайды. Дегенмен, бұл компоненттер төмен және орташа қуатты құрғақ трансформаторлардың дыбыс деңгейін 20-30 дБ арттыра алады. Бұл өсу магниттік жүйенің жеке пластинкаларының резонанстарымен, олардағы дірілмен және өзара соқтығысуымен байланысты. Бұл құбылыспен күресу қиын, өйткені белсенді болатын жеке тақталарының резонансын жоюмен байланысты, әсіресе дестеленген магниттік жүйелердің бұрыштарында.

Трансформаторлардағы шу мен дірілдің негізгі пайда болу себептерін анықтадық, енді шу мен дірілді азайту жолдарын қарастырамыз:

Бак қабырғалары

Трансформатор бағынан шығатын шуды азайту үшін бактың қаттылығын қосымша қатайтқыштармен арттыру қажет. Резервуардың қабырғаларына дәнекерленген қатайтатын қабырғалар олардың дірілін және, тиісінше, трансформатордың шуын азайтады. Бұл жағдайда бак қабырғаларының меншік жиілігінің қоздырғыш күштің жиілігінен (100 Гц) өзгерісі жүзеге асады. Резонанстық аймаққа түспеу үшін қабырғаның табиғи жиілігі (f_0) алдымен эксперименталды түрде немесе формула бойынша есептеу арқылы анықталады:

$$F_0 = 2.48 * \frac{10^6 b \left(\frac{1}{A^2} + \frac{1}{B^2} \right)^2}{\zeta_1} + \frac{0,036}{b \left(\frac{1}{A^2} + \frac{1}{B^2} \right)}, \text{ Гц}$$

мұндағы:

А, В и b – пластинаның ені, ұзындығы, және қалыңдығы, мм.

Резервуардың жалпақ бөліктерінің ортасына олардың ең үлкен ұзындығы бағытында қосымша қабырғалар орнатылады. Дөңгелек пішінді тенектерде қатайтқыштар көлденең орнатылады, өйткені мұндай тенектер резервуардың айналасында тербелістің максималдарын және минимумдарын көрсетеді.

Дірілдейтін элементтерге белгілі бір жиілікке реттелген демпферлерді орнату арқылы шуды одан әрі азайтуға болады. 1-фазалы трансформатор үшін ең айқын шу компоненті 2-ші гармоника (200 Гц), 3-фазалы трансформатор үшін - 3-ші (300 Гц) болып табылады. Демпферлік құрылғылардың (дірілге қарсы құрылғылар) көмегімен трансформатор бағының шу деңгейін 5 дБ дейін төмендетуге болады.

Тенектің қабырғаларындағы шу мен дірілді жұту оларға әртүрлі жабындарды қолдану арқылы да қол жеткізіледі (бұл салқындату жағдайын нашарлатады). Дірілді сіңіретін жабындарды демпферленген бетке қолданылатын қатты пластиктен жасауға болады, ал материалдағы шығындар жабынды созу арқылы жасалады.

Материалдың жұмыс температурасы әртүрлі пластификаторлармен қамтамасыз етіледі. Мұндай материалдарға мыналар жатады: мастика - «Нева», «Ан-тивибрит-2», А5, А7, ВМП, битуминозды қосылыстар, «Агат» парақ түрі. Парақ материалдары конструкцияларға желіммен, мастика материалдарымен бүрку, шприцтер арқылы қолданылады. Пластинадағы иілу толқынының амплитудасының әлсіреуі жабынның ұзындығымен анықталады. Шығын коэффициенті жабын қалыңдығының пластинаға қатынасына байланысты.

Салқындатқыштар мен желдеткіштер

Тармақталған беті бар түтіктермен жабдықталған ДЦ типіндегі салқындатқыштар трансформатор бағынан таралатын діріл, содан кейін құбырлардың бір-бірімен үйкелісінен туындаған жоғары жиілікті шуды шығаруы мүмкін. Мұндай құбырлар арасында аралықтарды орнату керек. D салқындату жүйесінің радиаторларының құбырларының дірілі жоғарылаған жағдайда бекітілуі керек.

Жұмыс жағдайында желдеткіштердің шуды азайтудың қарапайым тәсілі болып оларды дыбысты жұтатын жабындары бар дыбыс оқшаулағыш панельдер арқылы қорғау болып табылады, бұл бір уақытта трансформатордың салқындату жағдайын нашарлатпауы керек. Бұл әдістің тиімділігі экранның өлшеміне байланысты, дыбыстың таралу жолындағы кедергілерді айналып өту қабілетін ескерсе, ол көбіне жеткіліксіз.

Желдеткіштердің дыбыс деңгейін төмендету үшін келесі шараларды да қолдануға болады:

- резеңке немесе серіппелі амортизаторларға желдеткіштерді орнату;
- желдеткіштің айналмалы бөліктерін, оның ішінде жұмыс дөңгелегі мен электр қозғалтқышының роторын да теңестіру;
- металл желдеткіш қалақтарды шыны талшықтарға ауыстыру, өйткені олар коррозияға төзімді және жақсы теңестіреді;
- ауа ағынындағы элементтерді жою;
- желдеткіштің кіріс және шығыс бөлігінде дыбыс жұтатын материалдарды қолдану.

Желдеткіш шуды азайтатын шаралар, егер олар өнімділігін төмендетпесе, ақталады. Сондықтан желдеткіштің айналу жылдамдығының төмендеуі, оның шуын азайту сияқты, қалақтардың санының, олардың ені мен диаметрінің ұлғаюымен, сондай-ақ желдеткіштің өлшемін ұлғайтумен қатар жүруі керек.

Ортадан тепкіш желдеткіштер үшін алға иілген қалақтарды пайдалануға болады. Осы тік желдеткіштердің шуын азайту профильді қалақтарды пайдалану, жұмыс дөңгелегі саңылауын азайту, қалақтардың артына бағыттағыштарды орнату арқылы қол жеткізіледі. Айналу жылдамдығын шамамен 750 айн / мин дейін азайтқан жөн. Осы және басқа шаралар

желдеткіштердің дыбыс деңгейін 10 дБ дейін төмендетуі мүмкін. Әрине, жұмыс жағдайында желдеткіштердің дизайнын өзгерту қиын, сондықтан дыбысты жұтатын құрылғылар мен материалдарды қолданумен байланысты әдістерге артықшылық беру керек.

Тиісті тексерулерді жүргізгеннен кейін бұл элементтерді қатайту және бекіту керек. Бекіту орындарында серпімді материалдан жасалған тығыздағыштар болуы керек.

Трансформатор іргетасы

Трансформатордың дірілі іргетас арқылы ол орнатылған ғимараттың құрылымына беріледі және осыған байланысты ол өзінің төмен жиілікті шуын шығара бастайды. Сондықтан трансформаторға арналған іргетас, мүмкін болса, ғимараттың құрылыс құрылымдарымен байланысы болмауы керек.

Кез келген жағдайда трансформаторға арналған іргетастың массасы трансформатордың массасынан кемінде 10 есе көп болуы керек, бұл трансформатордың іргетасқа діріл әсерін азайтады.

Бұл ретте трансформаторды массивтік іргетасқа қатаң орнату, іргетастың бетіндегі жүктемені бөлудің біркелкілігін ескере отырып, құрылымның ішкі механикалық кернеулерінен біркелкі емес жүктеме әсерінен пайда болатын трансформатор дірілінің жоғарылау мүмкіндігін болдырмайды.

Магниттік сипаттамалары

Трансформаторлардың электрлік болатының магниттік сипаттамаларын жұмыс кезінде жақсарту мүмкін емес. Белсенді бөлікте жұмысты орындау кезінде оның магниттік сипаттамалары кем дегенде нашарламауын қамтамасыз етуге тырысу керек.

Электрлік болатқа механикалық әсер ету оның магниттік стрикциясын, демек, трансформатордың шуын жоғарылататындықтан, белсенді бөлікте жұмыс істегенде мұндай әсерлерден аулақ болу керек. Болатқа дәл осындай әсер оның илемдеу бағытында қысылуы арқылы жүзеге асады.

Сондықтан магниттік жүйенің және орамалардың басылуы өндірушінің ұсыныстарына сәйкес болуы керек. Сәйкес емес престоу бүкіл белсенді бөліктің де, оның элементтерінің де электрлік болаттың жеке пластинасына дейін резонанстары үшін алғышарттар тудыруы мүмкін. Сондықтан белсенді бөлікте жұмысты орындаған кезде оның еркін тербеліс жиілігін бақылаған жөн.

Орам шуын азайту мүмкіндіктері

Осы уақытқа дейін орамалардан туындайтын шуды азайтудың тиімді құралы табылған жоқ. Мүмкіндіктер серпімділіктің динамикалық модулі жоғары окшаулағыш материалдарды қолдану және орамдарды бекіту жүйесін жетілдіру арқылы орамның серпімділігін төмендету болып табылады. Әдеттегі орамдардың престоу күштерінің өсуі олардың дыбыс деңгейін төмендетпейді.

Демек, жұмыс істеп тұрған трансформаторлар мен реакторлардың шуын тудыратын себептерді білу, виброакустикалық мәселелерді шешуге кешенді көзқарас, сондай-ақ қол жетімді есептеу әдістері шу мен дірілді азайтуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Шубов И.Г. Шум и вибрация электрических машин. – Л.: Энергоатомиздат., 1986. – 208 с.
2. Лазориу Д.Ф., Бикир Н. Шум электрических машин и трансформаторов. Пер. с рум. – М.: «Энергия» 1973 № - 271 с.

Причины вибрации и шума в трансформаторах и при них способы борьбы

К.О. Ғали^{id}, Н.К. Алмуратова^{id}, Е.Е. Жұмажан^{id}

Аннотация. Целью данной статьи является определение КПД некоторых значений приведенной частоты асинхронного двигателя, который используется в насосных станциях магистрального трубопровода, частотно-регулируемых в центробежных электроприводах. Создание энергосберегающего электродвигателя из эффективных значений. Для достижения поставленной цели были рассмотрены способы снижения потребляемой мощности асинхронного двигателя с

короткозамкнутым ротором за счет уменьшения шага обмотки статора. Для этого было определено минимальное значение обобщенной функции потерь.

Исследование функции на минимум и максимум проводилось с помощью второй производной. Рациональное значение уменьшения шага обмотки двигателя рассчитывается с учетом того, что мощность двигателя, основные габариты и магнитная индукция и масса обмотки не должны изменяться при изменении установленного значения уменьшения расхода. Рассчитывается и доказывается величина проигрыша, которую можно найти на найденном шаге.

Ключевые слова: трансформатор, реактор, магнитная система, индукция, виброакустика, магнитные силы, вибрация и шум.

Causes of vibration and noise in and with transformers ways to fight

K.Gali^{ID}, N. Almuratova^{ID}, E.Zhumazhan^{ID}

Annotation. The purpose of this article is to determine the CPD of some values assigned to the asynchronous motor, which is used in the pumping stations of the main pipeline, frequency-regulating centrifugal centrifuges. Creating an energy-saving electric motor from efficient values. To achieve this goal, the ways to reduce the power consumption of an asynchronous motor with a short-circuited rotor were taken into account to reduce the shaft windings. For this, the minimum value of the generalized function of loss was determined.

The study of the functions at the minimum and maximum was carried out with the help of the second production. The rational value of the reduction of the shaft windings of the engine is calculated by taking into account that the power of the engine, the basic dimensions and magnetic induction and the mass of the windings should not be changed at the time of installation. Calculates and proves the value of the loss, which can be found on the found step.

Keywords: transformer, reactor, magnetic system, induction, vibroacoustics, magnetic forces, vibration and noise.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ПАРАБОЛИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТОРА В УСЛОВИЯХ АЛМАТЫ

Т. Әжібек^{ID}, Д.Р.Умышев^{ID}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

t.azhibek@stud.satbayev.university

Аннотация. В данной статье рассматривается модель солнечного концентратора в условиях климата Республики Казахстан. Проведен геометрический расчет конструкции концентратора, а также оптический и тепловой расчет с параболической солнечной концентрационной установки с учетом климата Алматы. Предложена модель параболического концентратора с коэффициентом концентрации в 4475,975, оптическое КПД которого составляет 49%, а средняя температура в приемнике 435.13 К. Что является хорошими показателями и может быть использовано для получения тепловой энергии, которая в свою очередь может быть использована напрямую, либо для предварительного нагрева воды с последующим подогревом в котле, преобразовываться в электрическую энергию посредством тепловых машин, или использоваться для комбинированного цикла генерации энергии. В данный момент ведется работа над реализацией экспериментального образца параболического концентратора с комбинированной генерацией, которая будет полезна для использования автономными от сети потребителями.

Ключевые слова: солнечная энергетика, фокус, солнечные параболические концентраторы, теплообмен, температура, тепловые потери.

Теоретический анализ геометрии солнечного концентратора

Геометрия параболы является основополагающим фактором при построении прототипа параболического концентратора. Ошибка во время геометрического расчета будет означать отклонение солнечных лучей, следовательно, отсутствие должной температуры в фокусе, которая приведет к получению низкого теплового КПД.

Чтобы вычислить параболу, математический был проведен анализ, чтобы найти значения, которые удовлетворяют критериям проектирования, например: диаметр, апертура угол и коэффициент концентрации. Схема, использованная для анализа показана на рисунке 1.

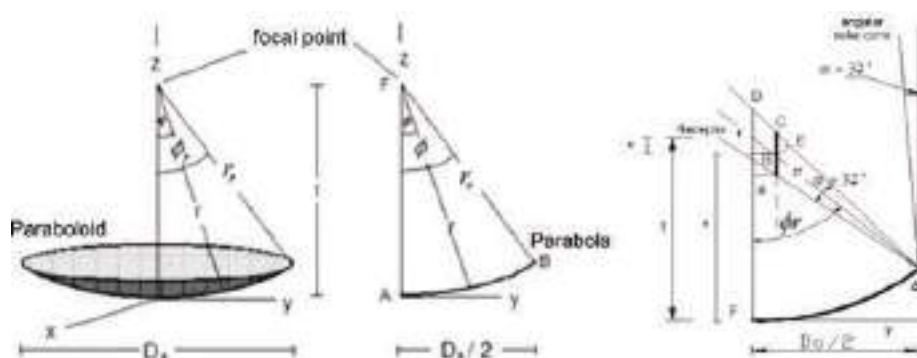


Рисунок 1. Геометрия и размеры солнечного концентратора

В таблице 1 представлены размеры, использованные для конструкции тарелки солнечного концентратора.

Таблица 1. Размеры параболической тарелки солнечного концентратора

Обозначение	Значение	Параметр
Da	1,5	Диаметр апертуры (м)
F	0,42	Фокус (м)
A	0,015	Радиус приемника

Диаметр апертуры и максимальный угол наклона, который его определяет, связаны уравнением (1):

$$\varnothing = 2 \arctan \frac{Da}{4f} = 83,521^\circ \quad (1)$$

Другим важным параметром для адекватного определения геометрии солнечного концентратора является радиус кривизны (rr) или максимальное значение расстояния, существующее между фокусной точкой и крайней точкой параболоида. Уравнение (2) определяет указанное значение следующим образом:

$$rr = \frac{2f}{1 + \cos \varnothing} = 0,7548 \quad (2)$$

Показателем, который следует учитывать в системах солнечных коллекторов, является коэффициент концентрации. Чем выше коэффициент концентрации, тем выше температура, достигаемая системой солнечного концентратора. Параболические тарелочные коллекторы характеризуются более высоким коэффициентом концентрации, чем остальные системы солнечных коллекторов. Коэффициент концентрации определяется как отношение площади апертуры (A_a) и площади приемника (A_r), как показано в уравнении (3):

$$C = \frac{A_a}{A_r} \quad (3)$$

Площадь апертуры можно рассчитать через следующее уравнение (4):

$$A_a = \frac{\pi D_a^2}{4} = 1,7671 \text{ м}^2 \quad (4)$$

Чтобы определить площадь приемника, необходимо учитывать угол апертуры, радиус приемника, радиус кривизны и угол, поддерживаемый солнцем, видимым с земли. Эта последняя константа объясняется тем, что солнечные лучи не параллельны друг другу, учитывая, что солнце имеет конечный радиус. С земли солнце видится как круглая тарелка, которая имеет угол α 32' или $0,53^\circ$. Из рисунка 1 известно, что $a=0,15$ м, c - гипотенуза, образованная между фокусом и точкой b и $\varnothing=83,521^\circ$. Согласно вышесказанному, получаем уравнение (5):

$$c = \frac{a}{\sin \varnothing} = 0,015096 \text{ м} \quad (5)$$

Теперь точка B можно найти с помощью уравнения (6):

$$b = rr - c = 0,739725 \quad (6)$$

На рисунке 2 показано геометрическое соотношение точек ABE и BCA

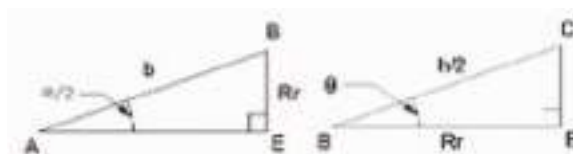


Рисунок 2. Геометрическое соотношение точек ABE и BCA

Где R_r - радиус приемника. Согласно предыдущему рисунку, мы получаем уравнение (7):

$$R_r = b \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 1,72131 * 10^{-3} \text{ м} \quad (7)$$

При наблюдении за рисунком 2 между точками ВСЕ отмечается следующее геометрическое соотношение:

Где $h/2$ - половина контактной поверхности приемника. С помощью уравнения (8) мы получаем угол, образованный между $h/2$ и R_r .

$$\theta = 90 + \frac{\alpha}{2} \quad (8)$$

Мы также находим половину контактной поверхности приемника, как указано в уравнении (9):

$$\frac{h}{2} = \frac{R_r}{\cos(\theta - \phi)} = 0,00206 \text{ м} \quad (9)$$

Площадь приемника может быть определена с помощью уравнения (10):

$$A_r = 2\pi a h = 387,9 \text{ мм}^2 \quad (10)$$

Используя значения A_a , R_r и применяя уравнение (3), мы переходим к расчету коэффициента концентрации параболической тарелки солнечного коллектора:

$$C = \frac{1,7671 \text{ м}^2}{0,0003879 \text{ м}^2} = 4555,671 \quad (11)$$

Рассчитанный коэффициент концентрации соответствует максимальной концентрации, полученной в параболическом концентраторе с плоским рецептором. Однако уравнение (11) не учитывает угловую дисперсию в рецепторе. Основными причинами указанной дисперсии являются: неправильный мониторинг солнечной активности, низкое качество поверхности отражателя и недостаточная кривизна поверхности концентратора.

Принимая во внимание угловую дисперсию и учитывая, что все отраженное зеркальное излучение находится на угловом конусе с $(0,53^\circ + \delta)$; из уравнения (12) мы можем найти значение контактной поверхности приемного цилиндра с учетом угловой дисперсии:

$$h1 = \frac{2R_r}{\cos(\theta - \phi + \frac{\delta}{2})} \quad (12)$$

Где: δ - зеркальное отклонение, теоретическое значение которого составляет 3 градуса. Найдя значение $h1$, фактический коэффициент максимальной концентрации будет определяться уравнением (13):

$$C_{maxr} = \frac{A_a}{2\pi a h1} = 4475,975 \quad (13)$$

При фактическом коэффициенте максимальной концентрации мы можем получить оптимальное фокусное расстояние (f_0), чтобы была достигнута максимально возможная концентрация. Подставляя, мы получаем уравнение (14):

$$C = \frac{\frac{\pi D_a^2}{4}}{2\pi a h} \quad (14)$$

Подставка D_a в уравнении (14) и использование фактического коэффициента максимальной концентрации учтена в уравнении (15):

$$C_{maxr} = \frac{A_a}{2\pi a h} = 4475,975 \quad (15)$$

Для которого, подставив f в уравнении (1) и используя значение D_{a1} , мы получаем оптимальное фокусное расстояние, как указано в уравнении (16):

$$f_0 = \frac{D_{a1}}{4 \tan(\frac{\phi}{2})} = 0,41631 \text{ м} \quad (16)$$

Тепловой и оптический расчет

После выполнения теоретического анализа конструкции параболической тарелки солнечного концентратора ниже представлен ее тепловой и оптический анализ.

Оптическая эффективность коллектора определяется уравнением (17):

$$n_0 = \rho_c \tau_v \rho S \quad (17)$$

Значения необходимые для расчета оптической эффективности указаны в таблице 2:

Таблица 2. Необходимые значения для расчета оптической эффективности

Параметр	Обозначение	Значение
Поглощающая способность приемника	ρ_c	0,85
Коэффициент пропускания стеклянного покрытия (если он существует). В этом случае его не существует, тогда он равен 1	τ_v	1
Отражательная способность концентратора	ρ	0,7
Форм фактор	S	0,9996

Коэффициент (S) формы задается уравнением (18):

$$S = \frac{A_a - A_t}{A_a} \quad (18)$$

Где A_t представляет собой долю площади апертуры концентратора, которая не затеняется приемником. Уравнение (19) определяет долю площади диафрагмы, не затененной приемником.

$$A_t = A_a - \text{зона приемной базы} = 1,7664 \text{ м}^2 \quad (19)$$

Применяя уравнение (20), мы получаем, что оптическая эффективность прототипа составляет 0,49.

$$n_0 = 0,49 * 100 = 49\% \quad (20)$$

С помощью этого значения можно найти среднюю температуру в приемнике солнечного коллектора, как показано в уравнении (21):

$$T_{rm} = \frac{T_{amb} + T_{sol} * \left[(1 - n) * \frac{n_0 * C_{max}}{46311 * \varepsilon} \right]}{2} \quad (21)$$

Где значения необходимые для расчета в приемнике указаны в таблице 3:

Таблица 3. Необходимые значения для расчета температуры в приемнике

Параметр	Обозначение	Значение [ед.изм]
Температура окружающей среды	T_{amb}	20 [°C] or 293.16 [K]
Приблизительная температура солнца	T_{sol}	5726.84 [°C] or 6000 [K]
Коэффициент излучения приемника	ε	0.5
Диапазон максимальной эффективности солнечных коллекторов (40% - 60%)	n	0.4

Для расчета средней температуры в приемнике эффективность была оценена в 0,4, (2,3) учитывая, что диапазон максимальной эффективности в этих коллекторах составляет от 0,4 до 0,6. При применении значений, представленных в таблице 4, в уравнении (21) получаем:

Таблица 4. Средняя температура в приемнике

T_{rm}	161.97 °C
T_{rm}	435.13 K

Прямое излучение, измеренное в Алматы, составляет 1459,33 Вт/м². С помощью этого излучения можно оценить энергию, поглощенную приемником, с помощью следующего уравнения (22):

$$Q_{opt} = A_a \rho_c \tau_v \rho S I_b = 710 \text{ Вт} \quad (22)$$

Где A_a - площадь апертуры, ρ_c – коэффициент поглощения рецептора, τ_v - коэффициент пропускания, S – коэффициент формы, а I_b - среднее прямое излучение. Теперь, чтобы узнать о полезной энергии в приемнике, мы должны рассчитать потери энергии приемника в окружающую среду, которые задаются уравнением (23):

$$Q_{loss} = A_r U_l (T_{rm} - T_{amb}) \quad (23)$$

Где U_l - коэффициент тепловых потерь, который представлен уравнением (24):

$$U_l = \left[\frac{1}{h_w + h_r} \right]^{-1} = 19,85 \frac{\text{Вт} * \text{К}}{\text{м}^2} \quad (24)$$

Термины h_w и h_r соответствуют коэффициенту конвекции и коэффициенту излучения соответственно. Коэффициент излучения определяется уравнением (25):

$$h_r = 4\sigma\varepsilon_r T_{air}^3 = 2,84 \frac{\text{Вт} * \text{К}}{\text{м}^2} \quad (25)$$

Где необходимые значения указаны в таблице 5:

Таблица 5. Значения, используемые для расчета коэффициента излучения

Параметр [Единица измерения]	Обозначение	Значение
Постоянная Стефана-Больцмана [Вт/м ² *К]	σ	5.67*10 ⁻⁸
Средняя температура воздуха в Алматы в [°C]	T_{air}	6,5
Средняя температура воздуха в Алматы в [K]	T_{air}	279,65

Для расчета коэффициента конвекции мы учитываем теплопроводность воздуха (k_{air}), диаметр приемника (D_{out}) и число Нуссельта (N_u), которое необходимо рассчитать по числу Рейнольдса (R_e).

Коэффициент конвекции определяется уравнением (26):

$$h_w = \frac{k_{air}}{D_{out}} * N_u \quad (26)$$

Число Рейнольдса представлено следующим уравнением (27):

$$R_e = \frac{V_{air} D_{out}}{Y_{air}} \quad (27)$$

где V_{air} - приблизительная скорость ветра в Алматы, а Y_{air} - кинематическая вязкость воздуха. Последнее следует рассчитывать исходя из динамической вязкости воздуха, а также его плотности, описывается уравнением (28):

$$Y_{air} = \frac{Y_{aird}}{\rho_{воздух}} = \frac{0,00001825 \frac{Н * с}{м^2}}{1,2 \frac{кг}{м^3}} = 1,52083 * 10^{-5} \frac{м^2}{с} \quad (28)$$

Для чисел Рейнольдса, составляющих от 0,1 до 1000, число Нуссельта задается уравнением (29):

$$N_u = 0,40 + 0,54 R_e^{0,52} \quad (29)$$

Учитывая, что $R_e=1643,8$, для чисел R_e , составляющих от 1000 до 50 000, уравнение (29) выражается в уравнение (30):

$$N_u = 0,30 R_e^{0,6} \quad (30)$$

Из вышесказанного мы имеем, что $N_u=25,51$; поэтому коэффициент конвекции будет равен значению, рассчитанном в уравнении (31):

$$h_w = \frac{0,02 \frac{Вт}{м * К}}{0,03 м} = 17,004 \frac{Вт}{м^2 * К} \quad (31)$$

Исходя из вышесказанного, потери энергии приемника в окружающую среду будут

описываться уравнениями (31) и (32):

$$Q_{loss} = A_r U_l (T_{rm} - T_{amb}) = 1,09 \text{ Вт} \quad (32)$$

$$Q_{out} = Q_{opt} - Q_{loss} = 708,9 \text{ Вт} \quad (33)$$

С учетом поставляемой полезной энергии можно рассчитать мгновенный тепловой КПД системы с помощью следующего уравнения (34):

$$n_{isnt} = \frac{Q_{out}}{A_a I_b} * 100 = 48,5\%. \quad (34)$$

Экспериментальная часть

Общая концепция данной установки состоит в нагреве жидкости до высокой температуры для дальнейшего использования, в случае же недостаточной концентрации и как следствие низкой температуры (в пасмурные дни) планируется нагрев до повышенной температуры для дальнейшего подогрева в котле, как представлено на рисунке 3.

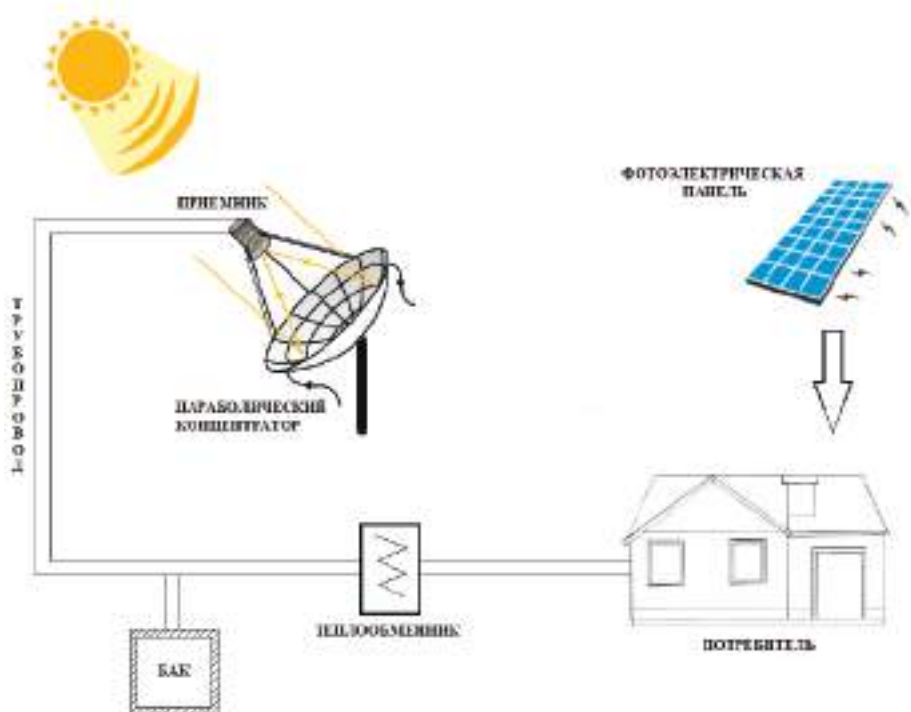


Рисунок 3 – концепция

Принцип действия состоит в следующем:

1. Солнечные лучи с помощью концентратора концентрируются в точку ресивера, экспериментальные значения температуры в фокусе ресивера порядка 150 °С.
2. По медному ресиверу течет трансформаторное масло, система также оснащена баком и насосом для дополнительной циркуляции.
3. Нагретое трансформаторное масло попадает в теплообменник где на выходе мы получаем горячую воду которую можем использовать.

Результатами этого исследования стала модель солнечного параболического концентратора с коэффициентом концентрации в 4475,975, оптическое КПД которого составляет 49%, а средняя температура в приемнике 435.13 К. Что является хорошими показателями и может быть использовано непосредственно для получения тепловой энергии либо преобразовании энергии в электрическую посредством тепловых двигателей, за счет чего можно достичь комбинированной генерации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Электронный ресурс. – В режиме доступа: <http://atlassolar.kz/Maps/Demo?map=solar#>. (Дата обращения 24.12.2021г.).
- 2 Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат. 1990.-392 с.
- 3 Стребков Д.С, Тверьянович Э.В. Концентраторы солнечного излучения. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2007. С. 12-30
- 4 Обухов, С.Г. Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых энергоресурсов / С.Г Обухов. Учеб. пособие. Томского политехнического университета. - 2008.- 140 с.
- 5 Вейнберг В.Б. Оптика в установках для использования солнечной энергии. - Л.: Оборонгиз, 1959.
- 6 Стребков Д.С., Майоров В.А., Панченко В.А. Солнечный фотоэлектрический модуль с параболоторическим концентратором // Энергобезопасность и энергосбережение. 2012. №5. С. 15-17.
- 7 Григорьев В.А., Зорин В.М. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент. -М.: Энергоиздат, 1982. С. 157, 178.

Т. Әжібек^{ID}, Д.Р.Умышев^{ID}

Алматы қаласының жағдайында күн параболикалық концентраторын әзірлеу және зерттеу

Аңдатпа. Бұл мақалада Қазақстан Республикасының климатындағы күн концентраторының моделі қарастырылады. Күн концентраторының конструкциясының геометриялық есебі, сондай-ақ Алматы қаласының климатын ескере отырып, күннің параболалық концентрация қондырғысынан оптикалық және жылулық есептеу жүргізілді. Концентрация коэффициенті 4475,975-тең параболалық концентратордың моделі ұсынылды, оның оптикалық тиімділігі 49%, ал қабылдағыштағы орташа температура 435,13 К. Бұл жақсы көрсеткіштер болып табылады және жылу энергиясын өндіру үшін пайдаланылуы мүмкін, ол жылы суды тікелей, суды алдын ала қыздырып, кейіннен қазандық арқылы қыздыру үшін, жылу қозғалтқыштары арқылы электр энергиясына айналдыру үшін немесе аралас циклді электр энергиясын өндіру үшін пайдалануға болады. Қазіргі уақытта желіден автономды тұтынушылар үшін пайдалы болатын біріктірілген генерациялы параболалық байыту қондырғысының тәжірибелік үлгісін енгізу бойынша жұмыстар жүргізілуде.

Негізгі сөздер: күн энергиясы, фокус, күн параболалық концентраторлар, жылу алмасу, температура, жылу жоғалтулары.

T.Azhibek^{ID}, D.R.Umyshev^{ID}

Development and research of a solar parabolic concentrator in the conditions of almaty

Abstract. This article discusses a model of a solar concentrator in the climate of the Republic of Kazakhstan. A geometric calculation of the design of the concentrator, as well as an optical and thermal calculation from a parabolic solar concentration installation, taking into account the climate of Almaty, was carried out. A model of a parabolic concentrator with a concentration factor of 4475.975 is proposed, the optical efficiency of which is 49%, and the average temperature in the receiver is 435.13 K. Which are good indicators and can be used to generate thermal energy, which in turn can be used directly, either for preheating water with subsequent heating in the boiler, converted into electrical energy by means of heat engines, or used for combined cycle power generation. At the moment, work is underway on the implementation of an experimental sample of a parabolic concentrator with combined generation, which will be useful for use by consumers autonomous from the network.

Keywords: solar energy, focus, solar parabolic concentrators, heat transfer, temperature, heat losses.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚУАТТЫ КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ

Н.Б. Калмен^{ib}, Ғ.Қ. Ауқенов^{ib}, О.Ғ. Сандыбай^{ib}

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

nurbek.kalmen@gmail.com

Аңдатпа. Қазіргі таңда әлемнің назары мен күші жаңғырылатын энергия көздеріне ауып жатыр. Оның негізгі себептері: бүкіл әлемдік климаттың жылуы және ауаның, қоршаған ортаның ластануы. Осы орайда барша мемлекеттер жаңғыртылатын энергия көздеріне көшіп жатыр. Олардың ішіндегі басым рөлді алып тұрған - су, күн және жел энергиясын түрлендіру.

Осы орайда бұл жұмыста елімізде бой көтерген ірі күн электр станцияларының жұмысы зерттеліп, кейбір станциялардың жұмысына салыстырмалы талдау жасалды: “Бурное-1” және “Қаскелен 50МВт”. Қолда бар ақпараттар арқылы негізгі әсер еткен факторларды көрсетіп, энерготиімділіктері есептелді. Сонымен, ол КЭС-нан максимум энергия алу үшін қандай факторларға басым назар салу керектігі аталып өтті.

Негізгі сөздер: Жаңғыртылатын энергия, күн электр станциясы, күн энергиясы, энерготиімділік, қондырылған қуатты пайдалану коэффициенті (КИУМ)

Күн электр станциясы – күннің радиациясын электр энергиясына түрлендіретін инженерлік құрылыс. Күн радиациясының түрлендіру тәсілдері әртүрлі және электр станциясының құрылымына байланысты. Ол кез келген объектілерді электрмен жабдықтаудың ең экологиялық, қолжетімді және экономикалық тиімді көзі. Оны кез келген нысанды электрмен жабдықтау үшін пайдалануға болады: саяжайлар, үйлер, коттедждер, кәсіпорындар, кеңсе, қонақ үйлер және т. б.

Қазақстандағы күн электр станциялары 2020 жылғы қазан айының 1-і күнгі есеп бойынша КЭС-нан өндірілетін қуат мөлшері жылына - 839 МВт құрайды (1-кесте).

1-кесте – ҚР-дағы ірі күн электр станциялары [1]

№	Аталуы	Менші иесі	Қондырылған қуаты, МВт	Облыс
1	КЭС Бурное	Samruk Kazyna - United Green	100	Жамбыл облысы
2	КЭС Сарань	ТОО «SES Saran»	100	Қарағанды облысы
3	КЭС Нура	-	100	Ақмола облысы
4	КЭС Акадыр	ТОО «КазСолар50»	50	Қарағанды облысы
6	КЭС Гульшат	ТОО «КПМ-Дельта»	40	Қарағанды облысы

Бұл мақалада 2 түрлі күн электр станциясының жұмысын қарастырылып, салыстырмалы анализ жүргізілді. Олар: Бурное-1 және Қаскелең күн электр станциялары. Бұл екі станцияның қуаты 50 МВт құрайды.

"Бурное Солар" Күн электр станциясы. Бүгінгі таңда "Бурное-Солар" - Қазақстанның 30- қуатты станцияларының бірі және еліміздің тарихындағы ең алғашқы және ең басты күн электр станциясы [2].

Электр станциясы орналасқан аумақтың жалпы ауданы - 222 гектар. "Бурное-1" КЭС және "Бурное-2" КЭС іске қосылған сәттен бастап "KEGOC" АҚ желісіне 536 миллион киловатт/сағаттан астам электр энергиясы өндіріліп, берілді (2, 3, 4-кестелер).

Мұнда фотоэлектрлік модульдер жиынтығы - 377 мың, КЭС 70 мың үйді жарықпен қамтамасыз ете алады. Өндіруші панельге 25 жылдық кепілдік береді, осы уақыт ішінде панельдердің өндірілетін қуаты төмендемейді, содан кейін шығын пайызы өте аз болады.

Тәуелсіздіктің 30 жылы ішінде "Бурное Солар" Қазақстанның жасыл экономикасында революция жасаған маңызды жобаға айналды.

2016 жылы "Бурное-1" жобасы корпоративтік әлеуметтік жауапкершілікті дамытуға қосқан үлесі үшін Қазақстанның Еуропалық Бизнес қауымдастығынан марапатқа ие болды. Сонымен қатар Лондонда "Бурное-1" жобасы әлемдегі 400 жоба арасынан "тұрақты даму" атты жоғарығы номинациясына ие болды.

2015 жылы салынған "Бурное-1" КЭС және 2018 жылы салынған "Бурное-2" КЭС тұрақты жұмыс істеп тұр, іске қосылған сәттен бастап жұмыста апатты жағдай болмаған.

КЭС үшін таңдалған жер өте қолайлы. Мұнда жыл бойы күн көп, ал жел сирек бұлттарды үрлеп қана қоймай, жазда панельдерді салқындатады, ал қыста қардан тазалайды.

Қаскелең 50МВт-тық Күн электр станциясы. Қуаты 50 МВт Қаскелең күн электр станциясы - Қазақстан аумағындағы күн электр станциясының үшінші жобасы. Электр станциясының құрылысы 2019 жылы басталды, энергия желісіне қосылу 2020 жылғы 26 маусымда өтті. Жоба "Қазақстан-Қытай өндірістік әлеуеті және инвестициялық ынтымақтастық" негізгі жобалар тізіміне енгізілді. Жоба жергілікті экономикалық дамуда оң рөл атқарады, жылына шамамен 82,1 млн.кВт*сағ таза электр энергиясымен қамтамасыз етеді, көмірқышқыл газының шығарындыларын жылына 82 000 тоннаға азайтады [3].

2-кесте - Бурное –1 КЭС талдау жасау (2017 жыл)

Айлар, 2017	Шығын ΔP, Вт	Өндірілім кВт*сағ	КИУМ (энерготи- імділік), %	Орташа радиация, Вт/м2	Орындалуы, %	Жоспар. кВт*сағ
Қаңтар	24,68	3 502 363	9,42	299,3	117,39	2 983 600
Ақпан	44,14	4 530 271	13,49	453,7	129,22	3 505 730
Наурыз	71,27	5 951 481	16,01	497,7	107,82	5 519 660
Сәуір	100,62	6 956 772	19,34	554,8	99,22	7 011 460
Мамыр	183,00	9 537 113	25,65	727,1	117,30	8 130 310
Маусым	178,70	9 271 094	25,77	737,4	107,15	8 652 440
Шілде	201,34	10 003 544	26,91	785,9	112,70	8 876 210
Тамыз	193,83	9 815 198	26,40	778,4	107,86	9 099 980
Қыркүйек	139,18	8 199 378	20,29	675,2	100,85	8 130 310
Қазан	90,14	6 693 475	18,00	515,6	105,57	6 340 150
Қараша	43,87	4 593 372	12,77	375,0	118,43	3 878 680
Желтоқсан	22,36	3 333 698	8,97	335,8	135,44	2 461 470
Қортынды	1 293,13	82 387 759	18,58	561,33	110,45	74 590 000

3-кесте - Бурное –1 КЭС талдау жасау (2018 жыл)

Айлар, 2018	Шығын ΔP, Вт	Өндірілім кВт*сағ	КИУМ (энерготи- імділік), %	Орташа радиация, Вт/м2	Орындалуы, %	Жоспар. кВт*сағ
Қаңтар	29,51	3 829 956	10,30	336,5	128,37	2 983 600
Ақпан	69,37	5 679 162	13,44	482,8	162,00	3 505 730
Наурыз	67,53	5 793 296	14,79	449,1	104,96	5 519 660
Сәуір	118,69	7 555 721	20,92	594,0	107,76	7 011 460

Мамыр	176,54	9 367 214	25,20	705,0	115,21	8 130 310
Маусым	145,47	8 364 756	23,25	610,4	96,68	8 652 440
Шілде	194,61	9 834 807	26,45	773,4	110,80	8 876 210
Тамыз	178,72	9 424 699	25,06	738,1	103,57	9 099 980
Қыркүйек	149,54	8 481 060	23,57	679,0	104,31	8 130 310
Қазан	69,61	5 881 873	15,82	454,5	92,77	6 340 150
Қараша	25,98	3 534 969	9,83	356,7	91,14	3 878 680
Желтоқсан	22,56	3 348 480	9,01	313,1	136,04	2 461 470
Қортынды	1 248,13	81 095 993	18,14	541,07	108,72	74 590 000

4-кесте - Бурное –1 КЭС талдау жасау (2019 жыл)

Айлар, 2019	ШЫҒЫН ΔP, Вт	Өндірілім кВт*сағ	КИУМ (энерготи- імділік), %	Орташа радиация, Вт/м2	Орындалуы, %	Жоспар. кВт*сағ
Қаңтар	33,44	4 076 729	10,97	315,9	136,64	2 983 600
Ақпан	48,10	4 728 975	14,08	406,9	134,89	3 505 730
Наурыз	88,64	6 637 330	17,85	503,0	120,25	5 519 660
Сәуір	65,23	5 601 376	15,07	423,7	79,89	7 011 460
Мамыр	191,63	9 759 194	26,25	739,1	120,03	8 130 310
Маусым	151,93	8 548 428	23,76	683,2	98,80	8 652 440
Шілде	188,43	9 677 489	26,74	0,0	109,03	8 876 210
Тамыз	151,15	8 667 536	24,07	0,0	95,25	9 099 980
Қыркүйек	107,58	7 193 306	19,99	0,0	88,48	8 130 310
Қазан	106,38	7 271 485	20,21	0,0	114,69	6 340 150
Қараша	44,17	4 609 323	12,81	0,0	118,84	3 878 680
Желтоқсан	26,10	3 601 621	10,01	0,0	146,32	2 461 470
Қортынды	1 202,78	80 372 792	18,48		107,75	74 590 000

Бұл жерде келтірілген мәліметтер келесідей анықталады:

Электр желісіндегі шығын:

$$\Delta P = \sqrt{3} I_{\text{ж}}^2 \cdot R_{\text{ж}}$$

$I_{\text{ж}}^2$ – желідегі токтың квадраты;

$R_{\text{ж}}$ - желінің кедергісі;

$r_{\text{ж}}=0,107$ Ом/км (анықтамалық бойынша);

Желінің толық ұзындығы – 0,742 м (0,742 км).

$$R_{\text{ж}}=0,107*0,742=0,079 \text{ Ом}$$

Электр энергиясының өндірілімі – қарастырылып отырған айдағы өндірілген электр энергиясының суммасы, есептеуіш аспаптарының көрсеткіші бойынша, өлшем бірлігі - кВт/сағ;

1) КИУМ (энерготиімділік) – электр энергетикасы кәсіпорындарының жұмыс тиімділігінің маңызды сипаттамасы [4]. Ол белгілі бір уақыт аралығында электр қондырғысының белгіленген қуатына орташа арифметикалық қуаттың қатынасына тең:

$$\text{КИУМ} = (\text{Тәулік ішінде өндірілген энергия} / (24 * \text{Қол жетімді қуат})) * 100\%$$

- 2) Орташа радиация - Күннің түсуіне, климатқа тәуелді, өлшем бірлігі - Вт/м²;
- 3) Орындалуы - жоспардың қаншалықты пайызға орындалғанын көрсетеді;
- 4) Жоспар – қарастырылатын айға қойылған жоспар.

Сонымен, осы мәліметтер негізінде Бурное -1 бойынша жыл аралық түрлі графиктер тұрғызылды (1, 2, 3, 4 – суреттер).



1-сурет – Күн радиациясының өзгеру мөлшері



2-сурет – Жылдық өндірілім



3-сурет – Электр энергиясының шығыны



4-сурет – КЭС-тің энерготиімділік сипаттамасы

Келесі кезекте жаңадан салынған Қаскелең КЭС бойынша талдау жүргіземіз (5-кесте, 5, 6-суреттер).

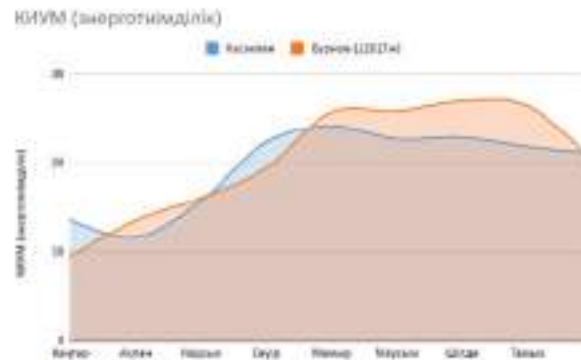
5-кесте - Қаскелең КЭС бойынша талдау жасау (2021 жыл)

Айлар, 2021	Өндірілді кВт*сағ	КИУМ (энерготиімділік), %	Орындалуы, %	Жоспар, кВт*сағ
Қаңтар	5056508	13,59	110	4 583 273
Ақпан	4311646	11,59	125	3 287 800
Наурыз	5811080	15,62	129	4 483 000
Сәуір	8284127	22,27	107	7 739 724
Мамыр	8965137	24,10	121	7 397 900
Маусым	8429878	22,66	104	8 111 703

Шілде	8494778	22,84	109	7 768 178
Тамыз	8110933	21,80	109	7 453 160
Қыркүйек	7831313	21,05	101	7 713 576



5-сурет – Электр энергиясының жылдық өндірілімі



6-сурет – КЭС-тің энерготиімділік сипаттамасы

Анализ жасау және салыстыру. Салыстыруға қолайлы болуы үшін екі бірдей 50МВт-тық күн электр станциялары алынды. Анализ және салыстыру мына тәртіппен жүрілді:

- 1) жекелей талдау;
- 2) өзара салыстыру;
- 3) қорытынды жасау.

Бурное-1 КЭС. Біз бірінші Бурное-1 КЭС-сының 3-жыл ішінде өндірген қуатын қарастырдық, сонымен қатар 4 түрлі график шығардық. Өндіру қуаты 3 жылда күн радиациясына тікелей байланысты болып тұр, оны графиктен көре аламыз. Яғни энерготиімділікке әсер ететін ең бірінші параметр күн радиациясы.

Ең көп қуат өндірілген ай: 2017-де шілде (10 003 544 кВт/сағ), 2018-де шілде (9 834 807кВт/сағ), 2019-да мамыр айы (9 759 194 кВт/сағ). Анализ жасау арқылы - осы күндері өзге күндерге қарағанда күн радиациясы ең жоғары болғанын байқауға болады.

Үш жылда өндіруден ең жоғарғы мәнді берген айлар 5-ші және 8-ші айлар аралығы. Бұған себеп сол кездегі жыл мезгіліне байланысты.

3-жылдың өндірілген қуат қорытындысы қатты өзгермеген. Бірақ арасындағы көш бастап тұрғаны 2017 жыл – 82 387 759 кВт/сағ (2018ж – 81 095 993 кВт/сағ; 2019ж – 80 372 792 кВт/сағ). Бұған панельдердің жыл сайынғы тиімділігін жоғалтуы себеп болуы мүмкін немесе жаһандық климаттың өзгерісі де әсерін тигізуі әбден мүмкін.

Бір қуантарлығы барлық жылда қойылған жоспар артығымен орындалған 2017 жылы - 110,45%, 2018 жылы - 108,72% және 2019 жылы - 107,75%.

Қаскелен 50 МВт. Бізде Қаскеленнің 9 айда өндірген ғана көрсеткіштері болғандықтан, осы бойынша талдаймыз. Бұл көрсеткіштер 2021 жылғы.

Ең қуат көп өндірілген ай (шілде) – 8 494 778 кВт/сағ. Ең жоғарғы көрсеткіштер 6 және 7 айларда болған екен. Осы 9 айда 61 855 680 кВт/сағ өндірген.

Екі КЭС-ның ішіндегі тиімдісі және көп қуат өндіргені Бурное-1 КЭС болып табылады. Оны негізгі екі фактордан көре аламыз. Біріншісі - нақты өндірген қуаты бойынша және екіншісі энерготиімділігі бойынша.

Қорытынды. Бұл жұмыста бірдей қуатты (50МВт) КЭС-сын қарастыру арқылы қайсысы тиімді жұмыс жасап жатқанын анықтадым. Қаскелен КЭС төмен көрсеткіш көрсетуіне негізгі себепкер - орналасқан аймағының климаттық жағдайы. Қаскеленде көктем мезгілінде көп

күндер бұлтты болуы арқылы, күннің тікелей түсуін тоқтатады, бірақ оданда басқа көптеген факторлар әсер етеді. Және ол зерттеу ұзағырақ уақытты алады. (Мысалы: климаттық жағдай, панельдердің орналасу бұрышы, бағыты; көлеңкеленуі; қардан тазалану; шаң басу, таза тұруы; панелдің құрамы; панель температурасының қызып кетуі; сол жердегі ауаның құрамы, лас немесе таза болуы, сым, инвертор және контроллердегі энергия шығындары, жарықтың біркелкі болмауы т.с.с. Осы факторларды зерттеу арқылы бұл КЭС-ның тиімділігін максимум арттыруға болады)7

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Список электростанций Казахстана [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://clck.ru/RNWrc>;
2. "Бурное Солар" [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: https://baigenews.kz/news/burnoe_solar_kak_eletrostantsiya_stala_proryvnyy_zelenym_proektom/;
3. СЭС Каскелен 50МВт в Казахстане [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: <https://www.universalenergy.com/ru/projects/469>;
4. Е.Хидолда, А.А.Асылхан, К.С.Жонкешова, Н.Абдикалық. Оценка функциональной эффективности солнечной электростанции. Вестник Satbayev University, 2021 г., №3, стр. 76-84.

Определение эффективности мощных солнечных электростанций в Казахстане

Н.Б. Калмен^{id}, Г.К. Ауkenov^{id}, О.Г. Сандыбай^{id}

Аннотация. В настоящее время внимание и сила мира переключаются на возобновляемые источники энергии. Его основными причинами являются: глобальное потепление климата и загрязнение воздуха, окружающей среды. В этой связи все государства переходят на возобновляемые источники энергии. Доминирующую роль в них играет преобразование энергии воды, солнца и ветра.

В этой работе изучена работа крупных солнечных электростанций, построенных в стране, проведен сравнительный анализ работы некоторых станций “Бурное-1” и “Каскелен 50МВт”. С помощью имеющейся информации были рассчитаны энергоэффективности с указанием основных факторов воздействия. Было отмечено, на какие факторы следует обратить приоритетное внимание, чтобы получить максимум энергии от СЭС.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, Солнечная электростанция, солнечная энергия, энергоэффективность, коэффициент использования установленной мощности.

Determination of the efficiency of powerful solar power plants in Kazakhstan

N.B. Kalmen^{id}, G.K. Aukenov^{id}, O.G. Sandybay^{id}

Annotation. Currently, the attention and power of the world is switching to renewable energy sources. Its main causes are: global climate warming and air and environmental pollution. In this regard, all States are switching to renewable energy sources. The dominant role in them is played by the transformation of the energy of water, sun and wind.

In this work, the work of large solar power plants built in the country was studied, a comparative analysis of the work of some stations “Burnoe-1” and “Kaskelen 50MW” was carried out. With the help of the available information, energy efficiency was calculated with the indication of the main impact factors. It was noted which factors should be given priority attention in order to get maximum energy from the Solar Power Plant.

Keywords: renewable energy, solar power plant, solar energy, energy efficiency, installed capacity utilization factor.

MATLAB SIMULINK ОРТАСЫНДА АВТОНОМДЫ АЗ ҚУАТТЫ КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫН МОДЕЛЬДЕУ

О. Т. Мирхиязов^{ib}, М. П. Кишкенебаев^{ib}, М.Н. Құралбек^{ib}

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

m.k_022@mail.ru

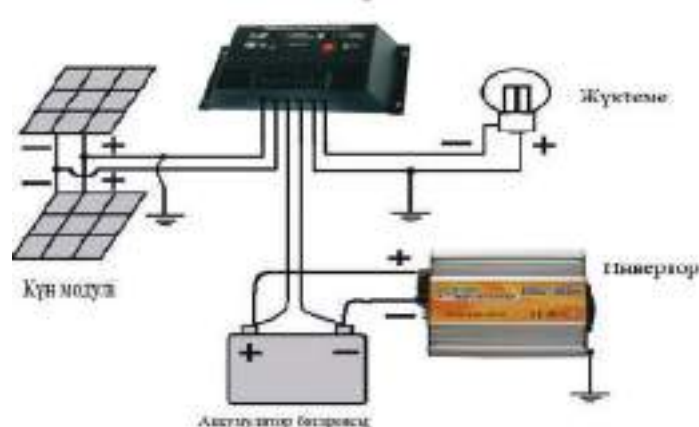
Аңдатпа. Аз қуатты күн электр станциясына тәжірибе жүргізу Сәтбаев университетінің аймағындағы күн энергиясын өндіретін қондырғылар мысалында жүзеге асырылды. КЭС-тарға жүргізілген зерттеулер әр-түрлі мезгілдегі жұмыс режимдерін зерттеуге арналған. MATLAB Simulink ортасында күн панелін модельдеу қарастырылған. Модель күн сәулесінің сәулелену деңгейінің әсерін және температураның өзгеруін ескеретін фотоэлектрлік күн элементтерінің негізгі теңдеулерін қолдана отырып жасалған. Күн панеліндегі MATLAB моделінің есептеу коэффициенттеріне эксперименттік тексеру жүргізілді. КЭС-ның жұмыс режимі туралы нақты мәліметтер - олардың сипаттамаларын дұрыс есептеуге және жобалау жүргізуге мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: Күн электр станциясы, күн панелі, электр түрлендіргіші, жүктеме, күн сәулесінің радиациясы, аккумулятор батареясы.

Электр энергетикасы жүйелерін дамытудың қазіргі заманғы үрдістері жаңа технологияларды жаппай енгізумен байланысты, жаңартылатын энергия көздері негізінде таратылған генерация сияқты (күн электр станциялары, жел генераторлары және т. б.)

Қоршаған ортаның ластануы, қазба ресурстарының шығындары және еліміздің энергиямен жабдықталуын орталықтандыру мәселелерін қарастыра отырып, айта кету керек, дәстүрлі энергия көздерін пайдалану және қазба отындарын өндіру экономикалық тұрғыдан тиімді болып табылады. Жаңартылатын энергия көздері саласындағы зерттеулер көрсеткендей бұл сала болашақта өзінің тиімділігін көрсетті. Күн энергиясын өндіру жаңартылатын энергия көздерінің ішінде ең дамыған бағыт болып табылады, ол орталықтандырылмаған және энергиядан алыс электрмен жабдықтау көздерінің отын құны мен шығынын азайту, сондай-ақ зиянды әсер ету үлесін азайту жағынан тиімді.

Орналасу орнына шолу және электр энергиясын өндіруді талдау. Зерттеу желілік күн электр станциясын пайдалану тиімділігін бағалау Сәтбаев университетінің аймағында жүргізілді. Панельдер қозғалыссыз күйде, жермен салыстырғанда 45 градус бұрыш жасап, оңтүстікке батыса бағытталған. Тәжірибе 2022 жылдың наурыз айында жүргізілді. Мақалаға екі күндегі жүргізілген сынақтар бойынша мәліметтер алынды.



1-сурет - Жеңілдетілген СЭС схемасы

1-суретте келтірілген схемаға сәйкес, Simscape electrical Specialized Power Systems кітапханаларын қолдана отырып, MATLAB Simulink ортасында автономды электр

станциясының модельдеу моделі жасалды. Модель үшін: күн батареясы, контроллер, қайта зарядталатын батарея, инвертор және жүктеме қолданылды. Сондай-ақ, MPPT контроллері үшін алгоритм және батарея зарядының разряд контроллері алгоритмі жасалды.

1 – кесте - Күн панельдерінің негізгі техникалық сипаттамалары

Тип	Монокристалл
Номиналды қуат, Вт	140
Номиналды кернеу, В	22,2
Максимал қуат кезіндегі кернеу(V_{mp}), В	18,2
Қысқа тұйықталу тогы, А	8,60
Модуль ПӘК-і %	15
Температуралық жұмыс диапазоны	-40°C-тан +85°C дейін
Модуль көлемі, мм	680x1480x40

Біріктірілген инвертор және зарядтау контроллері. Мақсаты - ток пен кернеудің оңтайлы мәндерін сақтау, аккумуляторды қауіпсіз зарядтау, төмен вольтты тұрақты токты желілік кернеудің айнымалы тогына айналдыру.

2 – кесте – Инвертордың негізгі техникалық сипаттамалары

Модель	Axpert MKS Inverter	Шығыс кернеуі, В	220/230
Номиналды қуаты, Вт	3000	Жиілігі, Гц	50
Кіріс кернеуі, В	22/33	ПӘК-і %	85

Аккумуляторлық батареялар. Мақсаты - өндірілген электр энергиясын сақтау.

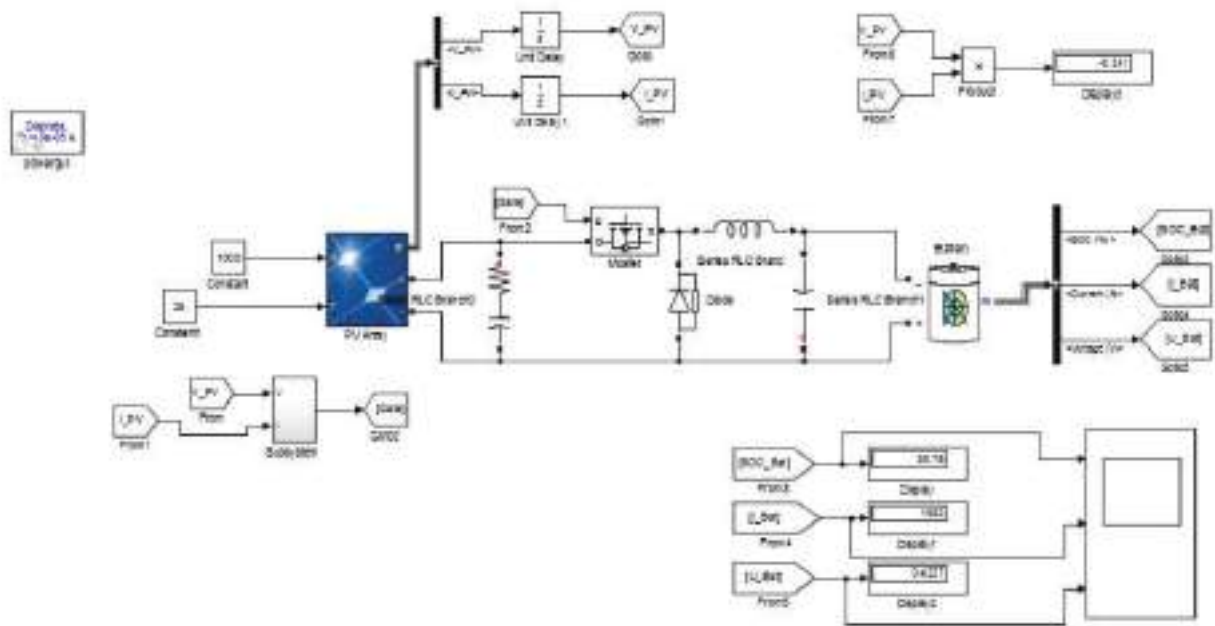
Күн қондырғысы үшін аккумуляторлар 2 бірлік көлемінде таңдалды. Әр батареяның сыйымдылығы 100 А*сағ. Түрі – мырыш кальцийлі аккумулятор.

Жүктеме. Жүктеме ретінде L2 Enterasys A2H124-24 типтегі коммутатор таңдалып алынды. Коммутатордың тұтынатын қуаты 100 Вт, түнгі уақытта тұтынатын қуаты 30 Вт. Кешкі уақытта коммутаторға қосалқы жүктеме ретінде жарық шамы қосылады, оның қуаты 50 Вт.

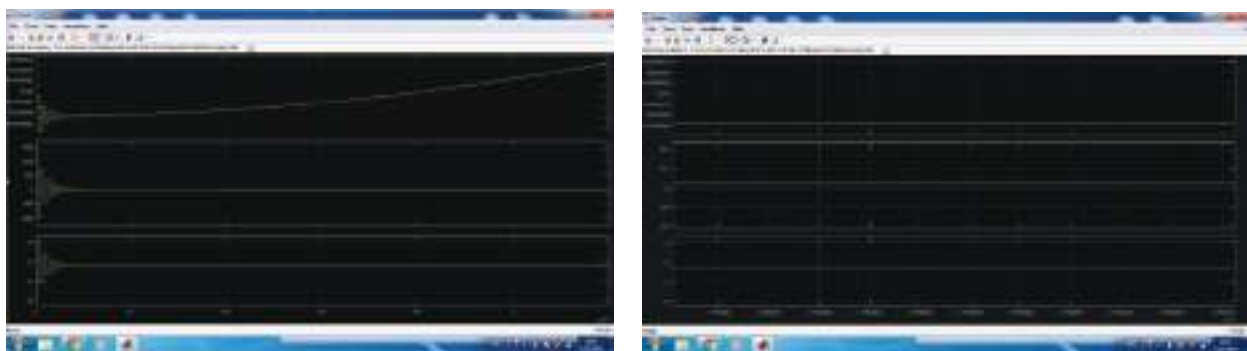
КЭС-ның жұмыс режимдерін талдау үшін MATLAB бағдарламасының Simulink қосымшасында математикалық модель жасалды. Өтпелі үрдістерді модельдеу үшін Specialized Power Systems кітапханасы пайдаланылды (2-сурет). АЭА моделі фотоэлектрлік генератордың жуықтатылған сипаттамалары және жеңілдетілген математикалық функциялар негізінде құрылған, ол қосалқы жүйе блогы түрінде ұсынылған [3, 4].

Жоғарыда айтылғандай, схема күн панелінің блогынан, MPPT контроллері бар DC/DC түрлендіргішінен, зарядтау-разрядты контроллері бар батарея блогынан және жүктемеден тұрады. 3-суретте аккумулятор батареясының зарядталуы, ток, кернеу параметрлері көрсетілген. Станция маусымдық режимде де, жыл бойы да жұмыс істей алады.

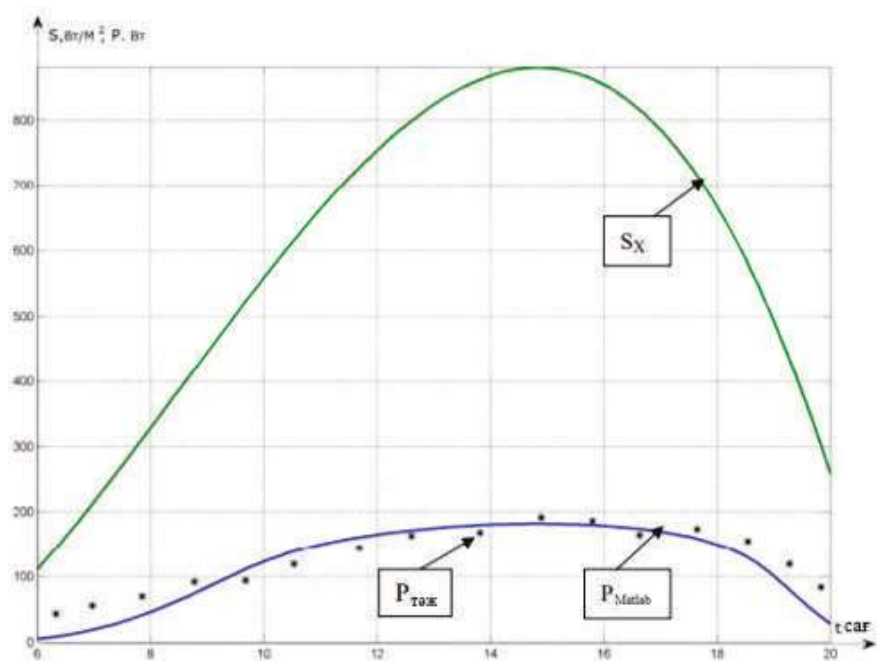
Нәтижелер және қорытынды. Компьютерлік Matlab - күн батареясының моделі, оның ішінде күн батареялары мен белсенді жүктеме бар. Күн панелінің моделі модульдік принцип бойынша жасалады. Matlab/Simulink кітапханасында орналастыру үшін күн панелінің блок-жүйесі әзірленді. Күн панелінің Matlab моделінің есептеу арақатынасын эксперименттік тексеру олардың дәлдігін көрсетті. Күн инсоляция деңгейін және қоршаған орта температурасын ескере отырып, күн элементінің сипаттамаларын есептеуге мүмкіндік беретін өрнектер алынды (4-сурет, 3-кесте).



2-сурет-MATLAB Simulink-тегі КЭС-ның схемасы



3-сурет-АБ параметрлерінің өзгеруі



4-сурет - Бір күндік күн окшаулау деңгейіне байланысты күн панелінің шығу қуатын өзгерту диаграммасы

3-кесте - Эксперименттік және Matlab-тық деректерді салыстыру

S, Вт/м ²	302		408,8		505,5		607,1		717		794		911	
T, C	13		18		20		21		25		24		26	
	сынақ	Mlab	сынақ	Mlab	сынақ	Mlab	сынақ	Mlab	сынақ	Mlab	сынақ	Mlab	сынақ	Mlab
I _{ВЫХ} , А	2,2	1,6	2,9	2,5	3,3	2,6	3,7	3,3	4,2	3,9	4,4	4,4	4,9	4,6
U _{ВЫХ} , В	22	35,5	26,5	35,4	30,1	35	33,7	35	34,5	34,7	35,5	34,5	36,7	34,3
P _{ВЫХ} , Вт	48,4	56,5	76	76,1	103,7	94,2	123	115,2	146	133,4	157,1	152,8	169	161

Тәжірибе мен MATLAB программасынан алынған мәндер салыстыру жұмыстары жүгізілді. Мәндер айырмашылығы 10 % аспады. Алынған көрсеткіштермен панельдердің тиімділігі бағалау есептеулері жүргізілді. 3-інші наурыз күн саулесінің радиациясы орта есеппен 606,48 Вт/м² және ауданы 1 м² болатын 4 панелдің орташа максималды қуаты 312 Вт өндірілген.

Күтілетін өндіру қуаты

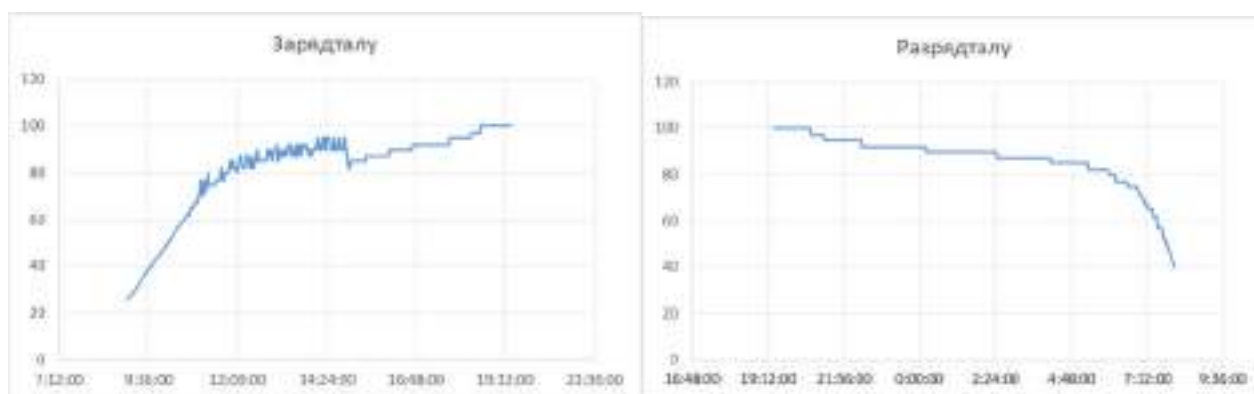
$$P_{сб} = K \times S_{сб} \times П\acute{Э}К = 606,48 \times 1 \times 4 \times 0,15 = 363,9\text{Вт}$$

мұндағы: P_{сб} - панельдің өнімділік қуаты, K - инсоляция коэффициенті (сәулелену деңгейі), S - панелдің ауданы, ПЭК – панелдің тиімділігі [2].

$$П\acute{Э}К = \frac{P_{сб}}{K \times S_{сб}} = \frac{312}{606,48 \times 1 \times 4} \times 100\% = 12,86\%$$

Тиімділігі 15% болғанда 363,9 Вт қуат өндіруі тиіс. Панельдің тиімділігі 12.86%-ға төмендейді.

Төмендегі графикте (5-сурет) аккумулятор батареясының 3-інші наурыз күнгі заряд-разрядталу тәуелділігі көрсетілген. Тәжірибе бір күндік мәнде алынған.



5-сурет – Аккумулятор батареясының сыйымдылық параметірінің тәулік өзгеру графигі

Жалпы алғанда, КЭС тиімділігін бағалаудың қабылданған есептеу әдістемесінен қорытынды жасай аламыз. Кейбір сәйкессіздіктер модульдің көлбеу бұрышы мен азимут бағытына және де Алматы қаласының ауа-райы құбылмалы болғанына байланысты болуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Козлов А.В., Ковалевский К.В., Юрченко А.В. Результаты климатических испытаний кремниевой солнечной батареи в натуральных условиях г. Томска // Возобновляемая энергетика. Состояние, проблемы, перспективы: Матер. Междунар. конф. – СПб., 2003. – С. 275–281;
- 2 Бурмистров А. А., Виссарионов В. И., Дерюгина Г. В., Кузнецова В. А. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии. – М.: МЭИ, 2009. – 144 с;
- 3 Как проводить непосредственно расчеты солнечных панелей В режиме доступа: <https://solarpanel.today/how-to-calculate/> (дата обращения: 29.03.2021);
- 4 Е.Хидолда, А.В.Юрченко, К.С.Жонкешова. Моделирование энергетических характеристик фотоэлектрической панели в Matlab/Simulink. Вестник Satbayev University, 2020 г., №2, стр. 553-559.

Моделирование автономной маломощной солнечной электростанции в среде Matlab simulink

О. Т. Мирхиязов^{id}, М. П. Кишкенебаев^{id}, М.Н. Құралбек^{id}

Аннотация. Проведение экспериментов на маломощной солнечной электростанции осуществлялось на примере установок, генерирующих солнечную энергию на территории Сатпаевского университета. Исследования, проведенные на КЭС, посвящены изучению режимов работы в разные периоды времени. В среде MATLAB/simulink осуществлено моделирование солнечной панели. Модель разработана с использованием основных уравнений фотоэлектрических солнечных элементов, учитывающих влияние уровня излучения солнечного света и изменение температуры. Проведена экспериментальная проверка расчетных коэффициентов модели MATLAB на солнечной панели. Точные данные о режиме работы КЭС позволяют правильно рассчитать их характеристики и провести проектирование.

Ключевые слова: солнечная электростанция, солнечный модуль, электрический преобразователь, нагрузка, солнечная радиация, аккумуляторная батарея.

Simulation of an autonomous low-power solar power plant in the Matlab simulink environment

О. Т. Mirkhiyazov^{id}, М. Р. Kishkenebaev^{id}, М.Н. Kuralbek^{id}

Annotation. Experiments at a low-power solar power plant were carried out using the example of installations generating solar energy in the region of Satpayev University. The research conducted at the KES is devoted to the study of operating modes in different time periods. The MATLAB/simulink environment provides simulation of a solar panel. The model is developed using the basic equations of photovoltaic solar cells, taking into account the influence of the level of sunlight radiation and temperature changes. Experimental verification of the calculated coefficients of the MATLAB model on a solar panel was carried out. Accurate data on the mode of operation of the CES allows you to correctly calculate their characteristics and carry out design.

Keywords: solar power plant, solar module, electric converter, load, solar radiation, battery.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАТАРЕЯМИ

А.М. Муканов , К.Б. Шакенов 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

mukan_99@mail.ru

Аннотация. На сегодняшний день аккумуляторная батарея является самой дорогой деталью всех электромашин. Однако при неправильной эксплуатации срок службы самой батареи может значительно сократиться. При неблагоприятных условиях батарея может представлять прямую угрозу безопасности не только автомобилю, но и экипажу. Необходимо обеспечивать определенные условия для каждого отдельного элемента батареи и всей системы батарей в целом.

Для этого используется система управления батареями (СУБ), которая контролирует отдельный элемент или блок батареи, отслеживая некоторые параметры. В первую очередь зарядный ток, напряжение, температуру и состояние заряда. Во вторую вычисляя данные, которые используются для управления окружающей средой батареи и ячейками. При исправной работе, аккумуляторной батареи электромашин можно эксплуатировать порядка тысячи циклов зарядки и разрядки.

Ключевые слова: Система управления батареями, аккумуляторная ячейка, интегральная схема контроля батареи, контроллер управления ячейками, контроллер управления батареями, балансировка заряда.

Конструкция батареи. Хотя об аккумуляторе электромобиля говорят как о чем-то едином, на самом деле он состоит из сотен (а иногда и тысяч) аккумуляторных ячеек, соединенных последовательно или параллельно в аккумуляторные модули. И эти модули затем соединяются в аккумуляторную батарею или то, что все называют просто «батареей».

Благодаря такой компоновке можно достичь требуемой мощности и энергии, и в то же время проще в изготовлении, установке, а также в осмотре и обслуживании.

Аккумуляторная ячейка, модуль. Каждый производитель изготавливает батареи по своим технологиям, применяя в изготовлении разные химические соединения или изготавливает аккумуляторные элементы разной формы. Но это всегда тип литиевой батареи, которая является самой эффективной технологией. Эти аккумуляторы более или менее (в зависимости от конкретного соединения) чувствительны к перепадам температуры, чрезмерному перезаряду или разряду, и для того, чтобы максимально продлить срок их службы, эти величины необходимо тщательно контролировать.

Литиевые батареи также подвержены влиянию перепада температуры, что может произойти из-за нескольких ошибок, таких как слишком быстрая зарядка или слишком быстрая разрядка. На следующих графиках показана так называемая зона безопасности. Рамка представляет условия, при которых литиевые батареи безопасны и работают лучше всего. Температура должна быть от -5 до 45°C, напряжение от 2 до 4 Вольт и сила тока от 0 до 1А^[3]. Крайне важно тщательно следить за тем, чтобы батарея находилась в этой «зоне безопасной эксплуатации» изображенной на рисунке 1.

Система управления батареей. Конструкция СУБ во многом соответствует конструкции батареи. Он состоит из интегральной схемы контроля батареи (BMIC), контроллера управления ячейками (CMC) и контроллера управления батареями (BMC).

Контроллер управления батареями управляет отдельными элементами батареи и должен иметь возможность быстро (за микросекунды) информировать контроллер управления ячейками о ситуации, чтобы контроллер управления батареями мог отреагировать и, при необходимости, исправить ошибку. Чтобы предотвратить утечку температуры, схема контроля батареи должна немедленно обнаруживать перегревающийся элемент батареи и как можно быстрее отправлять эту информацию дальше. Контроллер управления батареями должен решить, насколько серьезна ситуация, как действовать дальше, и при необходимости перегретую ячейку следует отключить.

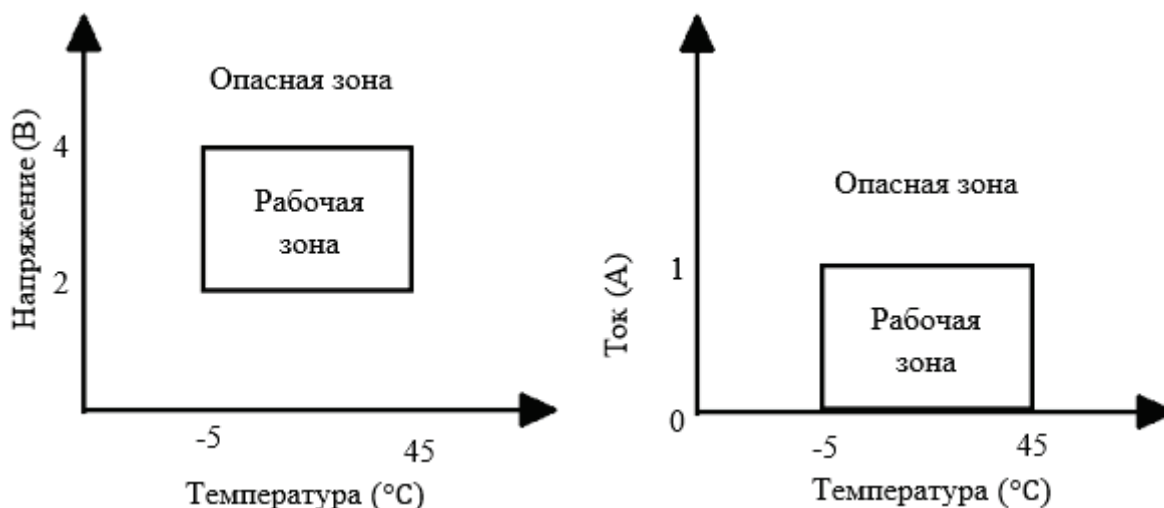


Рисунок 1 – Рабочее окно литий-ионной батарей

Точность измерения и способность реагировать на неблагоприятные условия зависят в первую очередь от частоты связи ВМІС с СМС и ВМС, чем чаще они общаются, тем больше шанс, что они успешно разрешат ситуацию, которая может быть рискованной. Однако спроектировать эффективную сеть связи в электромобиле совсем непросто из-за электрических помех.

Перед исправлением ошибки СУБ должен предотвратить любую неблагоприятную ситуацию, поэтому помимо модулей ВМІС, СМС и ВМС она также состоит из цепей, уравнивающих энергетические нагрузки разных ячеек, таким образом, все ячейки работают более или менее одинаково и не склонны создавать проблемы^[1].

Основные функции системы контроля батареями:

1. Контроль разрядки и зарядки

Зарядка и разрядка — самые опасные моменты в жизни аккумулятора. Во время зарядки переменным током контроль заряда частично осуществляется бортовым зарядным устройством, которое отвечает за преобразование переменного тока в постоянный, который затем подается в требуемое напряжение на аккумулятор. В случае зарядки постоянным током электрический ток поступает непосредственно в СУБ, которая управляет зарядкой и связывается со станцией постоянного тока.

Эта функция требует, чтобы вся система была интеллектуальной, потому что параметры самой батареи со временем меняются (происходит окисление на клеммах, изменение емкости ячеек батареи и т. д.) и необходимо, чтобы зарядка всегда адаптировалась к ней. в настоящее время.

2. Определение текущего состояния заряда

Это одна из важнейших функций, благодаря которой СУБ может сообщать водителю, сколько еще он может ехать. Но определить состояние заряда не так просто, как может показаться. На самом деле это одна из самых сложных проблем при разработке систем СУБ.

Текущее состояние заряда определяется как отношение доступной емкости к общей емкости аккумулятора и поэтому может принимать любое значение от 100% до 0%. А поскольку «разрядка» аккумулятора — это поток электронов, то, казалось бы, количество заряда или разряда можно только измерить. Однако на потребление влияет множество переменных, таких как текущая температура, изменение температуры при разряде, текущая нагрузка и многое другое, поэтому учесть их все далеко не просто.

Определение правильного значения состояния заряда осложняется еще и тем, что методы точного измерения либо слишком сложны в вычислительном отношении, либо недостаточно точны, а кроме того, состояние заряда зависит еще и от параметров всей батареи, которые изменяются в течение срока ее службы. , т.е. зависит от состояния батареи, которое еще сложнее определить^[1].

Поскольку точное измерение невозможно или крайне нецелесообразно, текущее состояние заряда основано на моделях компьютерных аккумуляторов.

3. Определение состояния здоровья

Состояние батареи определяется как отношение текущей полной емкости к полной емкости батареи на 0 километрах. Когда вы покупаете аккумулятор, он имеет 100% работоспособность, которая ухудшается с циклами зарядки.

Многие исследования сходятся во мнении, что на состояние батареи влияют температура, ток зарядки батареи, количество циклов зарядки и другие основные факторы. Однако не все процессы в аккумуляторе до конца известны, поэтому точных методов определения исправности аккумулятора не существует. Как и при определении состояния заряда, необходимо опираться на приблизительные компьютерные модели, учитывающие внутреннее сопротивление, проводимость, скорость саморазряда, емкость, энергию, полученную при зарядке, температуру при использовании, возраст, количество циклов и т. д.

До сих пор между отдельными производителями нет точного соглашения о том, какие переменные входят в расчеты и какие модели следует использовать. Исследования и разработки по-прежнему интенсивно сосредоточены на этих темах. И, как упоминалось выше, правильное определение состояния здоровья имеет решающее значение для максимально точного определения состояния заряда.

4. Балансировка заряда

Баланс заряда и разряда отдельных элементов — это одна из самых важных функций, от которых зависит весь срок службы батареи. Одинаковый уровень разрядки и заряда каждой ячейки важен для того, чтобы некоторые ячейки не перегружались и не разрушались.

Не существует двух абсолютно одинаковых аккумуляторных элементов. Некоторые всегда имеют немного большую или меньшую емкость. Аккумуляторные элементы, имеющие чуть меньшую емкость, быстрее разряжаются и быстрее разрушаются, а емкость других элементов остается неиспользованной. Точно так же при зарядке сначала заряжаются самые слабые элементы, а остальные заряжаются лишь частично.

Балансировка заряда и разряда отдельных элементов, таким образом, значительно увеличивает общую емкость, поскольку она не только определяется самыми слабыми элементами, но и защищает эти более слабые элементы, чтобы они не были повреждены, закорочены или протекали, что может привести к повреждению всей батареи ^[3].

5. Запись и связь

По сравнению с ранее упомянутыми функциями, запись и связь являются относительно простыми функциями. Поскольку состояние батареи является относительной величиной, СУБ необходимо хранить данные о характеристиках батареи в начале, чтобы можно было сравнить их с другими значениями. Благодаря этому он позволяет оценивать работу батареи, а также проводить ее диагностику.

Не менее важна связь между СУБ и другими частями автомобиля, такими как бортовое зарядное устройство или зарядная станция. СУБ также следит за тем, чтобы на дисплее водителя отображалось, как далеко он проехал или когда автомобиль нуждается в подзарядке. Также можно получить доступ к вышеупомянутой истории, которую СУБ хранит и обрабатывает.

Оценка состояния батарей. Состояние заряда аккумулятора является абсолютно важной информацией для водителя. Более того, использование батареи можно было бы продлить, если бы можно было получить точное значение. Однако это сложная проблема. Почему эту величину нельзя просто измерить и почему приходится полагаться на квалифицированные оценки?

На сегодняшний день существует три основных метода оценки: метод ампер-часов, метод напряжения холостого хода и методы на основе моделей.

Метод ампер-часов прост и удобен в реализации. Однако для того, чтобы он функционировал должным образом, ему необходимы исходные знания о состоянии здоровья (которое также является лишь оценкой) и на него негативно влияют накопленные

погрешности и погрешности измерений, и со временем он становится нецелесообразным. Метод измерения напряжения холостого хода также считается точным. Но использовать его можно только в том случае, если автомобиль долго отдыхал, поэтому в обычной эксплуатации использовать его затруднительно^[1].

Из-за всех упомянутых недостатков методы на основе моделей являются наиболее распространенным решением. Используются измерения как напряжения, так и тока. Измеренный ток вводится в модель и рассчитывается напряжение с использованием значения текущего и/или прошлых значений и параметров. Затем разница между рассчитанным и измеренным напряжением вставляется в алгоритм, способный корректно обновлять расчетное состояние.

Компьютерные модели аккумуляторов. Создание компьютерных моделей аккумуляторов, по которым потом можно было бы рассчитать уровень заряда, затруднено, поскольку это сильно нелинейная система. В основном есть два варианта. К первым относятся электрохимические модели, использующие электрохимические свойства батареи. И хотя этот метод относительно точен, на практике он сложен в вычислительном отношении, поэтому вместо него используются несколько моделей эквивалентных схем. Эти схемные модели широко используются для оценки состояния батареи, но их проблема заключается в том, что они не столь точны.

Текущие исследования сосредоточены в основном на разработке более точных моделей или на сочетании существующих моделей (электрохимических и схемных) таким образом, чтобы они не требовали таких вычислительных ресурсов, и цель состояла в том, чтобы в конечном итоге использовать их в электромобилях.

Баланс заряда аккумуляторной батареи. В мире нет двух одинаковых аккумуляторных элементов (или двух одинаковых аккумуляторов). Различия могут заключаться во внутреннем сопротивлении, уровне деградации, емкости, температуре окружающей среды и многом другом. Эти неизбежные различия между ячейками могут вызвать множество проблем, и общая емкость может резко снизиться. Затем этот дисбаланс приводит к чрезмерной разрядке или перезарядке отдельных элементов, что опасно для аккумуляторной батареи в целом, и поэтому балансировка заряда между отдельными элементами имеет первостепенное значение для поддержания производительности и продления срока службы батареи.

Пассивные методы балансировки заряда. Пассивный метод означает, что элементы, которые имеют больше энергии, чем другие, разряжаются резисторами, а избыточная энергия рассеивается в виде тепла. Высвобождая избыточную энергию из более полных элементов, аккумуляторную батарею можно легко сбалансировать.

Однако этот метод тратит слишком много энергии, а также усложняет термоконтроль всей батареи. Причем в этом случае работают только перезаряженные аккумуляторы, и, если один аккумуляторный элемент значительно слабее других, при балансировке выделяется больше энергии, чем при движении.

Активные методы балансировки заряда. Для активной балансировки используются активные коммутационные схемы, которые способны передавать энергию между отдельными ячейками. В отличие от пассивных методов тратится лишь небольшое количество энергии. Но для этого в схему нужно встроить больше компонентов, что приводит не только к удорожанию, но и к снижению надежности.

Активная балансировка осуществляется с помощью различных стратегий, называемых топологиями, которые учитывают стоимость, сложность и надежность. Как всегда, есть компромисс. В самых простых и, следовательно, наиболее надежных топологиях ячейка может сбалансировать только другую ячейку, которая находится рядом с ней, чего недостаточно, если несбалансированные ячейки находятся дальше друг от друга.

Чтобы эффективно соединить все ячейки, чтобы их выравнивание могло быть гибким, требуется слишком много компонентов, что делает их ненадежными и дорогими. Третий метод, который допускает небольшое количество компонентов и гибкость, слишком медленный, чтобы быть эффективным на практике, поскольку две соседние ячейки постепенно выравниваются до тех пор, пока не будет достигнут однородный заряд^[3].

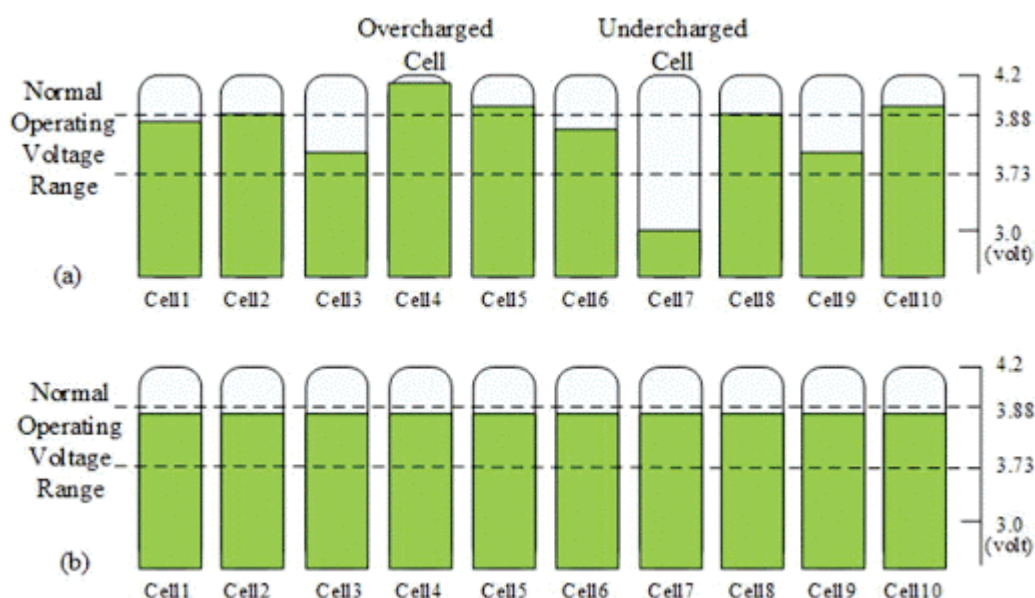


Рисунок 2 – Дисбаланс и баланс заряда ячеек батареи

Поскольку это является фундаментальной функцией СУБ, много усилий направлено на разработку наиболее эффективных топологий и использование наилучших стратегий, как пассивной, так и активной балансировки, с использованием как можно меньшего количества компонентов.

Заключение. СУБ — часть электромобилей, о которой мы слышим не так часто, как, например, аккумулятор, но функция ее совершенно незаменима. Именно СУБ защищает батарею от неправильного использования и повреждения, продлевает срок службы батареи и обеспечивает постоянную готовность батареи к использованию.

Тем не менее, каждый проект всегда требует баланса между ценой, эффективностью и долговечностью каждой системы. Единственная ценность, которая никогда не обесценивается, — это безопасность. Все компоненты должны соответствовать стандартам безопасности, поэтому каждая СУБ должна быть отказоустойчивой и содержать избыточные ресурсы, такие как процессорные блоки, каждый из которых должен иметь свои собственные выделенные устройства, такие как память и многое другое.

С точки зрения важности и безопасности автомобиля и экипажа BMS определенно является недооцененной частью электромобиля и заслуживает такого же внимания, как и сама батарея (если не большего).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Salehen, P.M.W. MATEC Web of Conferences 90 / P.M.W. Salehen, M.S. Su'ait, H. Razali, K. Sopian. – AiGEV 2016, 2017. – 7 с.
- [2] Why is a Battery Management System needed in Electric Vehicles? [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – Режим доступа: <https://evreporter.com/battery-management-system-for-electric-vehicles/>
- [3] Battery Management System [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – Режим доступа: <https://www.evexpert.eu/eshop1/knowledge-center/bms1>

Батареяларды басқару жүйесін оңтайландыру

А.М. Муқанов^{ib}, К.Б. Шакенов^{ib}

Андатпа. Бүгінгі күні батарея барлық электр машиналарының ең қымбат бөлігі болып табылады. Дегенмен, дұрыс пайдаланбаған жағдайда, батареялардың қызмет ету мерзімі айтарлықтай қысқартылуы мүмкін. Қолайсыз жағдайларда аккумулятор тек көлік құралына ғана емес, экипажға да тікелей қауіп төндіруі мүмкін. Әрбір жеке аккумулятор элементі және тұтастай алғанда бүкіл батарея жүйесі үшін белгілі бір шарттарды қамтамасыз ету қажет.

Ол үшін кейбір параметрлерді бақылау арқылы жеке ұяшықты немесе батарея блогын басқаратын батареяны басқару жүйесі (ББЖ) пайдаланылады. Ең алдымен зарядтау тогы, кернеу, температура және заряд күйі. Екіншісі - батарея ортасы мен ұяшықтарды басқару үшін пайдаланылатын есептеу деректері. Дұрыс жұмыс істегенде, электр машинасының аккумуляторы мыңға жуық зарядтау және разряд циклі үшін жұмыс істей алады.

Негізгі сөздер: Батареяны басқару жүйесі, батарея ұяшығы, аккумуляторды басқарудың интегралды схемасы, ұяшықтарды басқару контроллері, батареяны басқару контроллері, зарядты теңгеру.

Optimization of the battery management system

A.M. Mukanov^{1b}, K.B. Shakenov^{1b}

Annotation. To date, the battery is the most expensive part of all electric machines. However, if used incorrectly, the life of the batteries themselves can be significantly reduced. Under adverse conditions, the battery can pose a direct safety hazard not only to the vehicle, but also to the crew. It is necessary to provide certain conditions for each individual battery element and the entire battery system as a whole.

For this, a battery management system (BMS) is used, which controls an individual cell or battery block by monitoring some parameters. First of all, charging current, voltage, temperature and state of charge. The second is computing data that is used to manage the battery and cell environment. With proper operation, the battery of an electric machine can be operated for about a thousand charge and discharge cycles.

Keywords: Battery management system, battery cell, battery control integrated circuit, cell management controller, battery management controller, charge balancing.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ШАГА ОБМОТКИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМА ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ОБМОТКЕ СТАТОРА

М.А. Мустафин[✉], Н.К. Алмуратова[✉], М.Е. Танабеков[✉], Б. Байгазинов[✉]

Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева

Казахстан, Алматы

nur0577@mail.ru

Аннотация: В статье предлагаются метод и результаты исследования выходного напряжения трехфазного преобразователя частоты с широтно – импульсной модуляцией, выполненные в математическом компьютерном приложении «Mathcad». Представлены результаты моделирования, подтверждающие адекватность модели.

Разработан математический аппарат для определения оптимальных, с позиции энергоэффективности, соотношений геометрических размеров и шага обмотки статора асинхронных двигателей, ориентированных на центробежную нагрузку. Предлагается оптимизация геометрических параметров объектно-ориентированных асинхронных двигателей по критерию минимума потерь мощности в обмотке статора.

Предлагаемая в статье математическая модель трехфазного преобразователя частоты с широтно – импульсной модуляцией позволяет не только исследовать работу системы управления и процесс формирования выходного напряжения ПЧ, но и вычислять амплитуды и фазы высших гармонических составляющих. Задачи гармонического анализа и синтеза с использованием математического приложения «Mathcad» выполняются с высокой точностью и подтверждают адекватность предложенной модели.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, статор, центробежный насос, энергетические показатели, потери мощности.

В настоящее время самыми распространенными и энергоемкими потребителями электроэнергии являются механизмы центробежного действия (МЦД). Практически во всех МЦД используются электроприводы на базе асинхронных двигателей. Соответственно именно асинхронный электропривод центробежных насосов имеет наибольшие перспективы для значительного сокращения расхода электроэнергии [1], [2].

Анализ особенностей режимов работы и механических характеристик механизмов центробежного действия (МЦД) показал, что требования к величине пускового и максимального момента двигателей МЦД становятся второстепенными, отсутствуют жесткие требования к габаритам машины.

Учитывая продолжительный режим работы и значительную установленную мощность МЦД, основным критерием при проектировании двигателей центробежных агрегатов нужно считать минимизацию потерь мощности в АД [1,5,6]. Главными ограничениями в дальнейших расчетах приемем сохранение неизменными объема сердечника и массы обмотки двигателя.

На первом этапе приемем значения электромагнитных нагрузок выбранными и соответствующими данным общепромышленных асинхронных двигателей соответствующей мощности. В этом случае оптимизации подлежат геометрические параметры АД – полюсное деление τ , длина рачотки статора l , шаг обмотки Y и параметр β , который определяет отношение полюсного деления к длине сердечника.

При заданной мощности, частоте вращения и выбранных значениях электромагнитных нагрузок объем сердечника постоянен и определяется главными размерами машины:

$$D^2 l = const . \quad (1)$$

При этом соотношение D и l (параметр β) в значительной степени определяет электромеханические и энергетические свойства АД.

Еще одним параметром, влияющим на энергетику АД, является величина шага обмотки Y . В [3] проведен анализ известных решений по укорочению шага обмотки статора для улучшения формы ЭДС. Однако, этот вопрос необходимо решать в общем контексте проблемы оптимизации геометрических параметров АД с учетом специфики центробежной нагрузки.

Таким образом, нами ставится задача определения геометрических параметров АД ЦН β и шага обмотки Y , минимизирующих потери в обмотке статора, при условии неизменности объема сердечника D^2l и выбранных значениях электромагнитных нагрузок.

Известны [3,5] выражения для потерь мощности в активной (пазовой) и лобовой частях обмотки статора АД.

$$\Delta P_{M1A} = \pi D l \rho_1 A j_1 = 2 \pi \tau l \rho_1 A j_1; \quad (2)$$

$$\Delta P_{M1L} = \pi D l_{\text{л1}} \rho_1 A j_1 = 2 \pi \tau l_{\text{л1}} \rho_1 A j_1, \quad (3)$$

где:

j_1 - плотность тока в обмотки статора;

ρ_1 - удельное сопротивление материала обмотки статора.

Определим зависимость величины потерь в обмотке статора от параметров β и Y . Так как при проектировании специализированных электрических машин за основу принимают какую – либо серийно выпускаемую машину, примем ее главные геометрические размеры за базовые. При принятых условиях сохранения объема сердечника, можно записать:

$$D^2 l = D_6^2 l_6 = \text{const}, \quad (4)$$

где D_6, l_6 - геометрические размеры базового двигателя при $\beta = \beta_6$.

Для разрабатываемого двигателя, ориентированного на центробежную нагрузку (АДЦН), из (4) получим:

$$l = l_6 \frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2 / \beta_6^2}}, \quad \tau = \tau_6 \sqrt[3]{\beta / \beta_6}. \quad (5)$$

Подставляя значения (5) в (2), и учитывая, что $l_6 = \tau_6 / \beta_6$, получим новое выражение для потерь в активной части обмоток статора АД:

$$\Delta P_{M1A} = 2 \pi \tau_6^2 \frac{1}{\beta_6 \sqrt[3]{\beta / \beta_6}} \rho_1 A j_1. \quad (6)$$

Для определения потерь мощности в лобовой части обмоток статора АД, в (3) необходимо определить ее длину $l_{\text{л}}$. Длина полувитка лобовой части определяется [3], как

$$l_{\text{л}} = k_{\text{л}} b_{\text{кт}} + 2B,$$

где $b_{\text{кт}}$ – средняя ширина катушки, определяемая по дуге окружности, проходящей по серединам высоты пазов (рисунок 1).

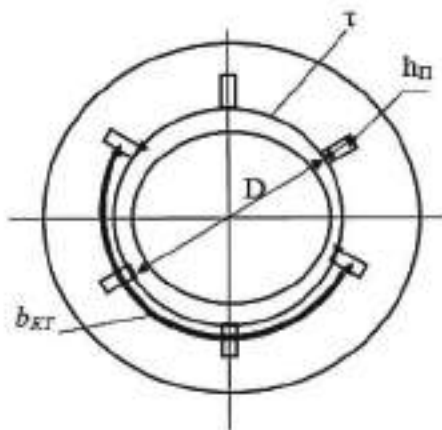


Рисунок 1

$$b_{\text{КТ}} = \frac{\pi(D+h_{\text{П1}})}{2p} Y,$$

где: Y – укорочение шага обмотки статора;

D – диаметр внутренней расточки статора;

$h_{\text{П1}}$ – высота паза статора.

С достаточной точностью можно принять $b_{\text{КТ}} = \tau$ и с учетом укорочения шага Y записать

$$l_{\text{Л}} = k_{\text{Л}} \tau Y. \quad (7)$$

В (7) $k_{\text{Л}}$ показывает зависимость длины лобовой части от длины полюсного деления при диаметральном шаге обмотки статора τ ($Y=1$).

Подставляя (10) в (3), получим:

$$\Delta P_{\text{М1Л}} = 2p \tau_6^2 \sqrt{\beta^2 / \beta_6^2} k_{\text{Л}} Y \rho_1 A j_1 \quad (8)$$

Выражения (6) и (8) получены для любого значения шага Y . Влияние Y на потери в обмотке статора учтем следующим образом.

При анализе влияния шага обмотки Y на потери в обмотке статора будем исходить из необходимости сохранения массы обмотки АДЦМ такой же, как в базовом двигателе.

Из выражения расчетной мощности следует, что, при неизменном значении индукции в зазоре, произведение линейной нагрузки на коэффициент укорочения обмотки

$$A \cdot k_{\text{оу}} = A \cdot \frac{1}{\sin(\frac{\pi Y}{2})} = \text{const}.$$

Отсюда

$$A = A_6 \cdot \frac{\sin(\frac{\pi Y_6}{2})}{\sin(\frac{\pi Y}{2})}. \quad (9)$$

Изменение плотности тока определим при принятом условии сохранения массы обмотки АДЦМ. Масса активной части обмотки

$$G_{\text{М1А}} = g_{\text{М}} N \cdot l \cdot S_{\Phi} = g_{\text{М}} \cdot N l \frac{l_1}{j_1}, \quad (10)$$

где $g_{\text{М}}$ – удельный вес меди;

S_{Φ} – сечение проводника обмотки.

$N=2w \cdot n$ – число проводников обмотки.

Если определить сечение проводника обмотки через ток обмотки статора и плотность тока j , а диаметр внутренней расточки статора выразим через полюсное деление, выражение для массы активной части обмотки статора можно записать, как

$$G_{\text{М1А}} = 2p \cdot g_{\text{М}} \cdot \frac{\tau_6^2}{\beta_6^3 \sqrt{\beta / \beta_6}} \cdot A_6 \frac{\sin(\frac{\pi Y_6}{2})}{\sin(\frac{\pi Y}{2})} \cdot \frac{1}{j} \quad (11)$$

Аналогично находим массу лобовой части обмотки статора

$$G_{\text{М1Л}} = 2p \cdot g_{\text{М}} \cdot A_6 \frac{\sin(\frac{\pi Y_6}{2})}{\sin(\frac{\pi Y}{2})} \cdot \frac{1}{j} \cdot \tau_6^2 \cdot \sqrt{\beta^2 / \beta_6^2} \cdot k_{\text{Л}} \cdot Y. \quad (12)$$

Таким образом, масса обмотки статора АД равна

$$G_{M1} = G_{M1A} + G_{M1L} = 2p \cdot g_M \cdot A_6 \frac{\sin\left(\frac{\pi Y_6}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi Y}{2}\right)} \cdot \frac{1}{j} \cdot \tau_6^2 \cdot \frac{1}{\beta_6 \cdot \sqrt[3]{\beta/\beta_6}} \cdot (1 + \beta \cdot k_L \cdot Y). \quad (13)$$

Из условия неизменности массы обмотки $G_{M1} = G_{M16} = const$, находим значение плотности тока

$$j = j_6 \cdot \frac{\sin\left(\frac{\pi Y_6}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi Y}{2}\right)} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{\beta/\beta_6}} \cdot \frac{1 + \beta \cdot k_L \cdot Y}{1 + \beta_6 \cdot k_L \cdot Y_6}. \quad (14)$$

Теперь потери в активной части обмотки статора можно определить подстановкой линейной нагрузки A (9) и плотности тока j (14) в (6):

$$\Delta P_{M1A} = 2p \cdot \rho \cdot \tau_6^2 \cdot A_6 \cdot \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi Y_6}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi Y}{2}\right)} \right)^2 \cdot j_6 \cdot \frac{1 + \beta k_L Y}{1 + \beta_6 k_L Y_6} \cdot \frac{1}{\beta \cdot \sqrt[3]{\beta^2/\beta_6^2}} \quad (15)$$

Потери мощности в лобовой части обмотки статора аналогично находим подстановкой значений A и j в (8):

$$\Delta P_{M1L} = 2p \cdot \rho \cdot \tau_6^2 \cdot A_6 \cdot \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi Y_6}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi Y}{2}\right)} \right)^2 \cdot j_6 \cdot \frac{1 + \beta k_L Y}{1 + \beta_6 k_L Y_6} \cdot \sqrt[3]{\beta/\beta_6} \cdot k_L Y \quad (16)$$

Суммируя (15) и (16), после некоторых преобразований, получим выражение потерь мощности в обмотке статора АД:

$$\Delta P_{M1} = 2p \cdot \rho \cdot \tau_6^2 \cdot A_6 \cdot \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi Y_6}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi Y}{2}\right)} \right)^2 \cdot j_6 \cdot \frac{(1 + \beta k_L Y)^2}{1 + \beta_6 k_L Y_6} \cdot \frac{\sqrt[3]{\beta/\beta_6}}{\beta_6} \quad (17)$$

Анализ (18) позволяет считать функцию достаточно универсальной зависимостью, связывающей потери в обмотке статора с двумя переменными – Y и β . Исследуем функцию (18) на экстремум. Первым шагом, для фиксированного β определим производную функции по Y и приравняем ее нулю:

Так как ΔP_{M1} является функцией двух переменных, для классического аналитического определения минимума функции (18), при фиксированном значении одной из них, находим первую производную, например, $d\Delta P/dY$. Для этого используем возможности символьного раздела приложения «Mathcad». Первая производная $d\Delta P_{M1}/dY$ равна

$$\frac{d}{dY} \Delta P(Y) \rightarrow \frac{\beta \cdot k_L \cdot \left(\beta^{\frac{-1}{3}} + Y \cdot \beta^{\frac{2}{3}} \cdot k_L \right)}{\sin\left(\frac{\pi \cdot Y}{2}\right)^2 \cdot (\beta \cdot k_L + 1)} + \frac{\beta^{\frac{2}{3}} \cdot k_L \cdot (Y \cdot \beta \cdot k_L + 1)}{\sin\left(\frac{\pi \cdot Y}{2}\right)^2 \cdot (\beta \cdot k_L + 1)} - \frac{\pi \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot Y}{2}\right) \cdot (Y \cdot \beta \cdot k_L + 1) \cdot \left(\beta^{\frac{-1}{3}} + Y \cdot \beta^{\frac{2}{3}} \cdot k_L \right)}{\sin\left(\frac{\pi \cdot Y}{2}\right)^3 \cdot (\beta \cdot k_L + 1)}$$

Упрощение выражения проводим с помощью встроенного оператора simplify:

$$\frac{d}{dY} \Delta P(Y) \text{ simplify} \rightarrow \frac{4 \cdot (Y \cdot \beta \cdot k_L + 1) \cdot \left(\pi \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot Y}{2}\right) - 2 \cdot \beta \cdot k_L \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot Y}{2}\right) + \pi \cdot Y \cdot \beta \cdot k_L \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot Y}{2}\right) \right)}{\beta^{\frac{1}{3}} \cdot (\beta \cdot k_L + 1) \cdot \left(\sin\left(\frac{3 \cdot \pi \cdot Y}{2}\right) - 3 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot Y}{2}\right) \right)}$$

Для примера, на рисунке 2 приведены графики производной $d\Delta P_{MI}/dY$ и потерь в статоре АД ΔP_{MI} при фиксированном значении $\beta = 0.5$. Минимум потерь наблюдается при $d\Delta P_{MI}/dY = 0$ ($Y_{опт} = 0.833$).

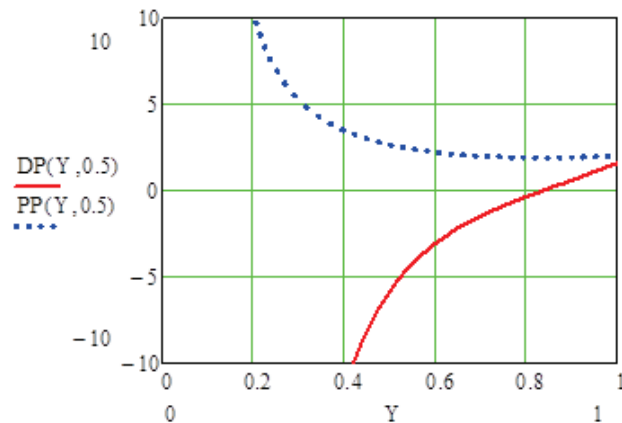


Рисунок 2

На рисунке 3 приведено семейство кривых $\Delta P_{MI}(Y)$ для различных значений β . По полученным графикам можно определить оптимальные значения шага Y при $\beta = \text{var}$. В нашем случае $Y_{опт} (\beta = 0.5) = 0.833$, $Y_{опт} (\beta = 0.7) = 0.793$, $Y_{опт} (\beta = 0.9) = 0.761$.

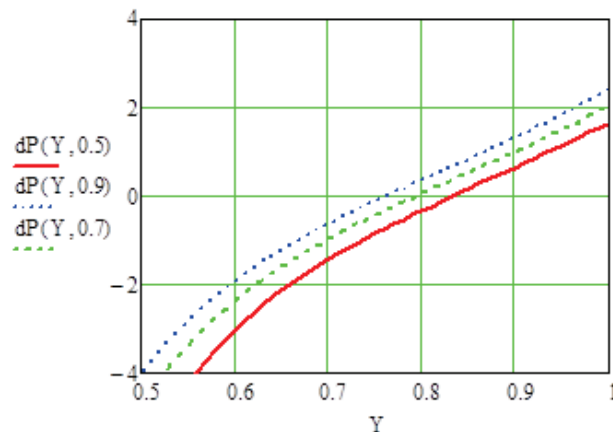


Рисунок 3

Таким образом, в результате многовариантного расчета получена зависимость потерь мощности ΔP_{MI} в статоре АД от шага обмотки Y при фиксированных значениях параметра β . Далее последовательно определяются оптимальные значения $Y_{опт}$ и $\beta_{опт}$.

Выводы

Повышение энергетических показателей электропривода центробежных насосов является многофакторной задачей, включающей в себя выбор системы электропривода, разработку алгоритмов управления и другие вопросы. Результаты данной работы показывают обоснованность предлагаемого подхода к решению одной из задач - минимизации потерь в двигателе за счет оптимизации его геометрических соотношений.

В результате проведенных исследований, на основе анализа особенностей режимов работы центробежных насосов определен критерий оптимизации геометрии и шага обмотки статора АДЦН – минимум потерь мощности в обмотках АД - при сохранении неизменными объема сердечника и массы обмотки двигателя. Значение магнитной индукции также не изменяется.

Получена аналитическая зависимость потерь мощности в обмотке статора от его геометрических пропорций (длины сердечника и полюсного деления) и укорочения шага обмотки. Показано, что при принятых условиях функция является универсальной и может быть использована

при проектировании АД насосов любой мощности для определения геометрических пропорций и шага обмотки статора, минимизирующих потери мощности в обмотках АД.

Проведено аналитическое и численное исследование полученной зависимости на экстремальные значения. Показано, что, несмотря на разрывность, в области реальных значений переменных γ и β , функция имеет однозначное решение при ее минимизации.

Таким образом, получены методика расчета и математический аппарат, позволяющие снизить потери мощности в асинхронном двигателе центробежных агрегатов на стадии проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лезнов Б. С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. - М.: Машиностроение, 2013. - 176 с., ил..
2. M. Mustafin, N. Almuratova. Calculation of transient processes of electric drives of centrifugal mechanisms. International Journal of Pharmacy & Technology. IJPT|Sep-2016|Vol. 8 |Issue No.3| Indian.
3. Копылов И.П. Проектирование электрических машин: учебник для вузов - М.: Издательство Юрайт, 2011. - 767 с. ISBN 978-5-9916-0904-3
4. Новокшенов В.С., Сембин Д.Е. Энергосберегающий асинхронный двигатель привода насоса. Сб. «Энергетика и топливные ресурсы Казахстана», №2, Алматы:2000.
5. Мустафин М.А., Гали К.О., Жаркымбекова М.Б. Статор орамасында қуаттың шығынын томендету үшін ортадан тепкіш асинхронды қозғалтқыштардың параметрлерін оңтайландыру. Вестник КазНУ №4 (140), 2020.

Орталықтан тепкіш сораптардың асинхронды қозғалтқыштарының геометриялық параметрлерін және орам қадамын статор орамындағы ең аз қуат жоғалту критерийі бойынша оңтайландыру

М.А. Мустафин^{id}, Н.К. Алмуратова^{id}, М.Е. Танабеков^{id}, Б.Байғазинов^{id}

Аннотация: Мақалада «Mathcad» компьютерлік математикалық қосымшасында орындалатын импульстік ені модуляциясы бар үш фазалы жиілік түрлендіргішінің шығыс кернеуін зерттеу әдісі мен нәтижелері ұсынылған. Модельдің адекваттылығын растайтын модельдеу нәтижелері ұсынылған.

Орталықтан тепкіш жүктемеге бағытталған асинхронды қозғалтқыштардың геометриялық өлшемдерінің арақатынасы мен статор орамасының қадамын энергия тиімділігі тұрғысынан оңтайлы анықтау үшін математикалық аппарат әзірленді. Статор орамасындағы ең аз қуат жоғалту критерийі бойынша объектіге бағытталған асинхронды қозғалтқыштардың геометриялық параметрлерін оңтайландыру ұсынылады.

Мақалада ұсынылған импульстік ені модуляциясы бар үш фазалы жиілікті түрлендіргіштің математикалық моделі басқару жүйесінің жұмысын және түрлендіргіштің шығыс кернеуін қалыптастыру процесін зерттеуге ғана емес, сонымен қатар амплитудалар мен фазаларды есептеуге мүмкіндік береді. жоғары гармоникалық компоненттерден тұрады. «Mathcad» математикалық қосымшасының көмегімен гармоникалық талдау және синтез тапсырмалары жоғары дәлдікпен орындалады және ұсынылған модельдің сәйкестігін растайды.

Негізгі сөздер: асинхронды электр қозғалтқышы, статор, орталықтан тепкіш сорғы, энергия көрсеткіштері, қуат жоғалтулары.

Optimization of geometric parameters and winding pitch of asynchronous motors of centrifugal pumps according to the criterion of minimum power losses in the stator winding

М.А. Mustafin^{id}, N.K. Almuratova^{id}, M.E. Tanabekov^{id}, B. Baigazinov^{id}

Abstract: The article proposes a method and results of studying the output voltage of a three-phase frequency converter with pulse-width modulation, performed in the mathematical computer application "Mathcad". The results of modeling are presented, confirming the adequacy of the model.

A mathematical apparatus has been developed to determine the optimal, from the standpoint of energy efficiency, ratios of geometric dimensions and stator winding pitch of asynchronous motors oriented to centrifugal load. It is proposed to optimize the geometric parameters of object-oriented asynchronous motors according to the criterion of minimum power losses in the stator winding.

The mathematical model of a three-phase frequency converter with pulse-width modulation proposed in the article allows not only to study the operation of the control system and the process of forming the output voltage of the inverter, but also to calculate the amplitudes and phases of higher harmonic components. The tasks of harmonic analysis and synthesis using the mathematical application "Mathcad" are performed with high accuracy and confirm the adequacy of the proposed model.

Keywords: asynchronous electric motor, stator, centrifugal pump, energy indicators, power losses.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ АППРОКСИМАЦИИ КРИВОЙ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

Н.К. Алмуратова^{id}, С.М. Байзакова^{id}

Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева,

Казахстан, Алматы

nur0577@mail.ru

Аннотация. Целью данной статьи является определение КПД некоторых значений приведенного расхода асинхронного двигателя, который используется в насосных станциях магистрального трубопровода, частотно-регулируемых в центробежных электроприводах. Создание энергосберегающего электродвигателя из эффективных значений. Поставленная цель достигается за счет учета рациональной величины уменьшения шага обмотки двигателя, мощности двигателя, основных размеров и магнитной индукции, а масса обмотки не должна изменяться при изменении установленной величины уменьшения расхода. На практике, особенно в условиях республики, когда остро стоит задача энергосбережения, на газоперекачивающих станциях с крупными синхронными электродвигателями с применением частотно – регулируемого электропривода, эти задачи особенно актуальны.

В данной статье проведен анализ основного метода оценки остаточного ресурса высоковольтных синхронных двигателей применяемого в крупных фирмах дальнего зарубежья.

Ключевые слова: Асинхронный двигатель, короткозамкнутый ротор, число полюсов, шаг обмотки, шестерня, полюс.

Мощность P_{Σ} , потребляемая электроприводом насоса в [1] определяется как

$$P_{\Sigma} = \frac{H_{0*}(C_H \cdot H_{C*} + Z_* \omega_*^2)}{\eta(Q) \cdot (C_H \cdot H_{0*} + Z_*)} \cdot \sqrt{\frac{H_{0*} \omega_*^2 + H_{C*}}{C_H \cdot H_{0*} + Z_*}} \quad (1)$$

где H_{0*} - напор насоса при закрытой задвижке; H_{C*} - статический напор, обусловленный разностью уровней начала и конца трубопровода; Z -параметр, характеризующий гидравлическое сопротивление трубопровода; ω_* - угловая скорость вращения рабочего колеса насоса; C_H - коэффициент, равный:

$$C_H = l - \frac{l}{H_{0*}} \quad (2)$$

Коэффициент полезного действия (КПД) центробежного насоса при постоянной частоте вращения рабочего колеса зависит от производительности агрегата, то есть от подачи. В (1) видно, что мощность насоса является функцией $\eta(Q)$. Следовательно, для энергетических расчетов необходимо получить аналитическую зависимость $\eta(Q)$ во всем диапазоне регулирования подачи.

Изменение КПД насоса при регулировании подачи является одной из важнейших характеристик. Определяется она по паспортной характеристике, представляемой заводом-изготовителем.

В аналитических расчетах для описания этой кривой используют различные варианты аппроксимации. В [2] предлагается представление зависимости $\eta(Q)$ в виде:

$$\eta_1(Q) = (2 \cdot Q - Q^2) \eta_n \quad (3)$$

Авторами [3] использовалось представление КПД как гармонической функции

$$\eta_2(Q) = \eta_n \cdot \sum_{n=1,2,4} k_n \sin(n \frac{\pi}{2} Q), \quad (4)$$

где k_a - коэффициент аппроксимации

Далее предлагается аппроксимировать кривую $\eta(Q)$ полиномом второй степени.

Рассчитаем кривую $\eta(Q)$ для центробежного насоса 12 НДсН с номинальными параметрами: подача 1000 м³/ч, напор 24 м, КПД 85%, наружный диаметр колеса 460 мм, частота вращения 930 об/мин.

Характеристики центробежного насоса (ЦН), приведенные заводом – изготовителем, представляем в виде матрицы:

$$M_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0.144 & 0.288 & 0.432 & 0.576 & 0.72 & 0.854 & 1.008 & 1.08 \\ 0 & 0.34 & 0.58 & 0.72 & 0.8 & 0.86 & 0.87 & 0.84 & 0.82 \\ 32.8 & 32.6 & 32.1 & 31.9 & 30.8 & 29.4 & 26.8 & 24 & 22.8 \\ 0 & 0.39 & 0.63 & 0.75 & 0.85 & 0.91 & 0.92 & 0.89 & 0.87 \end{pmatrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.144 \\ 0.288 \\ 0.432 \\ 0.576 \\ 0.72 \\ 0.854 \\ 1.008 \\ 1.08 \end{pmatrix} \quad Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.34 \\ 0.58 \\ 0.72 \\ 0.8 \\ 0.86 \\ 0.87 \\ 0.84 \\ 0.82 \end{pmatrix},$$

где X – подача (о.е.); Y – КПД (о.е.) насоса соответственно представлены векторами X и Y . Транспонированная матрица:

$$data := M_1^T \quad X := data^{(0)} \quad Y := data^{(1)}$$

$$data = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 32.8 & 0 \\ 0.144 & 0.34 & 32.6 & 0.39 \\ 0.288 & 0.58 & 32.1 & 0.63 \\ 0.432 & 0.72 & 31.9 & 0.75 \\ 0.576 & 0.8 & 30.8 & 0.85 \\ 0.72 & 0.86 & 29.4 & 0.91 \\ 0.854 & 0.87 & 26.8 & 0.92 \\ 1.008 & 0.84 & 24 & 0.89 \\ 1.08 & 0.82 & 22.8 & 0.87 \end{pmatrix}$$

В математическом приложении MathCad имеется встроенная программа “regress” /4/, которая возвращает вектор VS, запрашиваемый функцией interp (VS, VX, VY, x), содержащий коэффициенты многочлена n-ой степени, который наилучшим образом приближает «облако» точек с координатами, хранящимися в векторах VX и VY.

Полиномиальная регрессия:

$$n := \text{rows}(data)$$

Задаем степень полинома, равной 2:

$$k = 2$$

$$z = \text{regress} (X, Y, k)$$

Для вычисления коэффициентов полинома регрессии используется функция submatrix.

$$\text{fit}(x) := \text{interp}(z, X, Y, k)$$

$$\text{coeffs} := \text{submatrix}(z, 3, \text{length}(z) - 1, 0, 0)$$

В результате получаем коэффициенты нулевого, первого и второго порядков искомого полинома:

$$\text{coeffs}^T = (0.037 \quad 2.118 \quad -1.311)$$

Таким образом, зависимость $\eta(Q)$ представлена полиномом второй степени

$$\eta_3(Q) := 0.037 + 2.118 \cdot Q - 1.311 \cdot Q^2 \quad (5)$$

В случае, если степень полинома задаем, равной 3, тогда:

$$k = 3$$

$$z = \text{regress} (X, Y, k)$$

Коэффициенты нулевого, первого, второго и третьего порядков искомого полинома:

$$\text{coeffs}^T = (5.066 \cdot 10^{-3} \quad 2.645 \quad -2.606 \quad 0.796)$$

В этом случае видно, что значение коэффициента третьего порядка мало, таким образом им можно пренебречь.

На рисунке 1 представлены результаты расчетов:

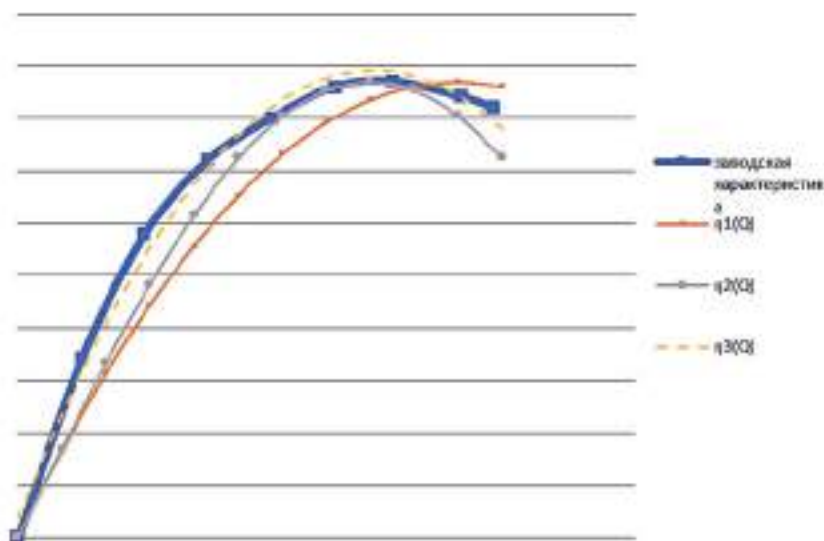


Рисунок 1 – Аппроксимация кривой КПД ЦН

Для оценки точности аппроксимации рассчитаем относительную погрешность. Для каждого из случаев относительная погрешность равна:

$$\delta (\eta_1(Q)) = 13,4\%$$

$$\delta (\eta_2(Q)) = 10,65$$

$$\delta (\eta_3(Q)) = 3,8\%$$

Вывод: в результате проведенного исследования получены зависимости КПД ЦН от его производительности в виде полинома второй степени, наиболее точно аппроксимирующий паспортные характеристики ЦН. С применением полученных результатов проводятся все дальнейшие расчеты энергетических характеристик электропривода ЦН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафин М.А., Мустафин Е.М. Энергосберегающие системы электропривода центробежных насосных агрегатов. – Алматы, 2009. 248с.
2. Сембин Д.Е., Новокшенов В.С. Регулирование режимов работы насосных станций нефтепроводов изменением частоты вращения электрического привода // Энергетика, радиотехника, электроника и связь, АИЭС, Алматы, 1999. С 73-77
3. Галеев В.Б., Каркачев М.З. Магистральные нефтепродукто-проводы – М.: Недра, 1988
4. Дьяконов В. MathCad 8/2000: специальный справочник – Спб: издательство «Питер», 2000. – 592 с.

Пайдалы әсер коэффициентінің тиімділік қисығын дәлдігін арттыру

Н.К. Алмуратова^{ib}, С.М. Байзакова^{ib}

Аңдатпа. Бұл мақаланың мақсаты орталықтан тепкіш электр жетектерінде жиілікпен басқарылатын магистральдық құбырдың сорғы станцияларында қолданылатын асинхронды қозғалтқыштың төмендетілген шығынының кейбір мәндерінің тиімділігін анықтау болып табылады. Тиімді мәндерден энергияны үнемдейтін электр қозғалтқышын құру. Бұл мақсат қозғалтқыш орамасының қадамын, қозғалтқыш қуатын, негізгі өлшемдерін және магниттік индукцияны азайтудың ұтымды мәнін есепке алу арқылы қол жеткізіледі және ағынды азайтудың белгіленген мәні өзгерген кезде орамның массасы өзгермеуі керек. Тәжірибеде, әсіресе республика жағдайында, энергияны үнемдеу міндеті өткір тұрған кезде, жиілікпен басқарылатын электр жетегі пайдаланатын үлкен синхронды электр қозғалтқыштары бар газ айдау станцияларында бұл міндеттер ерекше өзекті болып табылады.

Бұл мақалада ірі шетелдік компанияларда қолданылатын жоғары вольтты синхронды қозғалтқыштардың қалдық мерзімін бағалаудың негізгі әдісі талданады.

Негізгі сөздер: Асинхронды қозғалтқыш, қысқа тұйықталған ротор, полюстер жұп саны, орама қадамы, тістік бөлік, полюстік бөлік.

Improving the accuracy of efficiency curve fitting

N.K. Almuratova^{ib}, S.M. Bayzakova^{ib}

Abstract. The purpose of this article is to determine the efficiency of some values of the reduced flow rate of an asynchronous motor, which is used in pumping stations of the main pipeline, frequency-controlled in centrifugal electric drives. Creation of an energy-saving electric motor from effective values. This goal is achieved by taking into account the rational value of the reduction in the motor winding pitch, motor power, main dimensions and magnetic induction, and the mass of the winding should not change when the set value of the flow reduction is changed. In practice, especially in the conditions of the republic, when the task of energy saving is acute, at gas pumping stations with large synchronous electric motors using a frequency-controlled electric drive, these tasks are especially relevant.

This article analyzes the main method for estimating the residual life of high-voltage synchronous motors used in large foreign companies.

Key words: Asynchronous motor, squirrel-cage rotor, number of poles, winding pitch, gear, pole.

МИКРО СУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ ЖҰМЫСЫНА САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ ЖАСАУ

А.А. Баянай^{ib}, Н.Е. Балгаев^{ib}

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

a.bayanay@stud.satbayev.university

Аңдатпа. Бұл мақалада гидроэлектростанцияның негізгі элементтері қамтылды. Гидротурбиналардың, қақпалардың және гидрогенераторлардың әртүрлі түрлері қарастырылады. Негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері, бөлшектері, құндылықтары, ПЭК-ін арттыру әдістері, сондай-ақ мүмкіндігінше кемшіліктерді жою әдістері ашылды. Су электр станциясының жұмысының көптеген түсініксіз аспектілерін талдай отырып, жеке гидротехникалық құрылыстардың мақсатын назардан тыс қалдыруға болмайтынын біле отырып, оларсыз механикалық энергияны түрлендіру процесі негізінен мүмкін еместігін білдік. Сондай-ақ, мақалада гидроэлектростанцияның негізгі энергетикалық жабдықтары орналасқан бөлмелерінің бірі машина бөлімі екендігі анықталды. Құрылымның төменгі бөлігінде орналасқан үлкен бөлме машина бөліміне арналған. Залда арнайы бетон негізінде гидравликалық қондырғылардың бүкіл жүйесі бар, олар өз кезегінде гидравликалық турбиналар мен ток генераторларынан тұрады. Турбиналарға берілетін су ағыны қалақшалардың айналуына әкеліп соғады, нәтижесінде гидрогенераторлар ток генерациялай бастайды. Электр станциясын пайдалану қауіпсіздігі барлық жүйелер мен құрылғылардың үйлесімді жұмысына байланысты.

Негізгі сөздер: Қақпалар, гидравликалық турбина, гидрогенератор

Гидроэнергетика негіздері. Қақпалар.

Кез – келген гидроэлектростанция жабдықтарының маңызды элементі – қақпалар - судың өзінің құрылымдары арқылы өтуін реттеуге мүмкіндік беретін құрылғы. Қақпалардың сенімділігі бүкіл станцияның қауіпсіздігіне тікелей байланысты, сондықтан бұл құрылғыларға ерекше назар аударылады.

Барлық қақпаларды бірнеше топқа бөлуге болады. Су төгетін құрылыстардағы қақпалар мен турбиналарға су беру жолымен байланысты қақпалар жұмысының ерекшелігі түбегейлі ерекшеленеді – біріншілері көбінесе жабық, екіншісі-керісінше ашық. Турбиналарға қызмет көрсететін қақпаларға көбінесе жұмыс жылдамдығына, сондай – ақ үлкен гидродинамикалық жүктемелерге төтеп беру қабілетіне ерекше талаптар қойылады, өйткені олардың кейбіреулері үлкен қуатқа ие су ағындарында ағып жатқан су ағынын жауып тастауы қажет болады. Су қысымымен жұмыс істейтін беткі қақпалар мен терең қақпалар деп бөлінеді.

Беткі қақпалар құрылымның кіре-берісінде орналасқан, мұндай қақпалардың жоғарғы шеті су деңгейінен жоғары орналасады. Терең қақпалар толығымен суда болатын саңылауларды жауып тастайды, олардың жоғарғы шеті су деңгейінен төмен орналасады.

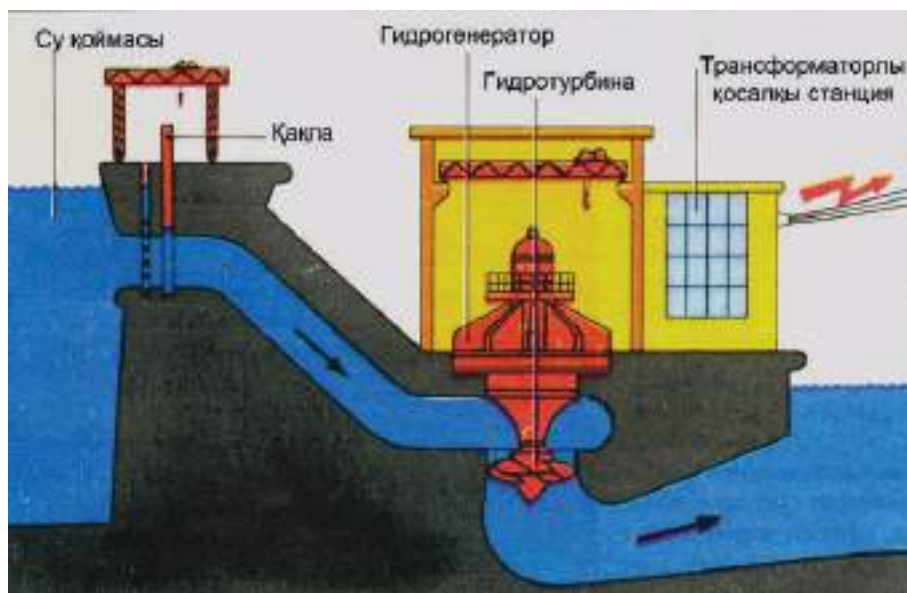
Авариялық қақпалар – апаттар кезінде су ағынын жауып тастайды (олар тез және ағымдағы су жағдайында жұмыс істейді), жөндеу қақпалары – негізгі қақпаны жөндеу кезінде судың өтуіне жол бермейді. Құрылысы бойынша, қақпалар көбінесе болаттан жасалады, бірақ кейде алюминий қорытпалары, темірбетон, ағаш т.б. қолданылады.

Сегменттік қақпа - бұл көлденең қимада сегмент тәрізді және көлденең осьтің айналасында айналатын екі тіректің аяғына бекітілетін қақпа. Жалпақ қақпалардан айырмашылығы, сегменттік қақпалар тек негізгі қақпа ретінде қолданылады. [1].

МикроСЭС-да пайдаланылатын гидротурбиналардың түрлері

Гидравликалық турбина қысыммен ағып жатқан судың энергиясын біліктің механикалық айналу энергиясына айналдырады.

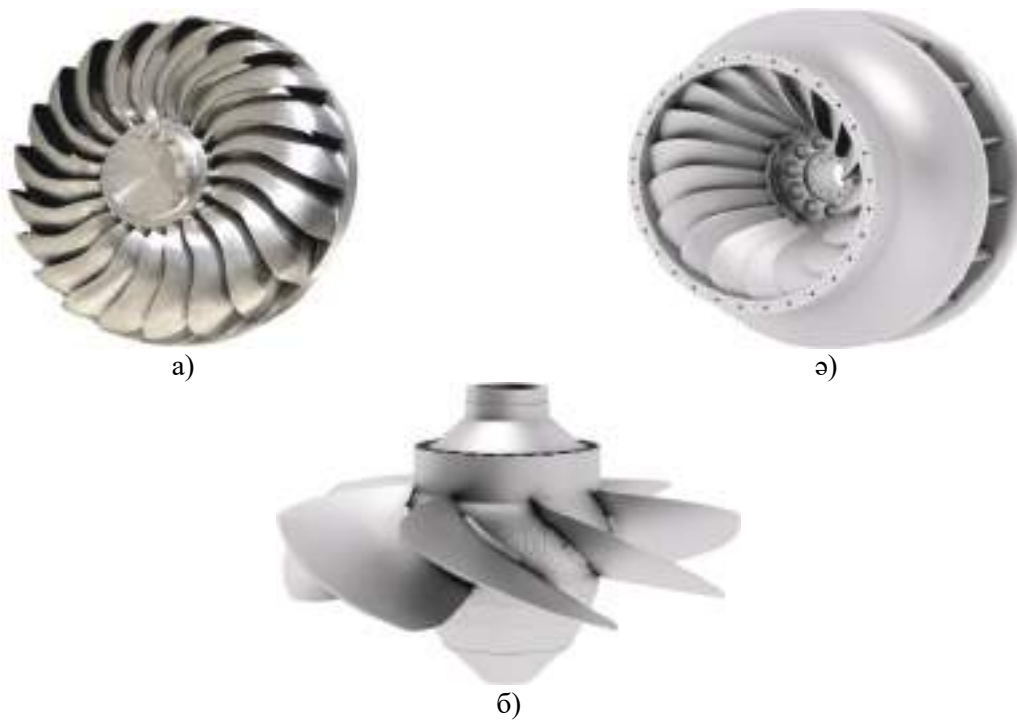
Жұмыс жасау принципі бойынша гидротурбиналар реактивті (ағынды) және белсенді (еркін ағынды) болып бөлінеді [1]. 1-кестеде әртүрлі гидротурбинлардың көрсеткіштері бойынша салыстыру орындалған. 2-суретте гидротурбиналардың түрлері көрсетілген [3].



1-сурет - Су электр станциясының принципіалды схемасы

1-кесте. Гидротурбинларды көрсеткіштері бойынша салыстыру

Түрлері	Артықшылығы	Кемшіліктері	Кемшіліктерін жою тәсілдері
Белсенді Шөміш тәріздес	Жартылай жүктемелер кезіндегі жоғары тиімділік; құрылысының қарапайымдылығы; жеке түйіндерді ауыстыруының жеңілдігі; синхронды компенсатор режимін жеңіл жүзеге асыруы және т.б.	жұмыс жасауы жоғары қысымды қажет етеді; сорғы ретінде пайдалану мүмкіндігінің жоқтығы; жеткізілетін су сапасына талабының жоғарылығы (құм сияқты әртүрлі қосылыстар турбинаның тез тозуына әкеледі).	-
Реактивті Диагональды айналмалы-қалақ тәріздес (Каплан)	Бұл турбина басқа турбиналармен салыстырғанда судың төмен деңгейі мен жоғары ағын жылдамдығында тиімдірек жұмыс істейді, көлемі жағынан шағын болып келеді, каплан турбинасын жасау оңай, орын аз қажет етеді.	Білігінің орны тек тік бағытта болуы, жоғары ағын жылдамдығының қажеттігі, негізгі кемшіліктерінің бірі шығатын құбырдағы қысымның төмендеуіне байланысты пайда болатын кавитациялық процес,	Жұмыс қалақшалары үшін сору құбырын және тиісті материалдарды, әдетте тот баспайтын болатты пайдалану кавитация мәселесін едәуір төмендету мүмкіндігін туғызатын еді.
Радиалды-осьтік (Френсис)	Ең жоғары оңтайлы ПЭК-і	Каплан турбинасына қарағанда көлбеу өнімділігі төмен, жоғары діріл аймақтарның бар болуы	-

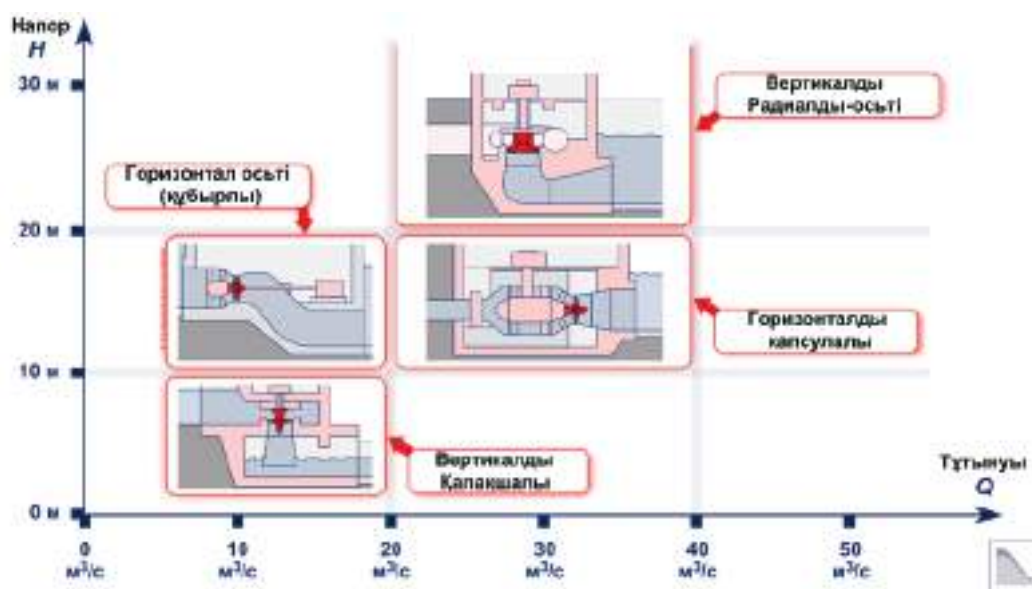


2-сурет. Гидротурбиналардың түрлері: а) шөміш тәріздес; ә) диагональды айналмалы-пышақ тәріздес; б) радиалды-осьтік турбина

МикроСЭС-да пайдаланылатын гидрогенераторлардың түрлері

Гидрогенераторлар, әдетте, басқа қондырғыларға қарағанда аз жұмыс жылдамдығына ие (500 айн/мин аспайды), бірақ турбиналардың диаметрі 25 метрге дейін жетуі мүмкін. Бұл генераторлардың тік орналасуына және олардың жұмысының ерекшелігіне байланысты. Турбинаны айналдыру үшін құлаған су ағынының энергиясы қолданылады.

Гидрогенератордың конструкциясы, ең алдымен, электр станциясы жұмыс істейтін жағдайлармен анықталады (судың қысымын, ауа-райының жағдайын және т.б. ескеріледі). Сондықтан әр ГЭС үшін өз генераторлары жасалынады. Жалпы жағдайда гидрогенератор ротордан, статордан, крестовиналардан, тіректерден және мойынтіректерден тұрады. Орамаларды салқындатуға арналған құрылғылар да орнатылады.



3-сурет-Шағын СЭС үшін гидротурбиналардың орналасуы [4]

Тік генераторлардың екі негізгі түрі бар:

- Аспалы
- Қолшатыр тәріздес

Гидрогенераторлар негізінен тіректердің орналасуымен ерекшеленеді. Аспалы генераторларда тірек статордың жақтауында орналасқан жоғарғы крестовина сүйеніп орналасқан. Қолшатыр тәріздес генераторларда тірек ротордың астында орналасқан және жеңіл құрылымның төменгі крестовинасына сүйенеді. 200 айн/мин дейінгі айналу жиіліктері кезінде көбінесе қолшатыр тәріздес гидрогенераторлар қолданылады. Айналу жиілігі 250 айн/мин жоғары болған кезде тік гидрогенераторлар тек қана аспалы түрде орындалады. [5].

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Электротехническая библиотека Гидроэлектростанции, часть 3-2, Гидротурбины. Методики оценки технического состояния.
2. Б.В. Лукутин, С.Г. Обухов, Е.Б. Шандарова «Автономное электроснабжение от микрогидроэлектростанции».
3. <https://allofenergy.ru/7-printsip-raboty-ges>
4. <https://www.gidroburo.ru/index.php/a-proektirovanie/a-4-malye-ges/47-a-4-08-tipy-gidroturbin-dlya-malykh-ges>
5. <https://electricps.ru/gidrogenerators>.

Сравнительный анализ работы основного оборудования микроГЭС

А.А. Баянай^{id}, Н.Е. Балгаев^{id}

Аннотация. В данной статье были освещены основные элементы гидроэлектростанции. Рассматриваются различные виды гидротурбин, затворов и гидрогенераторов. Раскрыты основные преимущества и недостатки, детали, ценности, способы повышения КПД, а также по возможности способы устранения недостатков. Анализируя многие неоднозначные моменты работы гидроэлектростанции, нельзя упустить назначение отдельных гидротехнических сооружений, без которых процесс преобразования механической энергии в принципе невозможен. А также в статье определили, что одним из центральных помещений гидроэлектростанции является машинное отделение, в котором находится основное энергетическое оборудование. Большое помещение, расположенное в нижней части сооружения, отведено под машинное отделение. В зале на специальном бетонном основании расположена целая система гидравлических агрегатов, которые, в свою очередь, состоят из гидравлических турбин и генераторов тока. Поток воды, подаваемый на турбины, заставляет лопасти вращаться, в результате чего гидрогенераторы начинают генерировать ток. От слаженной работы всех систем и устройств зависит безопасность эксплуатации электростанции.

Ключевые слова: Затвор, гидротурбина, гидрогенератор.

Comparative analysis of the operation of the main equipment of a micro HPP

A. A. Bayanay^{id}, N.E. Balgayev^{id}

Abstract. In this article, the main elements of the hydroelectric power plant were highlighted. Various types of hydraulic turbines, gates and hydrogenerators are considered. The main advantages and disadvantages, details, values, ways to increase efficiency, as well as possible ways to eliminate shortcomings are disclosed. Analyzing many ambiguous aspects of the operation of a hydroelectric power plant, one cannot miss the purpose of individual hydraulic structures, without which the process of converting mechanical energy is in principle impossible. And also in the article it was determined that one of the central rooms of the hydroelectric power plant is the engine room, in which the main power equipment is located. A large room located in the lower part of the structure is reserved for the engine room. In the hall, on a special concrete base, there is a whole system of hydraulic units, which, in turn, consist of hydraulic turbines and current generators. The flow of water supplied to the turbines causes the blades to rotate, as a result of which the hydro generators begin to generate current. The safety of operation of the power plant depends on the well-coordinated operation of all systems and devices.

Keywords: Gates, hydro turbine, hydro generator.

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Е.Д. Елеуенов^{id}, Е.А. Сарсенбаев^{id}
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
Y.Yeleukenov@stud.satbayev.university

Аннотация. В работе вкратце исследована проблема энергоэффективности на горнорудных предприятиях. Обозначены основные причины проблемы энергоэффективности и последствия, связанные с существенными эксплуатационными затратами. Осуществлён краткий литературный обзор по рассматриваемой теме, с помощью которого были определены основные направления, над которыми необходимо вести работу на промышленных предприятиях для повышения энергоэффективности. Применение устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ) способствует повышению энергоэффективности ввиду повышению коэффициента мощности, снижению токовой нагрузки и потерь мощности в сети. Приведен расчёт нагрузок горнорудного предприятия без и с учётом устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ). Описан результат применения устройств УКРМ, при котором снижаются значение расчётного тока, потери мощности в сети, что позволяет получить дополнительный резерв в случае необходимости подключения новых потребителей к распределительным устройствам низкого напряжения (НН) и среднего напряжения (СН).

Ключевые слова: Энергоэффективность, компенсация реактивной мощности, горнорудные предприятия

Проблема энергоэффективности на горнорудных предприятиях обусловлена энергоёмкостью производства, что является следствием значительных эксплуатационных затрат на электроэнергию. Эксплуатационные затраты и затраты на обслуживание являются значительно большими по сравнению с капитальными затратами на само оборудование: стоимость оборудования составляет около 10% от эксплуатационных затрат [1], что подчеркивает важность снижения эксплуатационных затрат.

На сегодняшний день имеют место быть штрафные санкции при несоблюдении требуемого коэффициента мощности (косинус ϕ).

Согласно [2], за последнее десятилетие, самые крупные горнорудные компании показали отрицательную тенденцию развития отрасли. К примеру, было зафиксировано всего 4% прибыли на вложенный капитал [2]. Следовательно, необходимо форсированными темпами оптимизировать производство и повысить эффективность горнодобывающих предприятий. Сама отрасль также уязвима к колебаниям цен на сырьё в мировом масштабе. Многие предприятия повышают производительность во время повышения цен на сырьё, однако, данное действие негативно отражается на оборудовании: повышается износ оборудования, оно начинает чаще выходить из строя, порождая тем самым простои в производстве в период вынужденного ремонтного обслуживания. Становится видно, что повышение эффективности горнорудной промышленности в долгосрочной перспективе позволит сохранить предприятие конкурентоспособным в меняющихся условиях рынка.

Для достижения данной цели, необходимо внедрение передовых технологий производства, включая энергоэффективное оборудование наряду со вспомогательными устройствами по увеличению качества электроэнергии и снижению потерь (фильтры, устройства КРМ, синхронные компенсаторы и т.п.). Для осуществления данной инициативы, руководству и акционерам предприятия необходимо уделять особое внимание при разработке ТЭО прежде чем выделять средства на реализацию, модернизацию технологий или строительство нового объекта. На данной стадии важно определить капитальные и эксплуатационные затраты и срок окупаемости проекта.

Данный анализ непосредственно связан с имеющимися запасами на руднике, стоимостью и спросом добываемого в перспективе сырья.

Электропотребление на горнорудных предприятиях.

Потребление электроэнергии во многом зависит от режима работы оборудования, который, в свою очередь, зависит от технологического процесса. К особенностям потребления электроэнергии на горнорудных предприятиях можно отнести неравномерность графика и

производства и потребления ЭЭ, влияние рабочего режима на качество электроэнергии [3].

Для достижения максимально возможной энергоэффективности необходимо оптимизировать производительность технологического оборудования. Необходимо на стадиях технико-экономического обоснования и проектирования, максимально подробно проработать диаграмму потоков технологического процесса с энергетиками и инженерами АСУТП. Совместная слаженная проработка может способствовать более эффективной производительности, благодаря взаимодействию смежных дисциплин.

В работе [3] приведена структурная схема повышения энергоэффективности предприятия, включающая в себя установление закономерностей потребления ЭЭ, в первую очередь, для наиболее энергоёмкого технологического оборудования. Вдобавок, в работе [3] упоминается информационно-моделирующая система анализа электропотребления, способствующая возможности создания методики для оценки/ обоснования каких-либо управленческих решений и обоснованности философии автоматизации.

Роль электропривода в энергоэффективности горнорудных предприятий

Небезызвестный факт, что потери электроэнергии в электроприводах на горнорудных предприятиях могут составлять порядка 60-70% от общих потерь всей системы электроснабжения [4]. Соответственно, оптимизация работы электроприводов на горнорудных предприятиях для повышения энергоэффективности необходима в первую очередь. Для достижения этого, значительно может способствовать применение частотно-регулируемого привода (ЧРП). Однако, применять их на всех электроустановках нецелесообразно: необходимо учитывать особенности технологического процесса, режим работы того или иного оборудования. Более того, стоимость ЧРП высока и необходим внимательный технико-экономический анализ.

В работе [4] приведены примеры анализа энергоэффективности применения ЧРП методом математического моделирования и инструментального контроля. В итоге, исследования показали, что применение ЧРП приводит к снижению эксплуатационных затрат благодаря сбалансированной плавной работе электроустановки, приводящей к повышению срока службы оборудования [4].

Посредством применения регулируемого привода достижение экономии электроэнергии может составлять около 30% [5].

В настоящее время, также находят применение бесколлекторные двигатели постоянного тока на постоянных магнитах (permanent magnet brushless direct current motor (PMBLDCM)). Для повышения коэффициента мощности и снижения гармоник, в комплекте с PMBLDCM могут применяться DC-DC конвертеры. Благодаря электронному коммутатору с сенсором эффекта Холла, потери при частой коммутации значительно снижаются, что повышает эффективность системы привода PMBLDCM [8].

В работе [9] проанализирован вопрос повышения энерго-и ресурсоэффективности горных машин средствами регулируемого электропривода. В данной работе было произведено описание процессов математического характера для возможности количественной оценки энергоэффективности работы электропривода горной машины. Также исследование [9] показало, что оптимизация электропривода по потерям имеет одним из самых значительных эффектов с точки зрения энергосбережения. Данный аспект на сегодняшний день исследован недостаточно [9].

В работе [10] приведен анализ воздействия гармоник на электромагнитную совместимость в электрической системе. Отображены определители коэффициента мощности частотно-регулируемого электропривода на примере устройства, определяющее значение мощности [10]. В исследовании приведены выражения для нахождения коэффициента мощности, определяющие данный коэффициент в качестве количественного показателя электромагнитной совместимости в подвергаемых искажениям электрических системах [10]. В работе [10] приведены причины возникновения гармоник низшего порядка, в числе которых основными являются паразитические эффекты. Решение проблемы в данной работе было рассмотрено только в рамках программного обеспечения по управлению АД.

Работа [11] сфокусирована на минимизации потерь в асинхронных машинах. Исследование повествует, что оптимальный выбор тока намагничивания определяет инновационность управления, ориентированного на воздействии магнитного поля. В работе

[11] приведен анализ методов уменьшения потерь электроэнергии в эл. машинах. Алгоритмы векторного управления АД во многих случаях не учитывают потери и намагничивание магнитной цепи [11]. Результаты моделирования предложенного в [11] алгоритма оптимизации, основанного на прогнозном управлении ЛМС (управление на основе моделирования) показали, что она способствует значительному снижению потерь и стабильную работу АД. Также исследование [11] показало, что значение постоянного коэффициента мощности может послужить гораздо более лучшим показателем минимизации потерь в электродвигателе. Управление электродвигателями посредством МТРА-алгоритма (ослабляющее поле управления) эффективно в условиях отсутствия значительных динамических нагрузок и переменной нагрузки [11].

Также на практике применяются вентильно-индукторные двигатели. Они более дешёвые по сравнению с АД, а также обладают высоким КПД при полной нагрузке, однако, КПД и pf низкие при небольших нагрузках.

Регулирование спросом электроэнергии (Demand-side response).

Немаловажную роль в энергоэффективности предприятия может занимать регулирование спросом электроэнергии. Данное регулирование подразумевает сдвиг нагрузки с периодов пика в область периода наименьшего спроса. Соответственно, в периоды низкого спроса, стоимость электроэнергии, как правило, ниже, что является мотивацией для потребителей потреблять в данные периоды наименьшего спроса. Аналогично, горнорудные предприятия могут подстраивать энергоемкие фазы технологического процесса под период наименьшего спроса. В данном случае, с точки зрения энергоэффективности, как такового прямого воздействия здесь нет, однако снизятся эксплуатационные затраты на электроэнергию [6].

Роль компенсирующих устройств в энергоэффективности горнорудных предприятий.

Применение устройств компенсации реактивной мощности на промышленном предприятии позволяют снизить потери мощности, а также увеличить пропускную способность кабельных и воздушных линий электропередач и загрузку трансформаторов.

При транспортировке электроэнергии от шин подстанции до потребителя возникают потери активной мощности пропорциональные квадрату реактивной мощности, при этом теряется около 15% электроэнергии [7]. При компенсации реактивной мощности, снижается ток и, соответственно потери передаваемой мощности.

Краткая методология и описание объекта исследования.

Для анализа повышения энергоэффективности посредством применения устройств УКРМ, рассмотрена система электроснабжения горно-обогатительного комбината ДОФ-1. Здание Главного корпуса ДОФ-1 было реконструировано, оборудование старой технологии было демонтировано за исключением кран-балок, и существующих трансформаторных подстанций, питающие другие вспомогательные объекты. Планируется 2 очереди внедрения новой технологии дообогащения шламов. Первая очередь с внедрением технологии гравитационного обогащения, вторая - с внедрением флотационного обогащения хвостов обогатительной фабрики по переработке шламов. В данной работе, в качестве объекта исследования, рассмотрены потребители флотационного обогащения, питающиеся от трансформаторных подстанций ТП-1Ф и ТП-2Ф. Также рассмотрены нагрузки на РУ-1 и РУ-2 напряжением 6кВ, от которых питаются существующие потребители Главного корпуса ДОФ-1, проектируемые потребители проектов гравитации и флотации.

Электроснабжение потребителей осуществляется от РУ-1 и РУ-2 на напряжении 6кВ. От данных распределительных устройств РУ-1 и РУ-2 питаются трансформаторные подстанции 6/0.4кВ ТП-1Ф 2х1000кВА и ТП-2Ф 2х1600кВА, соответственно. Электроснабжение Технологического оборудования осуществляется от шин распред. устройств РУ 0.4кВ, размещаемых в помещении трансформаторных подстанций.

Осуществлён расчёт нагрузок Главного корпуса в рамках проекта Флотации согласно РТМ 36.18.32.6-92 в MS Excel. В расчёте были учтены существующие нагрузки вспомогательных объектов, а также нагрузки проекта Гравитации с и без учёта компенсирующих устройств (см. Таблицу 1).

Результаты и выводы.

Расчёт нагрузок осуществлён при целевых значениях коэффициента мощности ($\cos \varphi$) 0,93 и 1. Из представленного сводного расчёта нагрузок (см. Таблицу 1), видно, что при достижении коэффициента мощности $\cos \varphi = 0,93$ с учётом устройств КРМ, токовая нагрузка и загрузка трансформатора снижаются в среднем на 12%. Более того, повышение коэффициента мощности не ограничено нормами, имеется возможность применить УКРМ большей реактивной мощности и достичь уменьшение расчётного тока до 20% при целевом максимальном коэффициенте мощности $\cos \varphi = 1$ (см. Таблицу 2).

I_{p1}, I_{p2} - расчётные значения токов до и после компенсации реактивной мощности.

S_1, S_2 - значения полных мощностей до и после компенсации реактивной мощности,

ΔQ - значение реактивной мощности, которую необходимо компенсировать для достижения целевого значения $\cos \varphi$.

Исходя из представленных расчётов, видно, что ввиду снижения токовой нагрузки, уменьшатся падение напряжения, потери мощности в сети. Также уменьшатся нагрузки на питающие вводные кабели, что позволит получить дополнительный резерв при необходимости присоединения новых потребителей к шинам РУ 6кВ, 0,4кВ.

Таблица 1 – Сводная таблица нагрузок с применением УКРМ, при целевом коэффициенте мощности $\cos \varphi = 0,93$.

Исходные данные						Расчётные величины			Эффект от применения УКРМ, %	Коэффициент трансформации, %	Показатели энергосбережения			Расчётный ток, А
по табличным значениям						I_{p1} , А	I_{p2} , А	Q_{p2} , кВар			Расчётная активная мощность, кВт	Расчётная реактивная мощность, кВар	Расчётная полная мощность, кВА	
Наименование ЭП	Количество шт., шт.	Полная мощность, кВт			Коэффициент мощности, cos ϕ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Итого по РУ-2	1		5,591	3,812	0,21		4,112	1,081		0,98	3,812	2,38	4,112	453
Итого по РУ-2			2,898	1,812	0,77	0,81	0,12	2,081	1,588	1,228,608	8	8,95	3,098	3,401
Итого по РУ-2-2			2,898	1,811	0,76	0,81	0,08	2,175	1,694	1,441,811	8	8,95	2,898	3,401
Итого по РУ-1	1		2,897	1,240	0,73	0,80	0,90	2,491	1,698	1,072,908	8	0,98	2,898	3,401
Итого по РУ-1			1,199	1,862	0,98	0,83	0,71	1,288	898	585,008	4	5,88	1,258	1,553
Итого по РУ-1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100			1,198	1,878	0,98	0,84	0,81	1,184	358	409,908	4	5,88	1,184	1,398
РУ-2, секция 1														
ТП-20-10кВ	1		536	818	0,75	0,75	0,99	484,26	408,46	80,634				
ТП-6-1	1		790	1,818	0,77	0,81	0,18	340	412	102,570				
Насос сброса сточных Р-10	1	400	400	0,80	0,81	0,81		110	190	108,000				
Насос сброса сточных Р-101	1	400	400	0,80	0,81	0,81								
Насос сброса сточных Р-105	1	400	400	0,80	0,81	0,81								
ТП-5	1		582	937	0,80	0,85	0,61	407	258	105,348				
РУ-1	1		570		0,79	0,81	0,82	220	204	220,000				
РУ-2, секция 2														
ТП-20-10кВ	1		581	787	1	1	1	594	426	83,862				
Насос сброса сточных Р-20	1	400	400	0,80	0,85	0,81		120	220	108,000				
Насос сброса сточных Р-103	1	400	400	1,00	0,81	0,81								
Насос сброса сточных Р-105	1	400	400	1,00	0,85	0,81								
ТП-6-2	1		802	1,819	0,79	0,82	0,71	520	438	109,348				
ТП-1	1		780		0,78	0,81	0,61	240	204	240,000				
ТП-1	1		800		0,79	0,81	0,62	220	208	220,000				
РУ-2, секция 1														
ТП-10кВ	1		536	818	0,75	0,75	0,99	484,26	408	88,866				
Средоточник	1		287	287	1,00	0,73	0,94	287,00	200	82,358				
Противопожарная нагрузка группы Гребенки	1		520	942	1,00	0,91	0,91	570,00						
РУ-2, секция 2														
ТП-10кВ-20кВ	1		461,52	100,52	0,71	0,88	0,18	258,17	278,79	81,885,55				
Средоточник	1		286	286	1,00	0,74	0,94	286,00	206	86,856				
Противопожарная нагрузка группы Гребенки	1		488	942	1,00	0,91	0,91	488,00						
РУ-2, секция 1														
Объект	Р-101	0,0184	11,084	0,0181	0,0182	0,01	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184	0,0184
РУ-2, секция 1	1,578	1,481	2,402	0,82	0,93	0,72	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
РУ-2, секция 2	1,088	1,030	2,428	0,82	0,98	0,98	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
РУ-1, секция 1	1,288	888	1,507	0,82	0,93	0,72	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
РУ-1, секция 2	1,184	784	1,188	0,84	0,94	0,65	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
ТП	1,188	1,024	2,988	0,77	0,93	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Исходные данные						Расчетные значения			Эквивалентная мощность, Вт	Коэффициент полезного действия, %	Варианты электроприводов			Расчетный ток, А		
по заданию преподавателя				по графическим данным		η_{Σ}	$\eta_{\Sigma} \cdot 100$	η_{Σ}^2			$\eta_{\Sigma}(IP) = \eta_{\Sigma} / \eta_{\Sigma}^2$	Расчетная мощность, кВт	Расчетная скорость, об/мин		Расчетная мощность, кВт	
Наименование ЭП	Класс ЭП, кВт	Наименование (установочная мощность, кВт)		Коэффициент полезного действия, η_{Σ}	Класс полезного											
		мотор ЭП, кВт	оборудование ЭП, кВт	мотор ЭП, кВт	коэффициент	класс										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Итого по ПЭ-1	1		1,581	1,812	0,71		6,271	3,901		0,96	1,819,74	2,780,58	1,782,52	452,50		
Итого по ПЭ-2			2,098	3,828	0,77	0,83	0,72	2,882	3,595	1,135,988	8	8,95	3,478	2,441	275	
Итого по ПЭ-1, 2			3,679	5,646	0,78	0,83	0,68	2,952	3,496	1,441,445	8	8,92	3,486	1,439	2,071	243
Итого по ПЭ-1	1		2,697	6,248	0,71	0,88	0,90	2,817	3,495	512,098	8	0,96	2,385,45	1,814,36	1,849,81	4,712,86
Итого по ПЭ-1			3,108	2,862	0,91	0,83	0,71	1,265	888	963,005	4	1,98	3,158	888	1,551	140
Итого по ПЭ-1, 2, класс 2			3,108	2,775	0,99	0,84	0,65	1,364	781	412,088	4	1,98	3,154	780	1,186	134
ПЭ-1, класс 3																
ПЭ-1, класс 3	1		136	818	0,71	0,71	0,89	803,75	803,85	68,006						
ПЭ-1	1		130	1,815	0,77	0,83	0,74	501	423	512,933						
Итого электродвигателей Р-30	1	400	400	400	0,80	0,85	0,83	120	180	180,300						
Итого электродвигателей Р-100	1	400	400	400	0,80	0,85	0,83	-	-	-						
Итого электродвигателей Р-105	1	400	400	400	0,80	0,85	0,83	-	-	-						
ПЭ-5	1		562	323	0,83	0,85	0,83	457	260	115,644						
ПЭ-5	1		562	323	0,79	0,85	0,83	329	264	130,003						
ПЭ-1, класс 2																
ПЭ-1, класс 2	1		881	782	1	1	1	155	424	47,447						
Итого электродвигателей Р-30	1	400	400	400	0,83	0,85	0,83	120	180	180,300						
Итого электродвигателей Р-100	1	400	400	400	1,09	0,85	0,83	-	-	-						
Итого электродвигателей Р-106	1	400	400	400	1,09	0,85	0,83	-	-	-						
ПЭ-1, 2	1		812	1,819	0,76	0,82	0,71	637	238	819,542						
ПЭ-1	1		100		0,79	0,85	0,83	480	264	490,033						
ПЭ-1	1		100		0,79	0,85	0,83	238	120	80,033						
ПЭ-1, класс 1																
ПЭ-1, класс 1	1		516	333	0,70	0,71	0,89	884,74	463	80,330						
Суммарная мощность	1		287	287	1,80	0,73	0,84	287,88	285	62,163					</	

1.Variable frequency drives: Energy efficiency reference guide/CEATI International: Sask power 2009.
- 97pages.

3. Минеева А.С. Комплексная экономическая оценка организационно-технических мероприятий по повышению энергетической эффективности горнодобывающих компаний / А.С. Минеева // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2017. – № 5 (99) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://uecs.ru/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=4403.

5. Корнев П.А., Зенкевич И.И.. Энергосбережение средствами электропривода. МО “Мончегорский политехнический колледж.”

731

7. Кузнецов Н.М. Эффективность потребления электроэнергии на горных предприятиях.
8. Rathore KS, Kalla UK, Palwalia DK, Singh B. An improved power quality modified DC-DC converter fed PMBLDC motor drive system for household applications. *Int Trans Electr Energ Syst.* 2021; 31:e12620.
9. Семькина И. Ю.. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНЫХ МАШИН СРЕДСТВАМИ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА. Томск-2014.
10. Petrushyn, V.; Horoshko, V.; Plotkin, J.; Almuratova, N.; Toigozhinova, Z. Power Balance and Power Factors of Distorted Electrical Systems and Variable Speed Asynchronous Electric Drives. *Electronics* 2021, 10, 1676. <https://doi.org/10.3390/electronics10141676>
11. G.G. Diachenko, orcid.org/0000-0001-9105-1951, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine.

Реактивті қуатты компенсациялау құрылғыларын қолдану арқылы тау-кен кәсіпорындарында энергия тиімділігін талдау

Е.Д. Елеуєнов^{id}, Е.А. Сəрсенбаев^{id}

Аңдатпа. Жұмыста тау-кен кәсіпорындарындағы энергия тиімділігі мәселесі қысқаша қарастырылған. Энергия тиімділігі проблемасының негізгі себептері және елеулі операциялық шығындармен байланысты салдарлар анықталды. Қарастырылып отырған тақырып бойынша қысқаша әдебиеттік шолу жүргізілді, оның көмегімен өнеркәсіптік кәсіпорындарда энергия тиімділігін арттыру бойынша жұмысты қажет ететін негізгі бағыттар анықталды. Реактивті қуатты компенсациялау құрылғыларын пайдалану қуат факторының жоғарылауы, ток жүктемесінің төмендеуі және желідегі қуат жоғалуы есебінен энергия тиімділігін арттыруға көмектеседі. Реактивті қуатты компенсациялау құрылғыларыңыз және есепке алумен тау-кен кәсіпорнының жүктемелерінің есебі берілген. CCRM құрылғыларын пайдалану нәтижесі сипатталған, ол номиналды токтың мәнін, желідегі қуат жоғалтуларын төмендетеді, бұл жаңа тұтынушыларды төмен кернеуге (ТЖ) қосу қажет болған жағдайда қосымша резерв алуға мүмкіндік береді.

Analysis of energy efficiency in mining enterprises through the use of reactive power compensation devices

Y.D. Yeleukenov^{id}, Y.A. Sarsenbayev^{id}

Abstract. The paper briefly tackles the problem of energy efficiency at mining enterprises. The main causes of the problem of energy efficiency and the consequences associated with significant operating costs were identified. A brief literature review on the topic was carried out, with the help of which the main areas were identified that need to be worked on at industrial enterprises to improve energy efficiency. The use of reactive power compensation devices helps to increase energy efficiency due to an increase in power factor, a decrease of current load and power losses in the network. The calculation of the loads of a mining enterprise without and taking into account reactive power compensation devices was provided. The result of the use of reactive power compensation devices was described, which reduces the value of the rated current, power losses in the network, which makes it possible to obtain an additional reserve if it is necessary to connect new consumers to low voltage (LV) and medium voltage (MV) switchgears.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Н.В. Лелеш^{id}, М.Т. Талап^{id}

Западно Казахстанский аграрно технический университет имени Жангир хана,
Казахстан, г. Уральск

lelesh-79@mail.ru

Аннотация. В статье описывается излишние трудозатраты, невысокая безопасность и низкое качество собранной информации при мониторинге Линии Электропередач традиционным способом. Анализируется ее дальнейшая возможность замены человека на полуавтоматизированные и автоматизированные системы - Беспилотным летательным аппаратом. Рассматриваются два распространенных типа БПЛА. Летательный аппарат вертолетного(мультироторного) типа с возможностью ускоренного мониторинга Воздушных Линий до 3 раз вне зависимости от погодных условий. Летательный аппарат самолетного типа преимуществом которого является осмотр Линии Электропередач, осмотр близлежащих к нему территорий во избежании повреждения ЛЭП и создание 3D модели местности с большим запасом по дальности полета. Приводится в пример спектр других задач, которые могут быть осуществлены данными Беспилотными летательными комплексами. А также эффективность и безопасность БПЛА над традиционным способом диагностики Воздушных Линий.

Ключевые слова: Воздушные линии, Линии электропередач, Беспилотный летательный аппарат, дрон, программно-технический комплекс.

Отсутствие современных технических и программно-аппаратных средств комплексной диагностики механических и электро прочностных характеристик элементов воздушных линий в электрических сетях зачастую становится причиной внеплановых и автоматических отключений, а также аварий. При этом трудозатраты персонала энергосистемы на формирование необходимой информации о техническом состоянии ВЛ достаточно высоки, а качество собранной информации остается низким. Структурно методы диагностики и программно-технические комплексы (ПТК) можно представить в виде следующей схемы. Первая группа методов (рис. 1) - экспертная реализуется путем регламентированных диагностических работ и основана на сравнении визуально выявленных дефектов и измеренных величин, характеризующих техническое состояние элементов ВЛ, с их предельными значениями в соответствии с действующими инструкциями по эксплуатации 35-800 кВ. В результате делается вывод о пригодности к дальнейшей эксплуатации того или иного элемента ВЛ без проверки фактических динамических и статических нагрузок в регионе. Эффективность обследований линий низкая, в первую очередь из-за фактора субъективности в работе специалиста, выполняющего диагностические работы[1].



Рисунок 1. Структурная схема методов технического диагностирования ВЛ 35 кВ и выше[1]

Воздушные линии электропередачи (ВЛ) классов напряжения 220 кВ и выше являются важнейшим элементом систем передачи электроэнергии. Для обеспечения надежности необходимы постоянные осмотры, профилактические проверки и измерения. Известно, что современные методы наземного профилактического осмотра трудоемки, а в труднодоступных районах облеты небезопасны, а в некоторых случаях практически невозможны. Облет воздушных линий с помощью беспилотников значительно облегчает осмотр труднодоступных участков. В настоящее время визуальный осмотр обычно проводится с помощью бинокля. Как правило, облет воздушной линии выполняется бригадой ремонтников. Каждый член бригады осматривает закрепленные за ним элементы ВЛ с высоты полета, стараясь в процессе осмотра заполнить ведомость дефектов. Сделать это крайне сложно, поскольку минимальная скорость полета самолета или вертолета составляет 130-150 км/ч: меньшая скорость либо опасна, либо экономически невыгодна для эксплуатанта воздушного судна. Следует признать, что такие методы оценки технического состояния БПЛА устарели.

БПЛА делятся на классы в зависимости от массы, максимальной дальности и высоты полета. В электросетевом комплексе целесообразно использовать микро- и мини-БЛА, вес которых не превышает 5 кг и 30 кг соответственно, а высота полета ограничена потолком в 1000 м. В настоящее время существует два типа беспилотных летательных аппаратов: БЛА вертолетного типа и БЛА самолетного типа[2].

Рассмотрим вышеописанные технологии подробнее:

БПЛА вертолетного типа

Наиболее распространенный вариант - мультироторная система с четырьмя/шестью/восемью роторами, вращающимися по диагонали в противоположных направлениях (рис.2)



Рискнок 2. Иллюстрация запуска БПЛА мултироторного(вертолетного) типа [4]

Drone Track

Представляет собой мобильный комплекс под управлением человека, несущий несколько дронов, аккумуляторы и средства связи. Основное преимущество - возможность ускоренного обследования линий электропередач аналитической группой. При использовании дронов одной из основных проблем является зависимость от погодных условий, но благодаря технологиям защиты от влаги и пыли, например, соответствие стандарту IP65, дрон может работать в неблагоприятных погодных условиях. Команда, оснащенная современным дроном, способна осмотреть 11-12 опор ЛЭП в день. Команда без дрона за то же время может осмотреть только 3 опоры. Хорошая устойчивость в полете, продолжительность полета до 1 часа, длина маршрута до 15 км, скорость полета до 50 км/ч, 25-кратное увеличение камеры и площадь съемки 2,1 кв. км позволяют выполнять весь спектр работ.

Несколько компаний в России уже используют беспилотники, например, специалисты

МРСК Северо-Запада начали применять их сразу в нескольких регионах по ряду направлений работы. Беспилотники использовались для облета воздушных линий 35-110 кВ с целью определения объемов расчистки и расширения просек, применялись для быстрого поиска мест повреждения при восстановительных работах в Республике Карелия, Псковской и Мурманской областях. Воздушное сканирование линий в Мурманской области и Республике Коми и мониторинг строительства подстанций и линий электропередачи для инфраструктуры строящейся трассы Москва - Санкт-Петербург также подтвердили эффективность различных типов БПЛА[3].

БПЛА самолетного типа

Наиболее распространенным вариантом является аэродинамическая схема с неподвижным крылом (рис. 3)



Рисунок 3. Иллюстрация запуска БПЛА самолетного типа[5]

Global-Eye

Мобильный пусковой комплекс БПЛА. Он подходит для картографирования обширных участков местности. Также этот вариант можно использовать для обнаружения лесных пожаров, которые могут достигать линий электропередач. БПЛА имеют большую продолжительность полета (до 3 часов), длину маршрута до 210 км, скорость полета до 130 км/ч и площадь съемки 7-22 км², что позволяет проводить различные операции. Иллюстрация опции Global-Eye Обученные пилоты беспилотников и БПЛА помогут выполнить часть необходимой работы, это повысит производительность оперативного персонала и обеспечит более короткое время поиска повреждений, что поможет сократить продолжительность отключения электроэнергии для людей. Использование БПЛА также может частично заменить осмотр воздушных линий, когда линия выводится на ремонт, а работники компании поочередно забираются на каждый столб для осмотра и поиска неисправностей. Беспилотники подходят для осмотра некоторых участков линий электропередач под углом, недоступным с земли [3].

При проведении аэрофотосъемки можно получить снимки высокого разрешения, что позволяет выявить и проанализировать большое количество дефектов, таких как:

дефекты опор:

отсутствие, отрыв, деформация элементов металлических опор;

ямочность бетона, деформация железобетонных опор;

деформация опор от вертикали; поворот, деформация балок на железобетонных опорах;

недостаточное натяжение внутренних стяжек и кабельных хомутов;

разрушение опор, повреждение опор;

дефекты проводов, изоляторов, линейной и соединительной арматуры:

разрушение стеклянных и фарфоровых элементов изоляторов;

отсутствие гасителей колебаний или их смещение вдоль проводов относительно проектного положения, отсутствие грузиков, потеря работоспособности несущего троса; обрывы, разрушение балок распорных стоек между проводами расщепленной фазы; обрыв проводов;

дефекты на трассе:

наличие растительности, опасной для эксплуатации ВЛ;
падение деревьев на провода и опоры;
наличие деревьев и кустарников в охранной зоне;
наличие зданий и других объектов в охранной зоне;
пересечение природных и антропогенных объектов;
опасные явления (просадка грунта, затопление и т.д.)

Фотоматериалы, полученные в ходе обследования, должны быть просмотрены и проанализированы. Ручной просмотр фотографий специалистом - достаточно трудоемкая задача, но пока это единственный способ определения большинства дефектов. Существуют технологии, позволяющие сократить объем трудоемкого ручного просмотра фотоматериалов и увеличить практическую пользу от результата, количество и качество получаемой аналитической информации, с использованием геоинформационной системы.

Все полученные материалы загружаются в геоинформационную систему, которая позволяет объединить все результаты съемки в единую базу данных с визуальным представлением обследованных объектов (с привязкой к местности).

Перечислим возможности геоинформационной системы:

анализ местности:

быстрый доступ к результатам обследования (описание обнаруженных дефектов);
быстрый доступ к фотографическим изображениям обнаруженных дефектов;
быстрый доступ к 3D-моделям местности и линий электропередач.

Рассмотрим технологию обследования ЛЭП, используемую компанией "Геоскан" (рис.4)

При использовании технологии "Геоскан" можно получить:

ортофотоплан и цифровую модель местности (полоса шириной 200 м);
геодезические координаты всех опор ЛЭП;
расстояние между опорами;
стрелу провеса каждого пролета ВЛ;
количество и расположение угрожающих деревьев;
лесной массив внутри существующей просеки;
лесной массив для продления линии при проектной ширине просеки 50м 25м слева и 25м справа (количество деревьев, их диаметр и кубический объем деловой древесины);
дефекты изоляторов;
дефекты опор;
дефекты арматуры;
возможность определения наиболее подходящих для подъезда (подхода) к линии дорожных путей[6].



Рисунок 4. "Геоскан 401 Лидар" [7]

Заклучение:

Применение Беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния линии электропередач в Республике Казахстан позволит повысить уровень безопасности, а также ускорит процесс их диагностики. Применяемые технологии аэрофотосъемки и последующем ее 3D-моделировании позволит точно определить причины проблем и позволит принимать правильные решения для ее устранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, В. Н., Катрач, В. И., Севрук, Б., & Нореико, М. М. (2000). О техническом диагностировании воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше. *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ*, (3), 25-33.
2. Дикой, В. П., Левандовский, А. А., Арбузов, Р. С., Овсянников, А. Г., & Старцев, В. В. (2014). Мониторинг состояния воздушных линий электропередачи с использованием беспилотного летательного аппарата. *Энергия единой сети*, (2), 16-25.
3. Лянова, А. И., Гайко, Е. Р., Сергеев, М. С., & Спиридонов, Р. Е. (2021). Использование дронов и беспилотных летательных аппаратов для выявления неисправностей на линиях электропередач. In *Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах* (Vol. 1, pp. 72-75). Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет ЛЭТИ им. В. И. Ульянова (Ленина).
4. Odden, K. (2019, June 16). Xcel Energy getting a lift from drones to help build its power lines. Twin Cities. Retrieved March 31, 2022, from <https://www.twincities.com/2019/06/15/xcel-energy-getting-a-lift-from-drones-to-help-build-its-power-lines/amp/>
5. Ekaterinodar.Ru. (2016, March 24). “РН-Краснодарнефтегаз” использует беспилотники для мониторинга трубопроводов. БЕЗФОРМАТА. Retrieved March 31, 2022, from <https://krasnodar.bezformata.com/listnews/krasnodarneftegaz-ispolzuet/45073185/?amp=1>
6. Барбасов, В. К., Орлов, П. Ю., & Фёдорова, Е. А. (2016). Применение беспилотных летательных аппаратов для обследования линий электропередачи. *Электрические станции*, (10), 31-35.
7. *Геоскан 401 Лидар*. (n.d.). GEOSCAN. Retrieved March 31, 2022, from <https://www.geoscan.aero/ru/products/geoscan401/lidar>

Электр желісінің жағдайын бақылау үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалану

Н.В. Лелеш^{ib}, М.Т. Талап^{ib}

Аннотация. Мақалада электр желісін дәстүрлі түрде бақылау кезінде жиналған ақпараттың сапасы төмендігі, еңбек шығындарының шамадан тыс болуы және қауіпсіздігінің сапасы төмен болуы сипатталған. Оның ары қарай жартылай автоматтандырылған және автоматтандырылған жүйелермен – ұшқышсыз ұшатын аппаратпен алмастыру мүмкіндігі талданады. ҰҰА-тың екі кең таралған түрі қарастырылады. Ауа-райының жағдайларына қарамастан әуе желілерін 3 есеге дейін жеделдетілген бақылау мүмкіндігі бар тікұшақ (көп роторлы) үлгісі және артықшылықтары – электр желісін тексеру, электр желілеріне зақым келтірмеу үшін оған іргелес аумақтарды тексеру және ұшу диапазонында үлкен запаспен 3D рельеф моделін жасау болып табылатын ұшақ үлгісіндегі ұшу аппараты. Осы ұшқышсыз ұшу жүйелері орындай алатын басқа да бірқатар тапсырмалардың мысалы келтірілген. Сондай-ақ әуе желілерін диагностикалаудың дәстүрлі әдісіне қарағанда ұшқышсыз ұшу аппараттарының тиімділігі мен қауіпсіздігі қарастырылған.

Түйін сөздер: Әуе желілері, электр желілері, ұшқышсыз ұшу аппараты, дрон, бағдарламалық-аппараттық кешен.

Use of unmanned aerial vehicles to monitor the condition of the Power Line

N.V. Lelesh^{ib}, M.T. Talap^{ib}

Annotation. The article describes the excessive labor costs, low security and low quality of the information collected when monitoring the Power Line in the traditional way. Its further possibility of replacing a person with semi-automated and automated systems - by an unmanned aerial vehicle is analyzed. Two common types of UAVs are considered. Aircraft of helicopter (multi-rotor) type with the possibility of accelerated monitoring of Overhead Lines up to 3 times, regardless of weather conditions. An aircraft-type aircraft, the advantage of which is the inspection of the Power Line, the inspection of the territories adjacent to it in order to avoid damage to power lines and the creation of a 3D terrain model with a large margin in flight range. An example is given of a range of other tasks that can be carried out by these Unmanned Overhead Systems. As well as the effectiveness and safety of UAVs over the traditional way of diagnosing Air Lines.

Key words: Overhead lines, power lines, unmanned aerial vehicle, drone, software and hardware complex.

ОБЗОР ДОСТУПНЫХ МОДЕЛЕЙ SMART GRID

А.А. Насыр^{id}, Р.Ж. Сатыбалдиева^{id}

Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан,

a.nassyr@iitu.kz

Аннотация. Технология интеллектуальных сетей развивается во всем мире.

Различные страны инвестируют в преобразование своих традиционных энергосистем в интеллектуальные сети. Они начали перестраивать свою организацию, чтобы поддерживать концепцию Smart grid. На этом начальном этапе требуются некоторые программные модели для количественной оценки, мониторинга прогресса и планирования реализации интеллектуальной сети.

В настоящее время доступны модели, такие как Модель зрелости взаимодействия Smart Grid, Инвестиционная модель Smart Grid, Модель зрелости Smart Grid, Концептуальная модель Smart Grid.

Модель зрелости взаимодействия используется для измерения текущего состояния автоматизации в таких областях, как передача, распределение и ресурсы со стороны спроса, то Инвестиционная модель используется при расчете различных инвестиций в сети вместе с их стратегиями. Модель зрелости используется при планировании коммунальных услуг в рамках преобразования сетей; определение приоритетов задач и измерение их прогресс на каждом этапе. Концептуальная модель используется для анализа различных стандартов и интерпретаций разработки Smart Grid.

Ключевые слова: Модель зрелости взаимодействия Smart Grid, Инвестиционная модель Smart Grid, Модель зрелости Smart Grid, Концептуальная модель Smart Grid.

Введение

Интеллектуальная инфраструктура - это расплывчатая фраза, которая охватывает множество функций, направленных на обновление электросети [1]. Интеллектуальная сеть, в основе которой лежит мониторинг и управление потоками электроэнергии с использованием цифровых систем связи и управления, с целью повышения надежности, эффективности и рентабельности энергосистемы.

Улучшая характеристики сети, включая управление спросом, генерацию, ценообразование в режиме реального времени и автоматическую активацию, и считывание показаний счетчиков, интеллектуальные сети улучшают подключение, автоматизацию и координацию между поставщиками, клиентами и сетями.

Сложность управления электрической сетью возрастает по мере развития технологии интеллектуальных сетей. Люди все больше беспокоятся об окружающей среде, энергетической стабильности и росте спроса. Чтобы количественно оценить прогресс в области интеллектуальных сетей, жизненно важно измерить их эффективность, надежность и качество услуг. В результате необходима программная модель для представления текущего состояния внедрения интеллектуальных сетей и составления планов на будущее.

Уже доступны многочисленные модели для мониторинга и анализа прогресса организации в достижении многих важных целей, таких как эффективность, автоматизация, интеграция, надежность и ее экономические последствия. Эти модели оценивают текущее состояние развертывания интеллектуальных сетей, а также изучают и анализируют будущие планы по переходу от текущего этапа к использованию преимуществ технологии интеллектуальных сетей.

Обзор и анализ существующих моделей

Ниже приведены некоторые из наиболее распространенных моделей программного обеспечения:

Совет по архитектуре GridWise® (GWAC) [2] создал *Модель зрелости взаимодействия* для мониторинга и измерения автоматизации в таких областях, как передача, распределение и ресурсы на стороне спроса. Он включает в себя такие функции, как статистика измерения статуса/прогресса, анализ пробелов и определение приоритетов действий по улучшению нынешних условий.

Основная цель данной модели - предоставить модель измерений, которая может повысить совместимость в таких важных областях, как конфигурация и эволюция, эксплуатация и производительность, а также безопасность и надежность в системах электроэнергетики.

Для достижения этой цели создаются интерфейсы между различными товарами и системами с четкими целями и стандартами. Затем эти цели превращаются в комплекс мер [3]. Эти показатели используются для оценки производительности и продвижения товаров и систем. Если обнаруживаются определенные изменения, устанавливаются новые стандарты и цели. Модель зрелости взаимодействия способствует повышению качества стандартов интерфейса, используемых в технологиях интеллектуальных сетей.

Инвестиционная модель - это финансовая модель, которая помогает оценить влияние различных инвестиций и инициатив в области интеллектуальных сетей [4]. Это помогает в анализе затрат и выгод и отслеживании инвестиций в интеллектуальные сети по всему спектру распределения и включает в себя следующие функции:

- полная методология расчета финансовых затрат и выгод на ежеквартальной основе
- прогнозирование воздействия программы развертывания интеллектуальных сетей на потребителей и конечных пользователей
- руководство по проведению более качественного анализа инвестиций в интеллектуальные сети
- рекомендации по экономически эффективным стратегиям интеллектуальных сетей.

Данная модель определяет конкретные технологии интеллектуальных сетей и анализирует преимущества каждой технологии с точки зрения параметров затрат и выгод в зависимости от полезности и характеристик конечного пользователя в течение следующих двадцати лет. Эта структура помогает в изучении существующих приложений для анализа инвестиций в интеллектуальные сети путем оценки различных инвестиционных альтернатив и их влияния на текущие коммунальные услуги и программы реагирования на спрос.

Модель зрелости - это инструмент управления [5-7], используемый для оценки прогресса внедрения интеллектуальных сетей в областях модели как:

1. Стратегия, управление и регулирование (SMR)
2. Организация и структура (OS)
3. Операции с сетями (GO)
4. Управление работой и активами (WAM)
5. Технология (TECH)
6. Клиент (CUST)
7. Интеграция цепочки создания стоимости (VCI)
8. Социальные и экологические (SE)).

Он имеет следующие функции:

- создание единого видения интеллектуальных сетей и правил их внедрения
- использование общей платформы для общения со многими заинтересованными сторонами
- распределение различных задач в соответствии с подходящим приоритетом
- мониторинг и оценка прогресса в различных областях.

Этот подход помогает коммунальным предприятиям в планировании преобразования интеллектуальных сетей, определении приоритетов деятельности и мониторинге успеха на каждом уровне [8].

Концептуальная модель - это графическое представление того, как различные компоненты интеллектуальной сети могут быть взаимосвязаны. Он разделен на семь областей (Клиенты, Рынки, Поставщики услуг, Операции, Массовая генерация, Передача и Распределение) [9-11]. Он включает в себя такие функции, как:

- представление подробного обзора разработки интеллектуальных сетей;
- обеспечение контекста для анализа различных стандартов и их совместимости;
- отображение взаимосвязи между несколькими доменами, что помогает в Системе управления распределением (DMS).
- фокусирование на кибербезопасности, сетевом администрировании, управлении данными и интеграции приложений.

Цели и задачи предлагаемой модели

Предлагаемая нами же модель будет включать модель оценки, основанную на таких

важных областях, как технологии, люди и процессы. Это поможет в оценке соответствующих архитектурных и коммуникационных стандартов для технологий мониторинга и управления, что позволит проводить подходящее моделирование и имитацию. Она будет выполнять следующие задачи:

- Формализовать существующее понимание системных процессов и динамики
- Определить связи процессов, пересекающие границы дисциплины
- Определить границы и область применения системы, представляющей интерес, которая может помочь коммуницировать ученым, менеджерам, заинтересованным сторонам, сотрудникам программы и клиентам.
- Исследовать связи между различными частями интеллектуальной сети.

Компонентами интеллектуальной сети, взятыми в рамках ключевых областей предлагаемой модели, будут:

1. Технология

В рамках этого раздела модель будет придерживаться технической стратегии, которая может способствовать безрисковому успеху. Она будет включать оценку практического применения различных датчиков и устройств мониторинга, устройств связи, систем управления, инструментов бизнес-аналитики и ИТ инфраструктуры, необходимая для интеллектуальной сети.

Датчики и устройства мониторинга будут включать все датчики, установленные в энергосистеме, используемые для ограничения напряжения и тока, датчики, основанные на требованиях к управлению технологическим процессом и мониторингу состояния, что важно для поддержания надежности системы.

Коммуникационные устройства будут включать связь по линиям электропередачи, сетевую связь, сеть линий электропередачи, используемую для передачи данных, необходимых для передачи электроэнергии.

Система управления включает в себя самоуправляемую систему, которая может реагировать на инциденты кибербезопасности и любое неблагоприятное воздействие на инфраструктуру объекта. В рамках этого будет проведена оценка того, как автоматизированные системы управления могут помочь повысить производительность, гибкость и надежность энергетических систем.

2. Люди

Модель будет применяться ко всем активным и пассивным участникам перехода к интеллектуальным сетям в этой области. В нем будет содержаться оценка воздействия новых внедрений на различные аудитории, такие как предприятия электроэнергетики, потребители, заинтересованные стороны, владельцы / операторы, организации по разработке стандартов, научные круги и научно-исследовательские организации. Это поможет в разработке новых сервисов, обладающих соответствующими функциями безопасности, эффективностью, управлением ценами и персонализацией.

3. Процессы

Модель будет следовать всем шагам, связанным с комплексным проектированием в этой части. Это поможет оценить усилия и прогресс в проектировании электросети, обнаружить все мыслимые функции интеллектуальной сети, которые могут быть предоставлены конечному узлу, а также поспособствует в разработке стратегического организационного согласования, что позволит получить большие преимущества.

В этом разделе будут рассмотрены такие темы, как комплексное проектирование, организационное согласование, документация и инвестиционная основа, что поможет определить возможности сети электропитания и точно получить доступ к конечному узлу в рамках сквозной архитектуры.

Заключение

На анализе доступных моделей, в данной статье нами предлагается модель, которая обеспечит всеобъемлющую основу для понимания внедрения и возможностей интеллектуальных сетей в рамках электроэнергетической компании. Это поможет обеспечить

более эффективное тестирование и мониторинг энергосистем, обладая такими характеристиками как:

- новые продукты и услуги, а также рынки - по мере повышения степени внедрения интеллектуальных сетей появляются возможности для новых продуктов, услуг и рынков.
- качество электроэнергии – доступность, стабильность напряжения, устойчивость и способность энергосистем к самовосстановлению в условиях потрясений и стихийных бедствий.
- варианты генерации и хранения - интеграция различных и распределенных ресурсов генерации, таких как солнечные, ветровые и геотермальные источники, в энергосистему.
- вовлечение потребителей – это относится к степени осведомленности потребителей и участия в программе развертывания Smart Grid.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роконят С.С. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Веников В.А. Расчеты и анализ режимов работы сетей. Учеб. Пособие для вузов. М., “Энергия”, 1974.
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. A. Levinson, J. Mater, “Smart Grid Interoperability Maturity Model” Power and Energy Society General Meeting, 2010 IEEE, July. 2010.
5. Libao Shi, Zheng Xu, “Challenges Of Large Wind Generation Intermittence and Fluctuation for future Smart Grids” Actions on. Smart Grid, June. 2010.
6. Smart Grid Interoperability Panel, “Smart grid Conceptual Model” Version 10 ,March. 2010.
7. Przemyslaw Stangierski, Mariusz Przybylik, Krzysztof Jedziniak, Wojciech Luczak, "Smart Grid Ready Concept" International Conference on the European Energy Market, May 2011.
8. Chollot, Yves; BIASSE, Jean-marc; Malot, Alain; Feeder automation improves medium voltage network operating efficiency, Smart Grids for Distribution, 2008. IET-CIRED. CIRED Seminar 23-24 June 2008
9. China Electric Power Research Institute. YU Qingang. Research and Application of Digital Line [Z]. China's Power Development and Technological Innovation. October, 2008.
10. Software Engineering Institute, "Smart Grid Maturity Model Update", Press Release Pittsburg, Pa., Sep 2011.
11. "The Smart Grid: Introduction ", US DOE

Қол жетімді Smart Grid модельдеріне шолу

Насыр А.А. , Сатыбалдиева Р.Ж. 

Андатпа. Зияткерлік желілер технологиясы бүкіл әлемде дамып келеді.

Әр түрлі елдер өздерінің дәстүрлі энергия жүйелерін зияткерлік желілерге айналдыруға инвестиция салады. Олар Smart grid тұжырымдамасын қолдау үшін өз ұйымдарын қайта құра бастады. Бұл бастапқы кезеңде сандық бағалау, прогресті бақылау және интеллектуалды желіні іске асыруды жоспарлау үшін кейбір бағдарламалық модельдер қажет.

Қазіргі уақытта Smart Grid өзара әрекеттесу моделі, Smart Grid Инвестициялық моделі, Smart Grid жетілу моделі, Smart Grid тұжырымдамалық моделі сияқты модельдер бар.

Smart Grid өзара әрекеттесуінің жетілу моделі сұраныс кезеңінен беру, бөлу және ресурстар сияқты салалардағы автоматтандырудың қазіргі жағдайын өлшеу үшін қолданылады, Smart Grid Инвестициялық моделі олардың стратегиясымен бірге желідегі әртүрлі инвестицияларды есептеу кезінде қолданылады. Smart Grid жетілу моделі желілерді түрлендіру аясында коммуналдық қызметтерді жоспарлау кезінде қолданылады; міндеттердің басымдықтарын анықтау және өлшеу олардың әр кезеңдегі прогресі. Smart Grid тұжырымдамалық моделі Smart Grid әзірлеудің әртүрлі стандарттары мен түсіндірмелерін талдау үшін қолданылады.

Негізгі сөздер: Smart Grid өзара әрекеттесуінің жетілу моделі, Smart Grid Инвестициялық моделі, Smart Grid жетілу моделі, Smart Grid тұжырымдамалық моделі.

Overview of available Smart Grid models

Nassyr A.A. , Satybaldiyeva R.Zh. 

Abstract. Smart grid technology is developing all over the world.

Various countries are investing in the transformation of their traditional energy systems into smart grids. They started to rebuild their organization to support the Smart grid concept. At this initial stage, some software models are required to quantify, monitor progress and plan the implementation of the intellectual network.

Currently, models are available, such as the Smart Grid Interaction Maturity Model, the Smart Grid Investment Model, the Smart Grid Maturity Model, and the Smart Grid Conceptual Model.

The Smart Grid Interaction Maturity model is used to measure the current state of automation in areas such as transmission, distribution and resources from the demand side, and then the Smart Grid Investment Model is used to calculate various investments in networks together with their strategies. The Smart Grid maturity model is used when planning utilities as part of network transformation, prioritizing tasks and measuring their progress at each stage. The Smart Grid conceptual model is used to analyze various standards and interpretations of Smart Grid development.

Keywords: Smart Grid Interaction Maturity Model, Smart Grid Investment Model, Smart Grid Maturity Model, Smart Grid Conceptual Model.

РЕКУПЕРАЦИЯ НА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ, КАК ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ХОДЕ ТОРМОЖЕНИЯ

Ш.Г. Шукруллоев^{id}, Е.А. Сарсенбаев^{id}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

shukrulloshukrulloev@36gmail.com

Аннотация. Рекуперация на электромобилях является одним из важнейшей систем, при котором из процесса торможения получают энергии и не только получение, но и выработанная энергия можно сохранить в аккумуляторные батареи. Сегодня на разных моделях электромобилей используются различные методы процесса рекуперации. Но цель остаётся также одинаковым - получить дополнительную энергию. Самая важная задача которой стоит перед инженерами и разработчиками это, разработка как больше эффективных методов о повышении процесса рекуперации, так как эффективность данного процесса пока не достиг пик своего совершенствования. Поэтому сегодня кроме самих устройств использующие в процессе рекуперации, параллельно и разрабатываются разные методы.

В статье рассмотрены методы получения энергии не только при торможении электромобиля, но и при его движении.

Ключевые слова: электромобиль, рекуперация, электроэнергия, тормоз, электропривод, аккумулятор.

Переход к зелёному энергии из года в года набирает силу, в связи с экологическими и нехватка топливно- энергетических ресурсов. Именно нехватка энергетических ресурсов привело к тому что сегодня учёные и инженеры разрабатывают новые технологии по использованию нетрадиционных источников электрической энергии. Разные страны мира сегодня сталкиваются с различными экологическими процессами, результат которого в конце будет влиять на все. Одним из таких проблема является загрязнение воздуха и окружающий среды. Тем самым автомобили являются одним из таких источников загрязнения воздуха. Выхлопные газы и других выбросов которые имеют автомобили, негативно влияют на окружающей среде. Исходя из этих проблем одним из большого достижения в области технологии — это переход к более эффективных и мало оказывающий влияние широко применяется в области машиностроения.

Одним из таких переходов это, переход от двигателей внутреннего сгорания к электродвигателям на автомобилях, так как по экологическим показателям двигатели, использующие топливо, имеют определённые значение выбросов в окружающей среде. Эффективность использование электромобилях заключается в том, что ни каких вред в окружающую среду не несут.

Тем самым электропривод, установленный на электромобилях, несёт ответственность за потеря энергию от 15% до 20 % по сравнению с 64 -75 % бензиновых двигателей. [6]

Одним из ключевых и важный системный метод в электромобилях, это рекуперация. Само понятия слова рекуперация — это латинский термин *recuperatio*, то есть возвращение или компенсации. В электромобилях это означает получение электроэнергии в процессе торможения [7].

Сегодня в разные модели электромобилей используется разные методы процесса рекуперации. Но результат остаётся также одинокого, получение дополнительную энергию.

Если коротко сказать, то этот процесс происходит таким способом:

В ходе остановки при нажатии тормоз на машину его агрегат отсоединяется, то есть аккумулятор отключается от силового блока, тем самым этот агрегат переходя в генераторный режим будет производить электрическую энергию.

После этого в этом же процессе в обмотках статора и ротора появляются токи направленны против друг друга.

Тем самым на валу электромобиля возникая тормозной момент, уменьшается скорость машины.

Кинетическая энергия машина в этот момент передаётся в электрическую энергию и тепло.

Эта энергия электрическая накапливается в аккумуляторе.

Чем чаще тормозит автомобиль, тем больше заряжается его аккумуляторная батарея [7].

Система рекуперация электромобиля с колёс показано на рисунок 1.

Если говорить об этом процессе то на сегодняшний день этот процесс недостаточно достигла своего усовершенствование, что требует ряд методов и усовершенствование разработок.

Тем самым опыт показало, что, этот метод имеет ряд недостатков и не дополнение, в связи чего сегодня разрабатывается ряд других методов о повышение эффективности процесс рекуперации в электропривод электромобилей. Надо отметить что данный метод не только используется чисто в электромобилях, но и в гибридных и других транспортных средств имеет значительную применение [6]. Основным проблемам об эффективности процесса рекуперации на всех этих средства является короткий тормозной путь, это больше обусловлено тем в район города, то есть при много плотности машин, электромобиль не может достаточно разогнаться и достигать определённую скорость. Тем самым кроме этого количество, вырабатываемое электрической энергии, накапливается мало из-за того, что время торможения мало и процесс делится не много. Экономическая эффективность в любом проекте и разработки всегда имеет значительный места. Если посмотреть, то данный процесс кроме технологического вопроса ещё имеет, экономический недостаток. Кроме того, накопления электрической энергии происходит всегда в режиме торможения, то есть это ещё и влияет на скорость движения электромобиля. Но данная проблема уже в процессе разработки, то есть рекуперативная система согласно данного метода будет работа не как обычно при торможении, но и при движении электромобиля. Принцип работы данного процесса проведено ниже.

На данном этапе одним из определённых задач инженеров состоит в том, что повысить эффективность данного процесса.



Рис. 1. Система рекуперация колеса электромобиля.

Как отметили выше, экономический показатель данного процесса тоже имеет недостаток, это обусловлена тем, что устройства, применяемые на электромобилях, для достижения этого процесса имеют значительно высокую цену, что требует оккупация, но это тоже из-за того, что этот процесс пока не имеет достаточно большую эффективность. Самый лучший показатель рекуперативного торможения — это движения электромобилей, а также гибридных автомобилей, при горке, то есть автомобили могут разогнаться больше. «Владельцы автомобилей Tesla Model S говорят, что система рекуперации на электромобилях имеет малую

эффективность при движении по городу, это в связи малого тормозного пути. Эффективность увеличивается при хождении машины по горных местности, тем самым водитель чаще нажимая на тормоз даёт возможность больше накапливать электрическую энергию» [8].

Сегодня одним из компаний под название Levant Power и ZF, находятся в процессе разработки о повышении эффективности данного процесса. Они будут предполагать, что энергия можно накапливать не только входе использование тормоза, но и при обычным поездке, при помощи инновационной подвеске [2]. Этот метод будет более эффективными чем предыдущий потому, что энергия будет накапливаться не зависимо от торможения или пут электромобиля, то есть при обычном движении электрическая энергия будет накапливаться. Тем самым процесс никак не будет влиять на скорость электромобиля, что тоже важный фактор.

«Данный процесс происходит таким образом:

Система рекуперация будет иметь электромотор, насосы, управляющий часть и электрогидравлические насосы.

Этот устройства имеет место у амортизаторов колёс машины.

Когда электромобиль ездить то в устройство штока кинетическая энергия передаётся в электрическую энергию

Точно так же как в других установках, здесь тоже этот энергия накапливается у аккумулятора автомобиля. В гибридных автомобилях при использование таких устройств и система, электроэнергия передаётся в электрическую сеть» [8]. Тенденция переход к альтернативным источникам электрической энергии стало одним из решение вышесказанных проблем. В разных сферах производства инженеры стараются больше предлагают методы и процессы, которые носят экономический целесообразный характер, с большим эффективными результатами. Точно так же при рекуперативных системах разработаны и будут разрабатываться разные методы, разные подходы, с разными показателями, как с точки зрения экономики и так и с техническими показателями, но результат остаётся также одинокого как можно больше и эффективно получить эклектическую энергию, при этом разными способами, стараются как можно больше повысить коэффициент полезного действия данных устройств, с минимальными затратами.

Сегодня моя задача как будущий инженер, а области энергетики, тоже состоит в том, что искать и разработать методы о повышение эффективности рекуперации. В моём научно исследовательская работа важную роль играет именно система рекуперации в электропривод электромобиля и о повышение эффективности данного процесса.

Думаю, что тенденция переход от двигателя внутреннего сгорания к электрическом уже достаточно приобрела положительную характеристику, тем самым, не смотря на некоторые сложности, включая и систему рекуперации. Но из года в год разрабатываются новые методы, и исключительно в небольшом сроке, этот процесс тоже будет достичь пик своего совершенствования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Учебное пособие. Библиотека ремонта. Яковлев В. «Диагностика электронных систем автомобиля» СОЛОН-Пресс, 2016 год, 272 стр., ISBN 5-980-03-044-1;
2. Кашкаров, А. П. Современные электромобили, Москва : ДМК Пресс, 2018. – 92 с
3. А. Богатырев, Ю. Есеновский-Дашков, М. Насоновский, В. Чернышев «Автомобили» КолосС, 2004 год, 496 стр. (11,3 мб. djvu)
4. Техническое руководство. Кац Л. М. «Автомобильные кузова» Транспорт, 1972 год, 296 стр.
- 5 В. К. Вахламов «Автомобили. Конструкция и элементы расчета» Академия, 2006 год, 480 стр.
6. <https://autogeek.com.ua/rekuperativnoe-tormozhenie-v-jelektromobiljah-kak-rabotaet-tehnologija-i-naskolko-realno-mozhno-uvelichit-zapas-hoda/>
7. <https://prisma-electric.com/ru/articles/rekuperativni-rezhimi-mexatronnogo-modulya-elektromobilya-z-superkondensatornoy-batareyeyu>
8. https://fastmb.ru/uploads/posts/2019-04/1554464402_smeha-raboty-rekuperativnoy-sistemy-tormozheniya.jpg

Тежеу кезінде электр энергиясының көзі ретінде электрлі көліктегі рекуперация

Ш.Ғ.Шүкрүллоев^{ID}, Ү.А. Sarsenbayev^{ID}

Аннотация: Электрлік көліктердегі қалпына келтіру тежеу процесінде энергия алынатын және тек өндірістен ғана емес, сонымен бірге өндірілген энергияны аккумуляторларда сақтауға болатын маңызды жүйелердің бірі болып табылады. Бүгінгі таңда электромобильдердің әртүрлі үлгілері қалпына келтіру процесінің әртүрлі әдістерін пайдаланады. Бірақ мақсат өзгеріссіз қалады - қосымша энергия алу. Инженерлер мен әзірлеушілердің алдында тұрған ең маңызды міндет қалпына келтіру процесін жақсартудың тиімді әдістерін әзірлеу болып табылады, өйткені бұл процестің тиімділігі әлі оның жетілдірілетін шыңына жеткен жоқ. Сондықтан бүгінгі күні қалпына келтіру процесінде қолданылатын құрылғылардың өзінен басқа, параллельді түрде әртүрлі әдістер әзірленуде.

Мақалада электр көлікте тек қана тежеу кезінде энергия алу емес, сонымен бірге оның қозғалу кезінде де энергия алу әдістері қарастырылған.

Негізгі сөздер: электромобиль, рекуперация, электр қуаты, тежегіш, электр жетек, аккумулятор.

Recuperation on an electric vehicle as a source of electrical energy during braking

Sh. Gh. Shukrulloev^{ID}, Y.A. Sarsenbayev^{ID}

Abstract: Recuperation on electric vehicles is one of the most important systems in which energy is obtained from the braking process and not only the production, but also the generated energy can be stored in batteries. Today, different models of electric vehicles use different methods of the recovery process. But the goal remains the same - to get additional energy. The most important task facing engineers and developers is to develop more effective methods for improving the recovery process, since the efficiency of this process has not yet reached the peak of its improvement. Therefore, today, in addition to the devices themselves, which are used in the recovery process, various methods are being developed in parallel.

The article discusses methods for obtaining energy not only when braking an electric vehicle, but also when it is moving.

Keywords: electric car, recuperation, electric power, brake, electric drive, battery.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ «ТИРИСТОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ-АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ» (ТРН-АД)

Ж.С. Шыныбай^{ib}, Н. Д. Артыкбаев^{ib}

Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева¹

Казахстан, Алматы

nur0577@mail.ru

Аннотация: Асинхронные электроприводы с тиристорными регуляторами напряжения образуют класс систем, применяемых для широкого спектра механизмов как длительного, так и циклического действия, включая механизмы, останавливающиеся в определенном положении. Рассмотрена структура системы цифрового телевизионного ОЗУ, программное обеспечение для них и специальный программный пакет, которые позволяют решать задачи проектирования электроприводов, начиная с выбора мощности двигателя и синтеза регуляторов до оценки их динамических и энергетических показателей.

В статье для обеспечения технологических требований рассмотрены вопросы проектирование и разработки электропривода по системе ТРН-АД, изучены основные законы управления по напряжению и рассмотрено классификация преобразователей напряжения применяемых в промышленности. Также рассчитаны статические характеристики разомкнутой и замкнутой системы ТРН-АД при различных углах управления.

Ключевые слова: асинхронные электроприводы, тиристорные регуляторы, программное обеспечение, мощность двигателя, синтез регуляторов.

Система тиристорный регулятор напряжения-асинхронный двигатель обеспечивают управление режимами работы трехфазного асинхронного двигателя с коротким замыканием (фазный ротор) путем регулирования первой гармоники трехфазного напряжения V_1 статора или среднего значения постоянного напряжения V_d . ТРН обычно строится на основе обратных тиристорных пар в фазах статора. ТРН с системой автоматического управления обеспечивают все необходимое - режимы запуска, остановки, регулировки скорости и положения, оптимизацию энергии, потребляемой электроприводом (АД). Принимая во внимание вышеупомянутые возможности тиристорного регулятора напряжения, они рекомендуются для позиционного механизма, механизмы с циклическим режимом работы и кратковременным снижением скорости, а также для турбомеханизмов (насосы, вентиляторы).

При использовании вышеупомянутых систем электропривода необходимо решить ряд проблем, связанных с проектированием и настройкой таких систем, например, выбор мощности двигателя, синтез регуляторов, оценка динамических свойств, анализ влияния ТРН на источник питания, настройка АД и т.д. Для решения этих проблем было создано программное обеспечение, которое обсуждается в отчете.

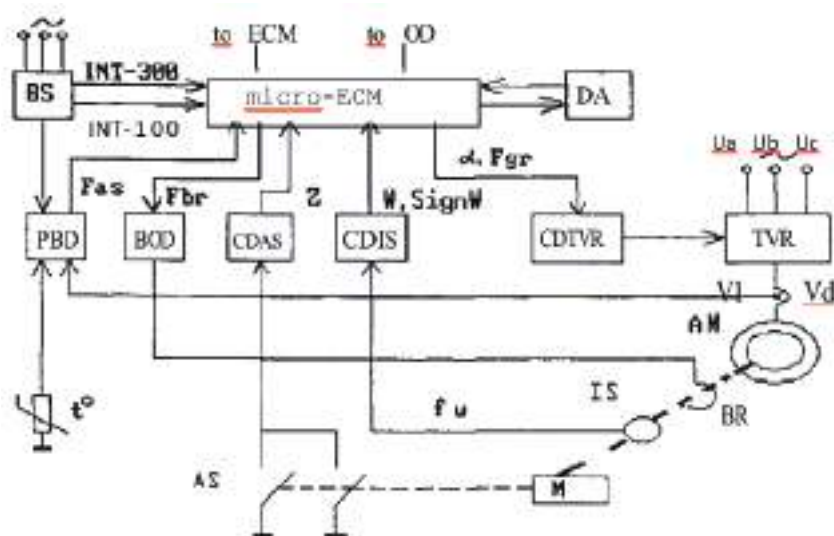


Рисунок 1 - Структурная схема цифрового электропривода

Структура системы «тиристорный регулятор напряжения-асинхронный двигатель»

Система тиристорный регулятор напряжения-асинхронный двигатель построены в двух вариантах - аналоговом и цифровом. Структурная схема цифровой системы наиболее полно показана на рисунке 1. Система спроектирована как специализированный электронный контроллер. Он включает в себя микро-ЕСМ и некоторые соединительные устройства с датчиками ТРН. Контроллер содержит информационный блок, включающий соединительные устройства (CD) с датчиками приращения (CD IS) на валу двигателя и с датчиком точной остановки (CD AS) механизма (M); соединительное устройство с ТРН (CD-TVR); блок защиты и блокировки, включающий защиту и блокировку устройство (PBD) и устройство управления тормозом (BR) (КОРПУС), а также пульт управления электроприводом (DA). Синхронизация контроллера с помощью источника питания осуществляется частотными сигналами 300 Гц (IN-300) и 100 Гц (INT-100), которые генерируются блоком синхронизации (BS).

Задача перемещения электропривода может быть передана контроллеру либо с ЕСМ высокого уровня, либо с пульта управления оператора (OD). На высоком уровне ЕСМ анализирует контроллер, обнаруживает аварийные ситуации (Fas) в электроприводах и при необходимости блокирует его работу.

Основной функцией контроллера электропривода является изменение напряжения статора переменного тока V_1 или постоянного тока V_d AM в системе автоматического управления, которое закликивается на сигналах скорости или угла поворота ротора. Для этой цели частотный сигнал (fw) от датчика приращения преобразуется в цифровую оценку W и к ошибке положения с определением направления вращающегося знака W . По сути, эта информация дополняется информацией от точного датчика остановки в виде сигнала Z , который означает, что механизм либо в зоне точной остановки или за ее пределами реализуется принцип "приблизительного точного" подсчета позиций. Формирование кода угла размыкания тириستоров с частотой коммутации ТРН (300 Гц) и сигнала, необходимого для работы определенной группы тиристоров F_{gr} , обеспечивающих режимы запуска или торможения двигателя, и сигнал управления тормозом F_{br} были результатом обработки вводимой контроллером информации. CD ТРН после получения сигналов и F_{gr} генерирует управляющий тиристорный импульс, обеспечивающий необходимое напряжение на выходе ТРН.

Устройство электропривода используется для настройки и тестирования электропривода. DA предоставляет доступ к микро-ЕСМ с целью введения ряда типичных режимов электропривода (нажатие, низкая скорость, движение в ближайшей позиции и т.д.), констант и параметров.

Следует отметить, что основные особенности управления работой электропривода были описаны их привлекательностью в алгоритмах INT-100 и INT-300. Первый из них обеспечивает синхронизацию путем переключения тиристорных групп источника питания при изменении режима работы двигателя, второй реализует алгоритм управления углом наклона тиристора с учетом погрешности скорости и динамических свойств двигателя.

Синтез второго алгоритма был выполнен методом полиномиальных уравнений с учетом нелинейных свойств ТРН-АД системы. Результаты исследований показали возможность технической линеаризации системы автоматического регулирования скорости электропривода в диапазоне частот до 5-7 Гц за счет введения некоторых функциональных вычислений в алгоритм INT-300, обеспечивающих компенсацию таких нелинейностей, как

АД и ТРН. В связи с этим в алгоритме была предсказана компенсация временной задержки при вычислении. Также были приняты во внимание дискретные свойства ТРН.

Модуль W_g обладает определенными особенностями в основной программе. В нем реализован алгоритм регулятора положения, позволяющий дискретно изменять датчик положения.

Пакет, обеспечивающий все необходимые этапы проектирования и анализа систем ТРН, предоставляет нам возможность:

- исследование различных структур электромеханических систем с изменением параметров и различными входными нагрузками;

- расчет частотных характеристик;
- анализ квазистатических режимов с оценкой основных энергетических показателей;
- моделирование систем автоматического управления ТРН-АД;
- выбор мощности двигателя и синтез регуляторов.

Программные возможности пакета заключаются в следующем:

- автоматический выбор шага интеграции;
- независимая работа с отдельными пакетными программами;
- установка в жилых помещениях любой пакетной программы;
- любые изменения структуры пакета;
- введение диалоговых или автоматических пакетных режимов работы.

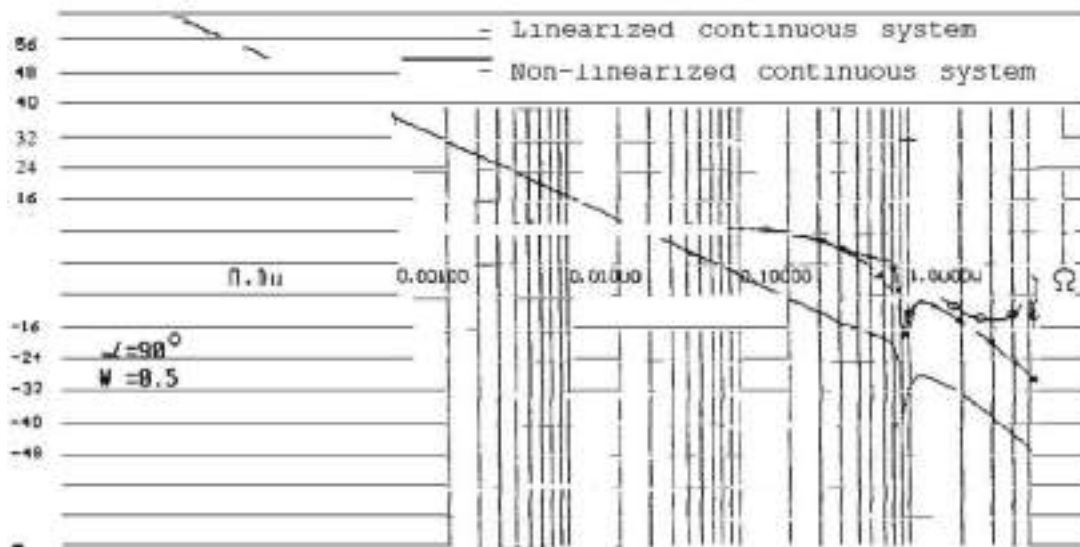


Рисунок 2 - Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика АД

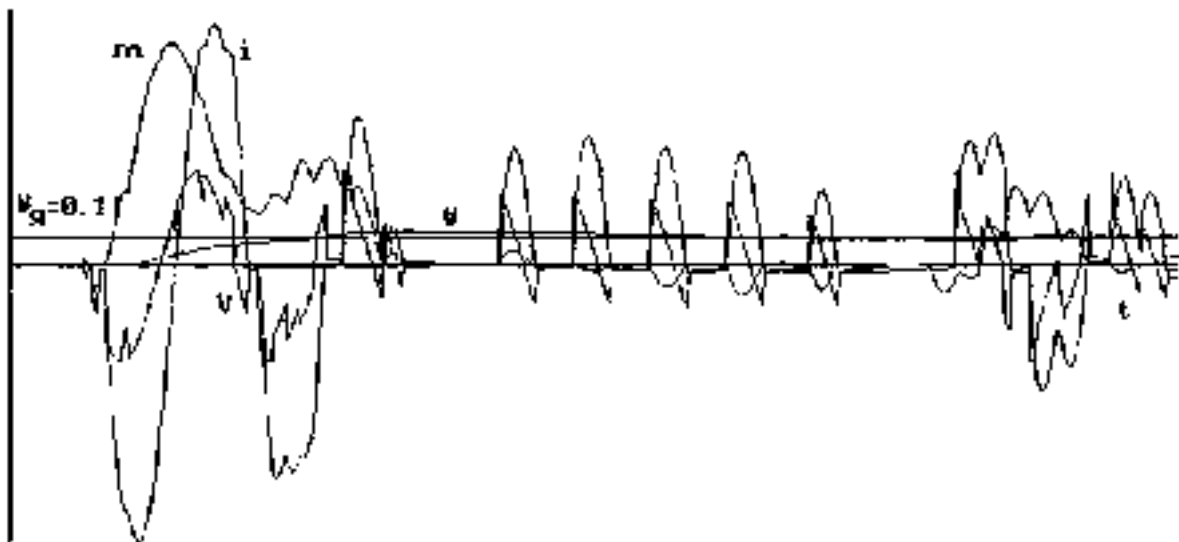


Рисунок 3

Вывод

Рисунок 2 и рисунок 3 иллюстрируют возможности пакета. Можно увидеть частотные характеристики для некоторых систем, реальную форму тока (i), напряжение статора (u) и крутящий момент (m), которые позволяют нам учитывать все особенности работы системы

электропривода. Практика использования ТРН-АД подтвердила высокую надежность полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гульков Г.И. Системы автоматизированного управления электроприводами [Текст], учеб. пособие / Г.И. Гульков, Ю.Н. Петренко, Е.П. Раткевич, О.Л. Симоненкова; под общ. ред. Ю.Н. Петренко. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск: Новое знание, 2007. - 394 с.
2. Терехов В.М. Системы управления электроприводов [Текст] / В.М. Терехов, О.И. Осипов. - 2 - изд., стер. - Издательский центр «Академия», 2006. - 304 с.
3. Тиристорные регуляторы напряжения для плавного пуска, торможения и управления скоростью вращения вала асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором [Электронный ресурс], <http://electricalschool.info/elprivod/1013-tiristornye-reguljatory-naprjazhenija.html>.
4. Устройство и принцип действия тиристорного регулятора напряжения [Электронный ресурс], <http://www.gaw.ru/html/cgi/txt/gl/proizv2/ustrojstvo-i-princip-djeystvija-tiristornogo-rjeglujatora.htm>.
5. Фираго Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока [Текст]/Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. - Мн.: Техноперспектива, 2006. - 363 с.

Жүйелерге арналған бағдарламалық қамтамасыз ету «Тиристорлы кернеу реттегіші - асинхронды қозғалтқыш»

Ж.С. Шыныбай^{id}, Н. Д. Артыкбаев^{id}

Андатпа. Тиристорлық кернеу реттегіштері бар асинхронды электр жетектері белгілі бір қалыпта тоқтайтын механизмдерді қоса алғанда, ұзақ мерзімді және циклдік механизмдердің кең ауқымы үшін қолданылатын жүйелер класын құрайды. Теледидардың цифрлық жедел жады жүйесінің құрылымы, оларға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету және қозғалтқыш қуатын таңдаудан және контроллерлерді синтездеуден бастап олардың динамикалық және энергетикалық өнімділігін бағалауға дейін электр жетектерін жобалау мәселелерін шешуге мүмкіндік беретін арнайы бағдарламалық кешен қарастырылған.

Технологиялық талаптарды қамтамасыз ету мақсатында мақалада ТКР-АҚ жүйесі бойынша электр жетегінің конструкциясы мен дамуы қарастырылып, кернеуді реттеудің негізгі заңдылықтары зерттеліп, өнеркәсіпте қолданылатын кернеу түрлендіргіштерінің классификациясы қарастырылған. ТКР-АҚ ашық және жабық жүйесінің статикалық сипаттамалары әртүрлі басқару бұрыштары үшін де есептелген.

Негізгі сөздер: асинхронды электр жетектері, тиристорлық контроллерлер, бағдарламалық қамтамасыз ету, қозғалтқыш қуаты, контроллер синтезі.

Software for systems "Thyristor voltage regulator - asynchronous motor"

Zh. Shynybay^{id}, N. Artykbayev^{id}

Abstract. Asynchronous electric drives with thyristor voltage regulators form a class of systems used for a wide range of mechanisms, both long-term and cyclic, including mechanisms that stop at a certain position. The structure of the digital television RAM system, software for them and a special software package are considered, which allow solving the problems of designing electric drives, starting with choosing the engine power and synthesizing controllers to assessing their dynamic and energy performance.

In order to ensure technological requirements, the article considers the design and development of an electric drive according to the TVC-AM system, the basic laws of voltage control are studied, and the classification of voltage converters used in industry is considered. The static characteristics of the open and closed system of TVC-AM are calculated for different control angles.

Keywords: asynchronous electric drives, thyristor controllers, software, motor power, controller synthesis.

АУА БӨЛУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ТУРБОКОМПРЕССОРЛЫҚ ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІНІҢ ЖИІЛІГІН АВТОМАТТЫ РЕТТЕУ

Ж.С. Шыныбай^{id}, А.Ж. Чиняева^{id}

Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті
Қазақстан, Алматы қ.

nur0577@mail.ru

Андатпа: Өнеркәсіптік кәсіпорындарда сығылған ауаның тұтыну кестесі, әдетте, тәулік ішінде ауыспалы сипатқа ие. Тұтынушылардың қалыпты жұмысын қамтамасыз ету үшін ауа қысымын тұрақты ұстау қажет - бұл компрессорлық қондырғыларды автоматтандыруға қойылатын негізгі талаптардың бірі. Түтік желісіндегі қысым ауаның шығыны мен компрессордың өнімділігіне байланысты. Қазіргі уақытта турбокомпрессордың жұмысын реттеу дроссельдеу арқылы жүзеге асырылады, бұл қысымды реттеу диапазонын тарылтады және экономикалық жағынан тиімсіз болып табылады. Осыған байланысты жетекші қозғалтқыштың жиілігін автоматты реттеуді енгізу арқылы турбокомпрессордың тиімділігін арттыру өзекті мәселе болып табылады.

Қазіргі уақытта металлургия шойын мен болат өндірісінде (конвертерлі болат өндірісі, электр доғалық пеш өндірісі және домна пештерінде оттегінің жарылуы) қолданылатын сығылған оттегінің негізгі тұтынушысы болып табылады.

Негізгі сөздер: Турбокомпрессор, жиілік түрлендіргіші, асинхронды қозғалтқыш, векторлық реттеу, математикалық модель.

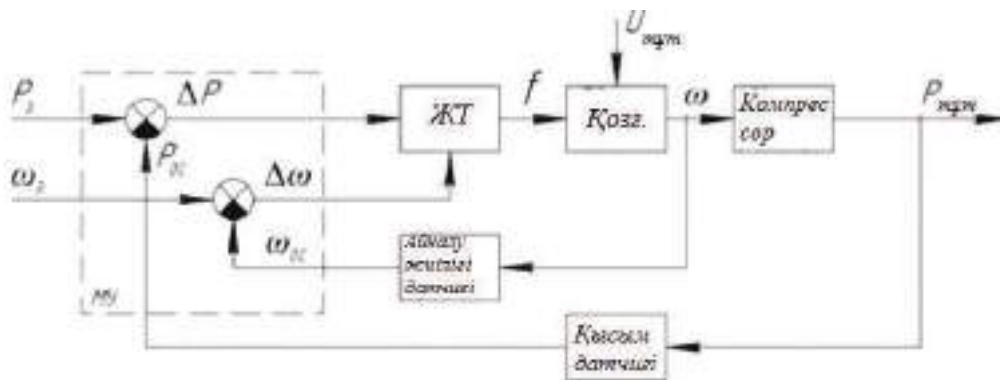
Қазіргі уақытта металлургия шойын мен болат өндірісінде (конвертерлі болат өндірісі, электр доғалық пеш өндірісі және домна пештерінде оттегінің жарылуы) қолданылатын сығылған оттегінің негізгі тұтынушысы болып табылады. Оттегіні алу үшін атмосфералық ауаны сығымдауға және тазартуға, оны криогендік температураға дейін салқындатуға, ректификация арқылы бөлуге, алынған өнімді қыздыруға, оларды сығымдауға және айдауға арналған жабдықты қамтитын ауа бөлу қондырғылары (АБҚ) қолданылады.

АБҚ жұмыс режимі турбокомпрессорлық қондырғының жүктемесін өзгертетін және желідегі қысымның рұқсат етілмейтін ауытқуларына әкелуі мүмкін пневматикалық энергияны тұтынудың өзгеруімен сипатталады.

Турбокомпрессордың жұмыс режимін реттеудің негізгі міндеті сығылған ауаның шығынына сәйкес компрессорлардың өнімділігін өзгерту арқылы пневматикалық желідегі сығылған ауаның берілген қысымын ұстап тұру болып табылады. Ол үшін турбокомпрессордың жоғары вольтты асинхронды электр жетегін жиілік түрлендіргішімен жабдықтау ұсынылады, ол автоматты реттегішпен бірге жүйеде айналымы ағын жылдамдығында тұрақты қысымды сақтайды, сонымен қатар қысымның төмендеу ықтималдығын азайтады. Жиілікті реттеу электр энергиясы шығынын айтарлықтай азайтуға, технологиялық процесті автоматтандыру деңгейін арттыруға, электр қозғалтқыштарының бас тартуына қарсы жұмысын арттыруға мүмкіндік береді. Осылайша, жиілікпен реттелетін асинхронды электр жетегімен жабдықталған компрессорлық қондырғыны автоматты басқару жүйесін әзірлеу өзекті болып табылады.

Жиілікті түрлендіргішпен жабдықталған турбокомпрессордың ұсынылатын автоматты басқару контурының құрылымы (1 сурет) басқару модулін (БМ), жиілікті түрлендіргішті (ЖТ), қозғалтқышты, компрессорды, қысымды және қозғалтқыш айналу жиілігінің датчиктерін қамтиды.

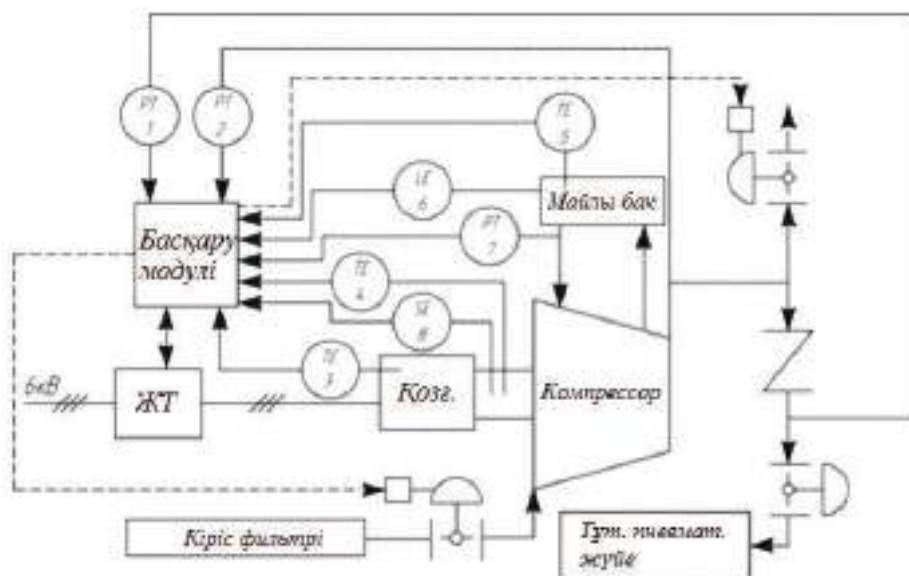
$P_{тұт}$ пневматикалық желісіндегі нақты ауа қысымы компрессордың шығысындағы қысым датчигі ($P_{ос}$ сигналы) арқылы өлшенеді және $P_{ж}$ жұмыс сигналымен салыстырылады. ΔP сәйкес келмеген жағдайда БМ турбокомпрессордың электр қозғалтқышының айналу жиілігін түзететін жиілік түрлендіргіш үшін басқару сигналын жасайды. Қозғалтқыштың ω нақты айналу жиілігі тахогенератормен өлшенеді, оның шығыс сигналы $\omega_{бас}$ бастапқы берілген сигналмен салыстырылады. Сәйкес келмеу сигналы электр қозғалтқышының айналу жиілігін реттегішіне жіберіледі, ол турбокомпрессордың ЭҚ жетегінің айналу жиілігін арттыру немесе азайту сигналын тудырады.



1 - сурет – Турбокомпрессорлық қондырғының жұмысын автоматты түрде басқару жүйесінің құрылымдық схемасы

Қозғалтқыштың жиілігін автоматты түрде реттейтін турбокомпрессордың құрылымы (2 сурет) ағын желісінде және компрессордың шығысында 1, 2 қысым датчиктерінің, 3 қозғалтқыш температурасының, 4 мойынтіректердің және 5 майдың, 6 май деңгейінің датчиктерінің, 7 май қысымы және 8 электр қозғалтқышының айналу жиілігінің датчиктерінің болуын болжайды.

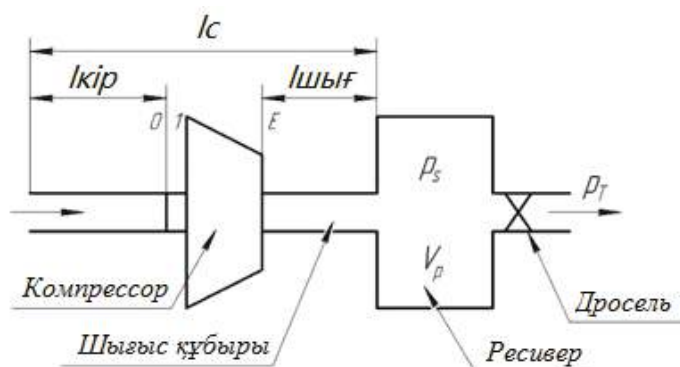
Мұндай жүйені енгізу сығылған ауаның шығыс қысымын тұрақтандыру және энергия ресурстарын үнемдеу арқылы АБҚ жұмысының тиімділігін арттырады. Әрі қарайғы зерттеулер барысында қондырғының жұмысын модельдеу және басқару құрылғысының құрылымы мен параметрлерін негіздеу ұсынылады.



2 сурет – Қозғалтқыштың жиілігін автоматты реттейтін турбокомпрессордың құрылымы

Жиілік түрлендіргіш ретінде Rockwell Automation (Allen-Bradley) фирмасының - PowerFlex7000 жоғары вольтты түрлендіргішін пайдалануға болады.

Ортадан тепкіш компрессорындағы өтпелі процестерді математикалық модельдеу



3 сурет – Компрессор жүйесінің сұлбасы

Компрессордың динамикасын сипаттау үшін Мур – Грейтцер моделі қолданылды :

$$\begin{cases} \frac{d}{dt}\Phi = \frac{1}{l_c} \psi_c \Phi - \psi; \\ \frac{d}{dt}\psi = \frac{1}{4B^2 l_c} \Phi - \Phi_T, \end{cases} \quad (1)$$

мұндағы Φ – компрессор арқылы өтетін ауа ағыны; ψ - компрессормен ауа ағынының қысу коэффициенті; B - Грейтцер параметрі; $l_c = l_{kip} + l_k + l_{шығ}$; l_{kip} – сору құбырының ұзындығы; l_k - компрессордың ұзындығы; $l_{шығ}$ - компрессордың разрядындағы құбырдың ұзындығы; Φ^T - желінің шығыны; $t=U\tau/R$ – салыстырмалы уақыт, мұндағы U – орташа диаметрдегі тангенциалды жылдамдық, R – компрессордың орташа радиусы, t – нақты уақыт.

Шеңбер бойынша біркелкі ағыны бар компрессор кубтық тәуелділік түріндегі $\psi_c(\Phi)$ сипаттамасына ие болады деп қарастырылады:

$$\psi_c(\Phi) = \psi_{c0}(\omega) + H(\omega) \cdot \left[1 + \frac{3}{2} \left(\frac{\Phi}{W(\omega)} - 1 \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{\Phi}{W(\omega)} - 1 \right)^3 \right], \quad (2)$$

мұндағы $\psi_{c0}(\omega) = K_k \omega^2$ – ағынның жоқтығындағы қысу; $W = k_w \omega$ - газ-динамикалық сипаттаманың жарты ені; $H = k_H \omega^2$ - газ-динамикалық сипаттаманың жарты биіктігі; K_k , k_H , k_w – компрессордың есептік коэффициенттері; ω - компрессор роторының айналу жылдамдығы.

(1), (2) теңдеулерде Грейтцер ұсынған B критерийі компрессор роторының айналу жиілігін ескереді. $B > B_{кр}$ мәндерінде кернеу көтеріледі, $B < B_{кр}$ жағдайда - кері тоқтау, ал $B_{кр}$ Грейтцер параметрінің критикалық мәні болып табылады.

B параметрі мына өрнекпен анықталады:

$$B = \frac{U}{2a_s} \sqrt{\frac{V_p}{A_c l_c}} = \frac{U}{2\omega_n l_c}, \quad (3)$$

мұндағы a_s – дыбыс жылдамдығы; V_p – қабылдағыштың көлемі; A_c – компрессор құбырының ауданы; ω_n – компрессор роторының номиналды жылдамдығы.

(1) және (2) теңдеулерді матрицалық дифференциалдық теңдеуге біріктірейік:

$$\frac{d}{dt} \bar{X} = \bar{C}_1 \cdot \bar{X} + \bar{C}_2, \quad (4)$$

мұндағы

$$\bar{X} = \Phi \psi^T -$$

өтпелі

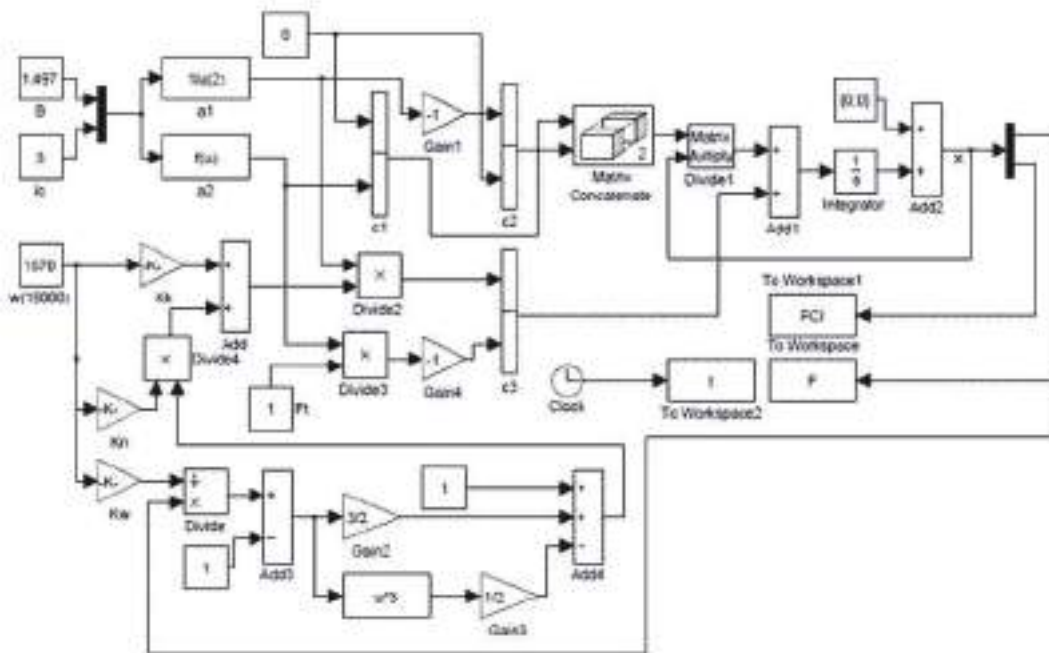
процестердің

векторы

$$\bar{C}_1 = \begin{bmatrix} 0 & -a_1 \\ a_2 & 0 \end{bmatrix}, \quad \bar{C}_2 = \begin{bmatrix} a_1 \psi_c & \Phi \\ -a_2 \Phi_T \end{bmatrix} - \text{матрицалық коэффициенттер;}$$

$$a_1 = \frac{1}{l_c}; \quad a_2 = \frac{1}{4B^2 l_c}.$$

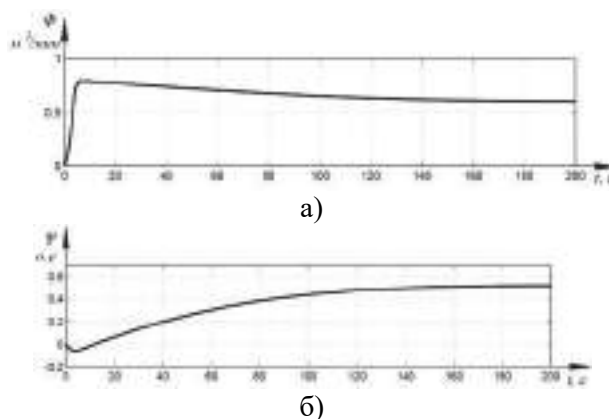
(4) теңдеуге сәйкес компьютер моделінің құрылымдық схемасы 4-суретте көрсетілген.



4 сурет – Ортадан тепкіш компрессор моделінің құрылымдық сұлбасы

Келесі параметр мәндері бар компрессорлық қондырғыны қарастырайық: $V_p = 1,5 \text{ м}^3$; $H = 0,18 \text{ Па}$; $W = 0,25 \text{ кг/с}$; $A_c = 0,01 \text{ м}^2$; $a_s = 340 \text{ м/с}$; $L_c = 3 \text{ м}$; $\psi_{c0}(\omega) = 0,3 \text{ о.е.}$; $B = 1,497 \text{ о.е.}$; $R = 0,1 \text{ м}$; $l_{kip} = 1 \text{ м}$; $l_{шығ} = 2 \text{ м}$; $U = 114 \text{ м/с}$; $\omega = 3000 \text{ рад/с}$; $\Phi_T = 0,5 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Компрессорды іске қосу кезіндегі өтпелі процестерді модельдеу барысында алынған графиктері 5 суретте көрсетілген.



5 сурет – Модельдеу нәтижесінде алынған өтпелі процестердің графиктері
а - компрессор арқылы өтетін ауа ағыны, б - ауа ағынының қысу коэффициенті

Матрицалық дифференциалдық тендеу түріндегі орталықтан тепкіш компрессордың негізделген математикалық моделін айнымалы жиілікті реттегішті жетегі бар компрессорлық қондырғыны модельдеу кезінде пайдалануға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Хисамаев И. Г., Максимов В. А., Баткис Г. С., Гузельбаев Я.З. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров. – Казань: Изд-во «ФЭН», 2010. – 671с.
2. Турбокомпрессоры: Учеб. пособие / Галеркин Ю. Б., Козаченко Л. И. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 374 с.
3. Типовые решения САУ компрессоров [Электронный ресурс] / НПП Промышленная автоматизация : <http://www.indautomation.ru...>.

Автоматическое частотное регулирование электропривода турбокомпрессора воздухоразделительной установки

Ж.С. Шыныбай^{ID}, А.Ж. Чиняева^{ID}

Аннотация. График потребления сжатого воздуха на промышленных предприятиях, как правило, имеет переменный характер в течение суток. Для обеспечения нормальной работы потребителей необходимо, чтобы давление воздуха поддерживалось постоянным – это является одним из основных требований, предъявляемых при автоматизации компрессорных установок. Давление в воздухопроводной сети зависит от потребления воздуха и производительности компрессора. В настоящее время регулирование работы турбокомпрессора осуществляется дросселированием, что сужает диапазон регулирования давления и является экономически невыгодным. В связи с этим актуальной задачей является повышения эффективности работы турбокомпрессора за счет внедрения автоматического частотного регулирования работы приводного двигателя.

В настоящее время металлургия является основным потребителем сжатого кислорода, используемого в производстве чугуна и стали (конвертерное производство стали, электродуговое производство и кислородное дутье в доменных печах).

Ключевые слова: Турбокомпрессор, преобразователь частоты, асинхронный двигатель, векторное регулирование, математическая модель.

Automatic frequency control of the turbocharger electric drive of the air separation unit

Zh.Shynybay^{ID}, A. Chinyeva^{ID}

Abstract. The schedule of compressed air consumption at industrial enterprises, as a rule, has a variable character during the day. To ensure the normal operation of consumers, it is necessary that the air pressure be maintained constant - this is one of the main requirements for the automation of compressor units. The pressure in the duct network depends on the air consumption and the compressor capacity. At present, the regulation of the operation of the turbocharger is carried out by throttling, which narrows the range of pressure regulation and is economically disadvantageous. In this regard, an urgent task is to increase the efficiency of the turbocharger by introducing automatic frequency control of the drive motor.

Currently, metallurgy is the main consumer of compressed oxygen used in the production of iron and steel (BOF steel production, electric arc production and oxygen blast in blast furnaces).

Keywords: Turbocharger, frequency converter, asynchronous motor, vector control, mathematical model.

ПРИМЕНЕНИЕ НАКОПИТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ КАЗАХСТАНА ДЛЯ ДЕМПФИРОВАНИЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ВИЭ

Г.Г. Трофимов¹, Ж.К. Бекболатова², Д.В. Григорьев²

¹Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева

²Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

bekbolatova@inbox.ru

Аннотация. Сегодня, когда стоимость возобновляемых источников энергии сравнялась с ценой традиционных источников энергии, а в большинстве стран "зеленая" электроэнергия стала дешевле электроэнергии на углеводном топливе, то мы все меньше и меньше начинаем обсуждать механизмы экономической поддержки возобновляемых источников энергии, но проблема балансирования это все еще стоит на повестке дня. В статье описаны проблемы в ЕЭС Казахстана, а именно нехватка установленных мощностей ГЭС в республике создает дисбаланс в энергетической системе, приводя к ухудшению условий устойчивости. Наличие дефицита маневренной мощности приводит к необходимости крупных дополнительных инвестиций по обеспечению стабильности и надёжности работы энергосистемы. Так для компенсации только почасовых отклонений мощности Казахстан вынужден в последние годы закупать в России электроэнергию. Предлагается путь решения этих проблем за счет применения систем хранения энергии, установленных на электрических станциях с ВИЭ в ЕЭС Казахстана.

Ключевые слова: маневренные мощности, возобновляемые источники энергии, накопители энергии, энергосистема.

В Казахстане доля угольных неманевренных электростанций составляет более 70%, в то время как в США на угольную генерацию в 2021 г приходилось всего 20 %, в России доля угольных блоков от общей мощности всех электростанций по итогам 2020 г. составила 16%, а в выработке электроэнергии – 13%, в целом по ЕС доля угольной генерации с 2016 г. сократилась вдвое и составила в 2020 г. всего 12%. В то же время установленная мощность маневренных станций в Казахстане в 2020 г составляла 4,06% для крупных ГЭС и 11,57% для малых ГЭС, а для газотурбинные ТЭС - 16,92%. Причем выработка электроэнергии от всех ГЭС составляла всего 8,83%, и на этом же уровне находилась и выработка электроэнергии газотурбинными электростанциями.

В то же время в России на конец 2019 г. доля только гидроэлектростанций в структуре установленной мощности электростанций составляла — 18,8 %, а в структуре производства электроэнергии — 17,5 %. Доля ГЭС в структура производства электроэнергии в 2018 году в СНГ составила 16,4%, а в мире - 15,7%. Установленная мощность ГЭС в структуре генерирующих мощностей в 2018 г. в СНГ составила 18,4%, а в мире с учетом ГАЭС - 18%. В Украине планируется увеличить долю ГЭС и ГАЭС до 2026 года с 7–10% до 15,5%.

Это сравнение, а также проведенный нами анализ показывает, что в структуре генерирующих мощностей ЕЭС Казахстана наблюдается многолетний дефицит маневренных мощностей для покрытия пиковых нагрузок.

Именно нехватка установленных мощностей ГЭС в республике создает дисбаланс в энергетической системе, приводя к ухудшению условий устойчивости. Наличие дефицита маневренной мощности приводит к необходимости крупных дополнительных инвестиций по обеспечению стабильности и надёжности работы энергосистемы. Так для компенсации только почасовых отклонений мощности Казахстан вынужден в последние годы закупать в России электроэнергию оплачивая за это регулярно порядка 25 млн долларов [1].

Между тем с момента принятия закона «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» 4 июля 2009 года, в стране начали разрабатывать планы развития ВИЭ. Были поставлены амбициозные цели довести долю ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии в стране до 3% в 2020 году, 6% – в 2025 году, 10% – к 2030 году. В 2020 году доля выработки электроэнергии за счет ВИЭ была доведена до 3%. Тем самым был выполнен первый этап, в Концепции перехода Казахстана на «зеленую» экономику.

Поэтому, для дальнейшего проведения политики декарбонизации, несмотря на

грандиозность существовавших планов развития ВИЭ в стране, они в 2021г были пересмотрены в сторону увеличения. Теперь Казахстан намерен довести долю ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии до 6% в 2025 году, к 2030 году - до 10%, а к 2050 году на возобновляемые и альтернативные источники энергии должно приходиться не менее половины всего совокупного энергопотребления.

Однако выполнение первого этапа интеграции ВИЭ в энергосистему страны показало, что дальнейшее развитие этих нестабильных источников энергии упирается в возникшие барьеры, связанные не столько с низкой пропускной способностью отдельных изолированность регионов, где располагаются эти станции, сколько с отсутствием в энергосистеме маневренных мощностей. Это создает определенные сложности в управлении режимом и препятствует темпам дальнейшей интеграции ВИЭ в энергосистему. Поэтому, учитывая, что доминирующая в ЕЭС Казахстане доля угольной генерация не является гибкой, необходимо быстрыми темпами развивать гибкие маневренные мощности. Гибкие источники – это такие станции, как газовые, гидроэлектростанции или накопители энергии разных типов.

Поэтому Министерство энергетики совместно с Казахстанской компанией по управлению электрическими сетями» (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company) KEGOC обратили на это внимание и для дальнейшего развития ВИЭ разработали комплекс решений по модернизации энергосистемы Казахстана.

С этой целью в конце 2020 года АО «KEGOC» завершило создание системы автоматического регулирования частоты и мощности (АРЧМ). Система позволит эффективно использовать маневренные возможности отечественных электростанций и снизит небалансы на границе с Российской энергосистемой. Кроме того, особое внимание обращено на введение балансирующего рынка электроэнергии, который может помочь в наращивании потенциала резервных мощностей. Поэтому широкая интеграция ВИЭ в ЕЭС Казахстана требует запуска балансирующего рынка в режиме реального времени.

А Министерство энергетики, с целью диверсификации структуры генерирующих мощностей в ЕЭС Казахстана и интеграции в нее новых маневренных мощностей, стали обращать внимание не только на наращивание мощности ВИЭ, но и на процесс аккумуляции энергии ВИЭ за счет закупа и установки на этих электрических станциях систем хранения энергии (СНЭ) с целью балансировки мощности. Поэтому стали проводить аукционные торги по отбору проектов ВИЭ совместно с СНЭ.

Нам представляется что в значительной степени решение проблемы дефицита маневренных мощностей в ЕЭС Казахстана может быть достигнуто за счет применения СНЭ в энергосистеме Казахстана на электрических станциях с ВИЭ.

В России уже в 2020 г было реализовано несколько проектов по созданию СНЭ. Для этого ранее было построено три гидроаккумулирующие станции, а затем реализовано несколько проектов с электрохимическими накопителями, установленными на электрических станциях с ВИЭ. Кроме того, разработан и строится в "Сколково" новый твердотельный накопитель для хранения энергии на базе 80-метровой установки. Этот промышленный накопитель энергии не уступает по экономическим показателям не только электрохимическим накопителям, но и гидроаккумулирующим электростанциям и не требователен к месту размещения.

К сожалению, на сегодняшний день в Казахстане нет установленных в энергосистеме накопителей энергии. Полагаем, что для Казахстана наращивание маневренных мощностей для повышения гибкости ЕЭС должно проходить за счет строительства ГЭС, ГАЭС и использованием новых типов относительно более дешевых накопителей.

Между тем мировая энергетика быстро меняется, и один из важнейших трендов ее развития состоит в совершенствовании и быстром распространении СНЭ за счет возможности использования в энергосистемах разнообразных функций, предоставляемых ими.

Стандартные функции, выполняемые системами накопления и хранения энергии:

- ❖ Срезание пиков мощности и в энергосистеме, и у потребителя.
- ❖ Режим источника бесперебойного питания для любого потребителя.
- ❖ Компенсация резкопеременных набросов мощности от ВЭУ.

- ❖ Обеспечение резервной мощностью СЭС.
- ❖ Регулирование частоты и напряжения во всех точках энергосистемы, где они установлены.
- ❖ Ограничение наброса и сброса нагрузки.
- ❖ Стабилизация работы генераторного оборудования
- ❖ Замена «вращающегося резерва»

Установка накопителей энергии на электрической станции и распределенных накопителей разных типов, установленных в энергосистеме, способна оперативно изменять генерацию автоматически или по команде диспетчера. Эти СНЭ оказываются значительно более экономичным вариантом для резервирования генерации солнечных и ветровых электростанций чем вариант содержание горячего резерва мощности на традиционных электростанциях используемый сегодня в Казахстане. Это связано с тем, что установка накопителей требует только одноразовых вложений, в то время как содержание горячего резерва связано с постоянной оплатой расходуемого топлива на множестве электростанций республики в течении даже не одного года. Поэтому в наше время резерв маневренной мощности должен создаваться не на традиционных электростанциях, что предполагает значительные дополнительные затраты, а за счет установки накопителей энергии в первую очередь на крупных и автономных электрических станциях с ВИЭ, а также расширения использования накопителей в энергосистеме. А задача государственного управления при этом должна состоять в том, чтобы помочь энергосистеме и создать выгодные условия для установки накопителей не только в энергосистеме, но и на стороне потребителей.

Эти особенности разных типов СНЭ вызывают бурный рост использования их в мире [3, 4, 5, 6]. Так по оценке компании Bloomberg New Energy Finance установленная мощность глобальных стационарных установок для хранения энергии с 2018 по 2040 год увеличится в 122 раза, с 9 ГВт/17 ГВт/ч до 1095 ГВт/2850 ГВт/ч.

Всё это способствовало тому, что в Университете Сатпаева докторанты выполняют работы, направленные на использование накопителей энергии в ЕЭС Казахстана в условиях существующей в стране широкой интеграции ветровой и солнечной генерации.

В работах рассматривается процесс прогнозирования метеорологических условий с целью определения выдаваемой мощности ВЭУ и СЭС в отдельных районах Казахстана. Затем решаются вопросы прогнозирования переменной мощности вырабатываемой ВИЭ, вследствие непостоянства метеорологических условий на территории Казахстана, которые оказывают существенное влияние на режим работы энергосистемы, а также и на степень интеграции ВИЭ в ЕЭС страны. Прогнозирование изменчивости мощности, от ВИЭ может в значительной степени способствовать устранению существующих проблем и повышению степени их интеграции в энергосистему. С этой целью рассматриваются существующие различные модели прогнозирования, основанные на современных математических методах, проводится их сравнение, отмечаются их преимущества и недостатки.

Однако каждая выбранная модель имеет свою погрешность расчета. Так, например, существующие модели прогнозирования скоростей ветра не учитывают колебания скорости ветрового потока, а следовательно, не в полной мере учитывают вероятностные характеристики ветра, что оказывает существенное влияние на прогноз выработки активной мощности ВЭУ. Поэтому была разработана и новая математическая модель, использующая алгоритм *swarm intelligence* для расчета скорости ветра. Она позволяет учесть колебания ветрового потока, которые происходят в реальности. Инструмент прогнозирования основан на модели прогнозирования временных рядов авторегрессионной скользящей средней. В настоящее время эти работы находятся на заключительной стадии.

Однако для сглаживания погрешности прогнозирования метеорологических условий рассматривается возможность установки накопителей энергии на крупных электрических станциях с ВИЭ. Причем применения накопителей не только снижает погрешность прогнозирования, но и способствует демпфированию колебаний, вызываемых нестабильной работой ветровых электрических станций, улучшают статическую и динамическую

устойчивость энергосистемы, что также в значительной степени способно решить проблемы дефицита маневренной мощности. В работах были выбраны типы ВИЭ [7], рассчитаны необходимые мощности накопителей энергии, устанавливаемых как на крупных ВИЭ, так и в автономных энергокомплексах на базе газотурбинных установок, ветрогенераторов и аккумуляторов электрической энергии. [8]. Определено комплексное влияние ВИЭ с накопителями на статическую и динамическую устойчивость электропередач. Кроме того, были проведены расчеты по определению нормированной стоимости электрической энергии от ВИЭ с накопителями [9]. Исследования в этом направлении были выполнены для отдельных регионов Казахстана в которых предусматривается бурное развитие ВИЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов С. Электроэнергетические «маневры» Казахстана, 20.10.2020, <https://www.ritmeurasia.org/news--2020-10-20--elektroenergeticheskie-manevry-kazahstana-51490>
2. Система аукционов позволила добиться значительного снижения цен на «зеленую экономику» // 09.02. 2021, Минэнерго, <https://primeminister.kz/ru/news/sistema-aukcionov-pozvolila-dobitsya-znachitelnogo-snizheniya-cen-na-zelenuyu-ekonomiku-minenergo-91012>
3. Федотов А.И., Федотов Е.А., Абдуллазянов А.Ф. Использование электрохимических накопителей энергии в системах автономного электроснабжения для снижения расхода топлива энергоустановок. ИЗВУЗ. Проблемы энергетики. 2021;23(1):3-17. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2021-23-1-3-17>
4. Мухаметова Л.Р., Ахметова И.Г., Стриелковски В. Инновации в области хранения энергии, ИЗВУЗ. Проблемы энергетики. 2019;21(4):33-40. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2019-21-4-33-40>
5. Смоленцев Н.И., Кондрин С.А. Сверхпроводящий электрокинетический накопитель энергии для локальных электрических сетей. ИЗВУЗ. Проблемы энергетики. 2017;19(3-4):53-60. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2017-19-3-4-53-60>
6. Фатыхов Ранис Радикович, Хантимеров Сергей Мансурович, Сулейманов Наиль Муратович Перспективы применения литий-ионных аккумуляторов в качестве резервных источников питания на электрических станциях // Вестник КГЭУ. 2017. №4 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-litiy-ionnyh-akkumulyatorov-v-kachestve-rezervnyh-istochnikov-pitaniya-na-elektricheskikh-stantsiyah>
7. Шеръязов С. К. , Исенов С. С., Исаков Р. М., Кайдар А. Б. Основные типы ветротурбин-генераторов в системе электроснабжения, Том 23, № 5 (2021), <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2021-23-5-24-33>
8. Николаев Ю.Е., Осипов В.Н., Игнатов В.Ю. Методика расчета энергетических показателей автономного энергокомплекса, включающего ГТУ, ВЭУ и аккумуляторы электрической энергии, ИЗВУЗ. Проблемы энергетики. 2020;22(3):36-43. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2020-22-3-36-43>
9. Мельников Викентий Дмитриевич, Нестеренко Глеб Борисович, Лебедев Дмитрий Евгеньевич, Мокроусова Юлия Валерьевна, Удовиченко Алексей Вячеславович Проблемы, перспективы применения и методика расчета нормированной стоимости накопления электрической энергии // Вестник КГЭУ. 2019. №4 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-perspektivy-primeneniya-i-metodika-rascheta-normirovannoy-stoimosti-nakopleniya-elektricheskoy-energii>

Қазақстанның энергетикалық жүйесінде жаңартылатын энергия көздерінің өзгермелілігін азайту үшін сақтау энергиясын пайдалану

Г.Г. Трофимов^{ib}, Ж.Қ. Бекболатова^{ib}, Д.В. Григорьев^{ib}

Андатпа. Бүгінгі таңда жаңартылатын энергия көздерінің құны дәстүрлі энергия көздерінің бағасына тең болған кезде, көптеген елдерде "жасыл" электр энергиясы көмірсулар отынына қарағанда арзан болған кезде, біз жаңартылатын энергия көздерін экономикалық қолдау тетіктерін азырақ талқылай бастаймыз, бірақ электр жүйесіндегі тепе-теңдік мәселесі әлі де күн тәртібінде тұр. Бұл мақалада Қазақстан БЭЖ-дегі проблемалар, атап айтқанда, республикадағы КЭС-тің белгіленген қуаттарының тапшылығы энергетикалық жүйеде орнықтылық жағдайларының нашарлауына әкелетін теңгерімсіздік тудыратыны атап өтілген. Маневрлік қуат тапшылығының болуы энергия жүйесі жұмысының тұрақтылығы мен сенімділігін қамтамасыз ету бойынша қосымша ірі инвестициялар қажеттілігіне алып келеді. Мысалы, қуаттың тек сағаттық ауытқуын өтеу үшін Қазақстан соңғы жылдары Ресейден электр энергиясын сатып алуға мәжбүр. Бұл проблемаларды Қазақстан БЭЖ-де

ЖЭК бар электр станцияларында орнатылған энергияны сақтау жүйелерін қолдану есебінен шешу ұсынылады.

Негізгі сөздер: маневрлік қуаттар, жаңартылатын энергия көздері, энергия сақтау құрылғылары, энергия жүйесі.

The use of storage energy in the energy system of Kazakhstan to dampen the variability of renewable energy sources

G.G. Trofimov^{id}, Zh.K. Bekbolatova^{id}, D.V. Grigoriev^{id}

Abstract. Today, when the cost of renewable energy sources has equaled the price of traditional energy sources, and in most countries "green" electricity has become cheaper than electricity on carbohydrate fuel, we are less and less beginning to discuss mechanisms for economic support of renewable energy sources, but the problem of balancing it is still on the agenda. The article describes the problems in the UES of Kazakhstan, namely, the lack of installed HPP capacities in the republic creates an imbalance in the energy system, leading to a deterioration of sustainability conditions. The presence of a shortage of maneuverable power leads to the need for large additional investments to ensure the stability and reliability of the power system. Thus, in order to compensate only for hourly power deviations, Kazakhstan purchase electricity from Russia in recent years. A way to solve these problems is proposed through the use of energy storage systems installed at power plants with RES in the UES of Kazakhstan.

Keywords: flexible capacities, renewable energy sources, energy storage devices, energy system

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УЗБЕКИСТАНЕ

И.П. Сидорова^{ib}, Р.И. Сахобиidinov^{ib}

Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, Узбекистан, г. Ташкент

irina_sid@mail.ru

Аннотация. В данной статье отражены история исследования и современное состояние изученности геотермического поля Республики Узбекистана. Работы по комплексному изучению перспективных площадей с высокими значениями плотности теплового потока ведутся в лаборатории «Строение литосферы» Института геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева Университета геологических наук. На площадях с аномальными значениями плотности теплового потока ведутся комплексные геофизические исследования. Построена трехмерная модель глубинного строения по площади Мурунтау в Центральных Кызылкумах с определением места бурения геотермических скважин для строительства первой петрогеотермальной станции в Узбекистане.

Ключевые слова. Строение литосферы, геотермическое поле, плотность теплового потока, гравиразведка, магнитотеллурическое зондирование

Институт геологии и геофизики им.Х.М.Абдуллаева ведет исследования геотермического поля более сорока пяти лет. С начала 70-х годов по инициативе академика И.Х.Хамрабаева были начаты работы по изучению теплового режима глубоких недр, в которых геотермическое поле рассматривалось в увязке с глубинным строением и состоянием вещества в литосфере. Были составлены первые карты и схемы распределения плотности теплового потока (п.т.п) территории Тянь-Шаня и Памира, а также карты температурного поля на глубине 1000 м ниже уровня моря, распределения температуры на нейтральном слое, распределения температур на поверхности Мохоровичича территории Средней Азии. Особенно интенсивными исследования геотермического потенциала стали в 90-е годы, благодаря широкому использованию результатов измерений температур в скважинах. Проводился мониторинг измерений температуры, теплопроводности, теплоемкости - получены экспериментальные данные по теплопроводности горных пород в области температур 0-400⁰С, которые позволили получить не только общие закономерности их изменения, но и данные об изменении теплофизических свойств конкретной горной породы в зависимости от плотности и теплопроводности, создана программа по обнаружению проводящих горных пород (DGU 01170 UZ), также в лаборатории «Строение литосферы» разработана и запатентована база данных «HeatFlow_DataBase» [1] (BGU 00339 UZ), на основе которой создана интегрированная геотермическая карта Узбекистана (рисунок 1).

Для оценки валовых запасов петротермальной энергии территории республики Узбекистан в лаборатории «Строение литосферы» был проведен анализ карты распределения плотности теплового потока всей территории Республики. С использованием среднестатистических величин плотности теплового потока и теплопроводности горных пород верхнего этажа земной коры (до глубин порядка первых км) рассчитана осредненная глубинная термограмма с температурой на глубине 3000 м равной 100⁰С. Суммарный (валовый) запас геотермальной энергии, заключенной в сухих нагретых породах, представлен в таблице 1.

Потенциал геотермальной энергии, заключенный в твердых "сухих" горячих породах составляет около 99% от общих ресурсов подземной тепловой энергии. На глубине до 4–6 км горячие породы с температурой 100–150⁰С распространены почти повсеместно, а с температурой 180–200⁰С в районах с аномальным геотермическим полем.

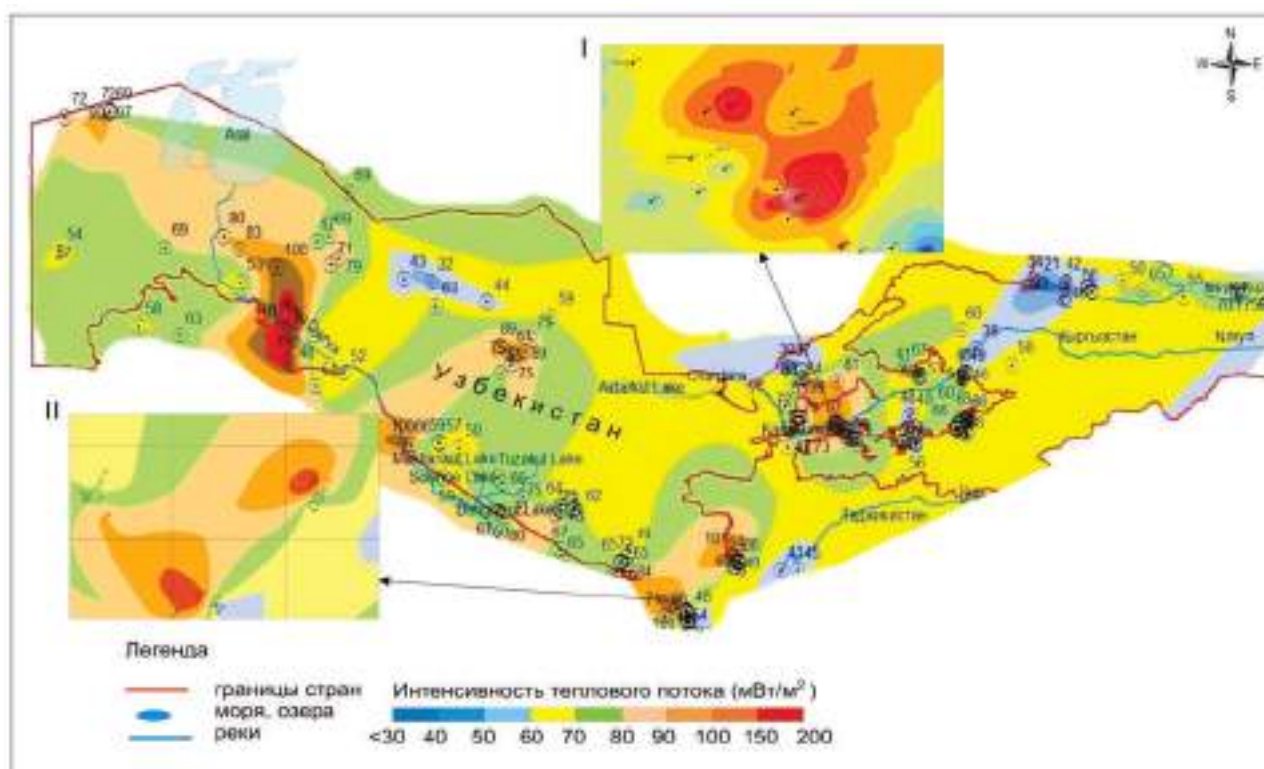


Рисунок 1. Карта плотности теплового потока Узбекистана, построенная по запатентованным данным (№BGU00339) : I - Адрасмано-Чустская; II - Гаджак-Боянгоринская

Таблица 1. Запасы геотермальной энергии в Узбекистане

Области Узбекистана	Средняя температура воды в °С	Дебит скважин, м³/сутки	Разведанные запасы гидрогеотермальной энергии	Валовые запасы петрогеотермальной энергии
			10 ⁹ Дж/сутки	10 ⁹ тонн условного топлива (у.т.)
Каракалпакистан и Хорезмская	36	4840	323.8	2210
Бухарская	56	5260	660.4	2120
Самаркандская	41	3500	307.8	660
Джизакская	32	1200	50.0	320
Сырдарьинская	50	1940	243.0	70
Ташкентская	48	310	36.3	240
Наманганская	42	4140	346.4	120
Андижанская	40	н/опр.	н/опр.	-
Ферганская	41	-	-	200
Кашкадарьинская	42	-	-	460
Сурхандарьинская	36	160	17.1	300
В целом по Узбекистану:	45,5	21350	1984.9	6700

Статистика данных по скважинным замерам показывает, что п.т.п. меняется в широких пределах от 18 мВт/м² (участок Карамурун в Центральных Кызылкумах) до 207 мВт/м² (скважина 2, участок Джаркамар в северо-западной Фергане). Детальными исследованиями

установлено, что п.т.п на северо- западной окраине Ферганской впадины осложнено крупнейшей Адрасмано-Чустской термоаномалией с максимальной, зафиксированной в Центральной Азии величиной п.т.п, равной 207 мВт/м^2 (рисунок 1, вставка I). Эта аномалия пространственно и генетически связана с зоной Северо-Ферганского разлома. В Бухаро-Хивинском и Сурхандарьинском регионах также выявлены районы с высокой (более 90 мВт/м^2) плотностью теплового потока. Этот ряд аномалий приурочен к зоне Амударьинского разлома. В Юго-Западных отрогах Гиссара выделяются несколько зон с повышенным до 100 мВт/м^2 тепловым потоком, среди них наиболее интенсивной является Боянгора-Майданская аномалия (рисунок 1, вставка II). При построении карты распределения плотности теплового потока (п.т.п.) территории Чаткало-Кураминского региона масштаба 1:1000000 (рисунок 1, вставка I) использованы данные Каталога плотности теплового потока (п.т.п) на территории Средней Азии: по южной части Приташкентской депрессии и Ферганской межгорной впадине. В Центральных Кызылкумах в 60 скважинах определена плотность теплового потока. Пределы изменения величины п.т.п от 18 (участок Карамурун) до 90 мВт/м^2 (месторождение Мурунтау). Граниты, расположенные на глубинах 1-6 км обладают температурой на кровле фундамента от 45°C до 230°C . Например, при бурении Мурунтауской глубокой скважины (СГ-10) гранитоиды встречены на глубине 4005 м при температуре 140°C . Такие параметры позволяют надеяться на перспективу извлечения «сухого» тепла Земли в Узбекистане путем создания искусственных циркуляционных систем (рисунок 2).

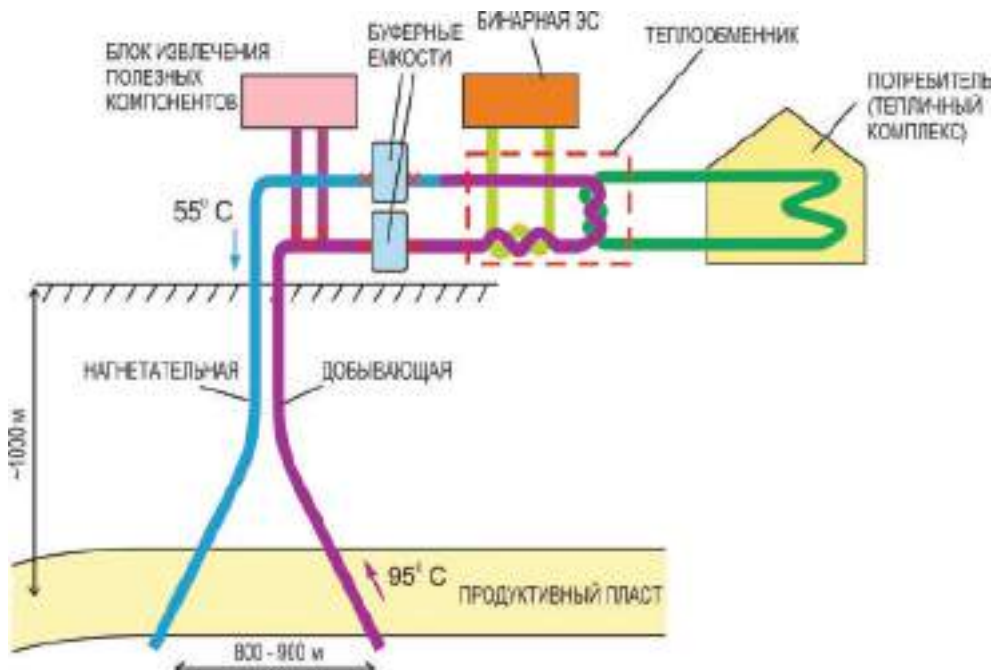


Рисунок 2. Схема бинарной ГеоТЭС

На глубине до 4–6 км горячие породы с температурой $100\text{--}150^\circ\text{C}$ распространены почти повсеместно, а с температурой $180\text{--}200^\circ\text{C}$ в районах с аномальным геотермическим полем. На основании карты распределения плотности теплового потока, а также известной зависимости от этой величины геотермического градиента, составлена схема размещения прогнозных потенциальных геотермальных ресурсов в Узбекистане (рисунок 3).

На рисунке 3 дана врезкой диаграмма распределения температуры по глубине в зависимости от величины плотности теплового потока. Схема составлена для глубины 3 км от земной поверхности, однако, пользуясь диаграммой, можно провести оценку геотермальных ресурсов от глубин порядка нескольких сот метров до 5 км. Как видно из диаграммы, низкопотенциальные геотермальные ресурсы с температурой до 70°C могут размещаться в зависимости от п.т.п. на глубинах от 300 м до 1 км. Среднепотенциальные с температурой $70\text{--}120^\circ\text{C}$ на глубинах от 1 км до 3 км, высокопотенциальные с температурой более 125°C от 3 км и глубже.

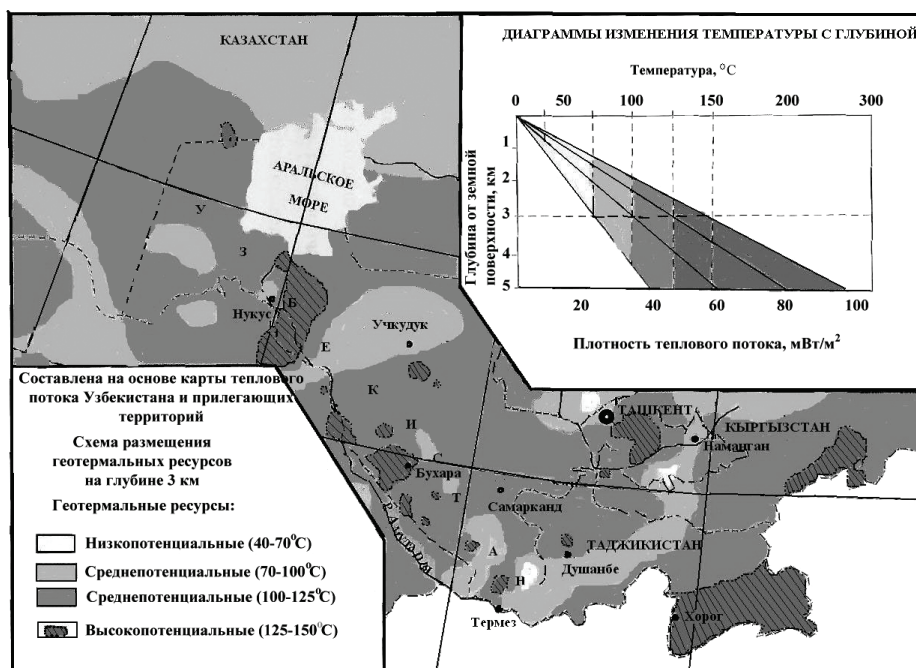


Рисунок 3. Потенциал геотермических ресурсов Узбекистана

На протяжении миллиардов лет ядерные, гравитационные и другие процессы внутри Земли генерируют тепловую энергию. Непрерывная генерация внутриземного тепла компенсирует ее внешние потери, служит источником накопления геотермальной энергии и определяет возобновляемую часть ее ресурсов. Общий потенциал геотермальной энергии является практически неисчерпаемым, поскольку определяется как общее количество теплоты, которой располагает Земля. Поэтому геотермальная энергия Земли – надежная основа будущей энергетики нашей Республики. Она может стать постоянным источником обеспечения дешевыми и доступными электроэнергией и теплом при использовании новых высоких, экологически чистых технологий по ее извлечению и поставке потребителю.

Узбекистан находится в числе тех государств, которые уже достигли энергетической независимости. В стране источниками выработки электроэнергии являются природный газ и нефтепродукты. Геотермальная энергия, являясь возобновляемым источником энергии, может стать альтернативой углеводородным ресурсам, что несомненно будет способствовать укреплению энергетической безопасности страны в обеспечении электроэнергией, теплоснабжением и питьевой водой населения, проживающего в отдаленных от центрального энергоснабжения населенных пунктах. Этот постоянно возобновляемый потенциальный источник энергии имеет следующие преимущества:

- 1) повсеместное распространение; неисчерпаемость;
- 2) приближенность и приспособляемость потребителю;
- 3) сравнительно низкая капиталоемкость;
- 4) относительно низкая трудоемкость разработки; безотходность;
- 5) безопасность в эксплуатации;
- 6) экологическая чистота.

В настоящее время в лаборатории «Строение литосферы» выполняется тема геологоразведочных работ №284 ««Геофизическое изучение геотермальных аномалий Кызылкумского, Гиссарского, Алмалык-Ангренского регионов с целью уточнения их контуров и выработка научно-практических рекомендаций по использованию низко- и высокопотенциальных источников геотермальной энергии». Наиболее полно и всесторонне изучена геотермия Мурунтауского рудного поля. На месторождениях Косманачи, Сугралы (Восточное рудоуправление), Амантай, Даугыз и Кокпатас проведен гораздо меньший объем геотермических работ, в основном скважинная термометрия. На остальных площадях

выполнены единичные измерения температуры в буровых скважинах. Тем не менее, все замеры температуры осуществлены в достаточно выстоявшихся буровых скважинах и полученные термограммы отвечают нормальному (естественному) распределению температуры и вполне пригодны для вычисления плотности теплового потока. С учетом этих данных построена уточненная карта распределения плотности теплового потока в Центрально-Кызылкумском регионе (рисунок 4). Данные по тепловому потоку, послужившие основой для построения этой карты представлены в таблице 2. Новыми элементами этой карты, отличающими ее от предыдущей редакции, стали пункты определения плотности теплового потока на площадях Турбай и Саутбай Кокпатасского рудного поля. Полученные величины плотности теплового потока почти в два раза превышают ранее определенные в северной части рудного поля (участок Корашохо).

Таблица 2 Плотность теплового потока на территории рудных месторождений Центрально-Кызылкумского региона

Месторождение (группа месторождений)	Географические Координаты		Кол-во пунктов опре- деления q	Q _{ср.} мВт/м ²
	Сев. широта	Вост. долгота		
1	2	3	4	5
Мурунтау	41°30,0′	64°35,0′	31	68
Даугыз	41°18,0′	63°51,0′	1	62
Амантайтау	41°15,0′	64°18,0′	1	63
Ауминзатау	41°11,0′	64°10,0′	2	60
Сугралы	41°35,0′	64°10,0′	8	89
Косманачи	41°29,4′	64°19,5′	2	74
Бельпантау	41°41,4′	64°42,3′	1	75
Джетымтау-2	42°02,0′	65°04,0′	1	59
Карамурун	42°34,0′	62°58,0′	1	32
Карашохо (Кокпатас)	42°15,8′	63°56,0′	1	44
Турбай (Кокпатас)	-	-	1	80

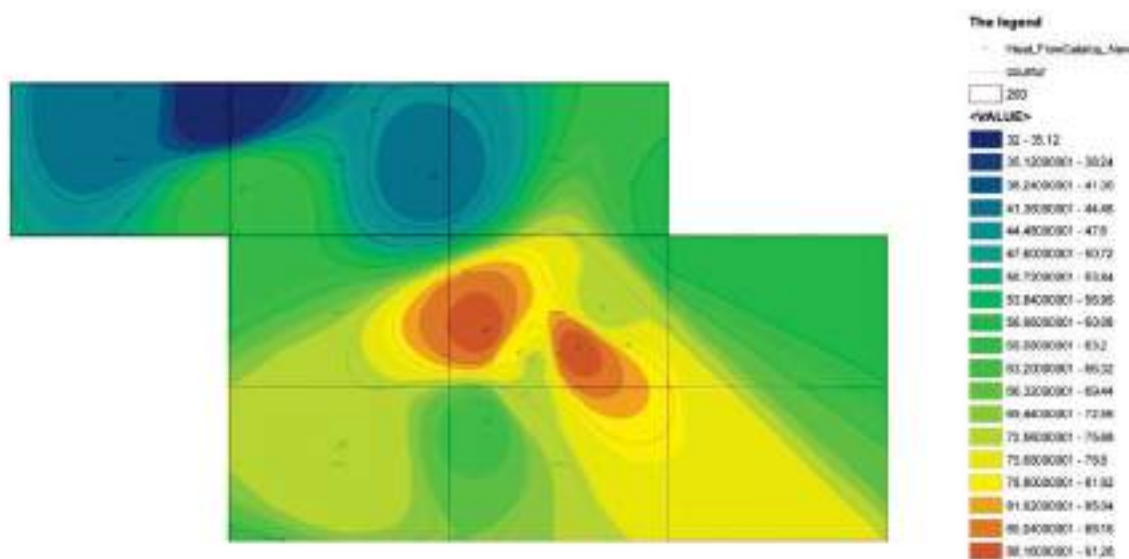


Рисунок 4. Карта распределения плотности теплового потока в Центрально-Кызылкумском регионе

Выполнен комплекс геофизических работ: гравиметрическая съемка масштаба 1:25000 с новыми высокоточными гравиметрами “Burgis” производства США, сейморазведочные работы со станцией «Лакколит24М» российского производства и магнитотеллурическое зондирование с новой аппаратурой ADU-07e производства Германия.

По полученным результатам построена ВМ модель проекта геотермальной станции с новым поселком (рисунок 5). Это является практически важным, так как расширение Мурунтауского карьера планируется на северо-запад и старый поселок Мурунтау необходимо переместить. В результате проведения комплексных геофизических исследований (гравиразведка, сейморазведка, магнитотеллурические исследования) выявлены места оптимального заложения геотермальных скважин и соответственно строительства геотермальной станции для обеспечения поселка электричеством.

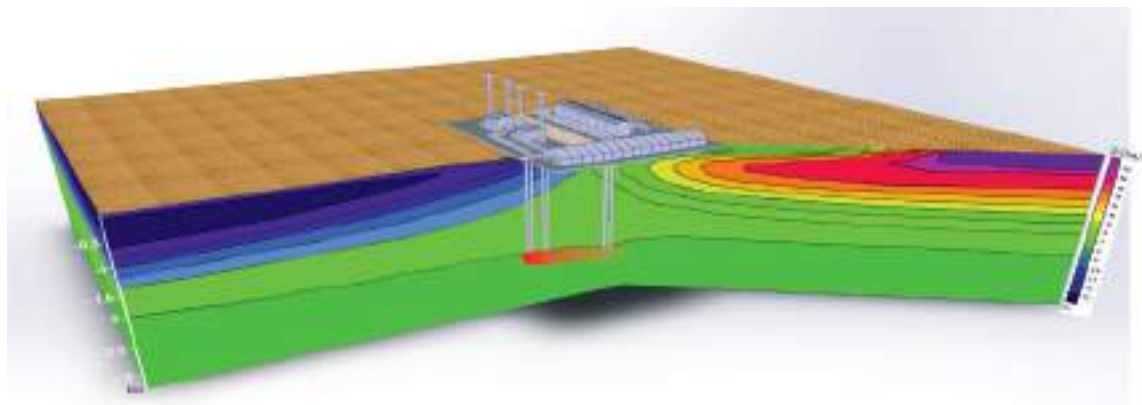


Рисунок 5. 3D модель геотермальной станции с элементами глубинного строения по результатам магнитотеллурического зондирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидорова И.П., Головки Е.А. Свидетельство об официальной регистрации базы данных “HeatFlow_DataBase” № ВГУ 00339 от 05.01.2017г.

Ўзбекистандағы геотермалды энергетиканы дамытудың проблемалары мен перспективалары

Сидорова И.П. , Сахобидинов Р.И. 

Андатпа. Бұл мақалада Өзбекстан Республикасының геотермалдық кен орнының зерттеу тарихы мен қазіргі зерттелген жағдайы көрсетілген. Геология ғылымдары университетіндегі Х.М.Абдуллаев атындағы Геология және геофизика институтының «Литосфера құрылымы» зертханасында жылу ағынының тығыздығының жоғары мәндері бар перспективалық аймақтарды кешенді зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Жылу ағынының тығыздығының аномальді мәндері бар аймақтарда кешенді геофизикалық зерттеулер жүргізілуде. Өзбекстандағы бірінші мұнай-термиялық стансаның құрылысы үшін геотермиялық ұңғымаларды бұрғылау орнын анықтаумен Орталық Қызылқұмдағы Мұрынтау учаскесінің бойында терең құрылымның көлемді моделі салынды.

Негізгі сөздер: Литосфераның құрылымы, геотермиялық өріс, жылу ағынының тығыздығы, гравитация, магнитотеллурлық зондау

Problems and prospects for the development of geothermal energy in Uzbekistan

Sidorova I.P. , Sakhobidinov R.I. 

Abstract. The report reflects the history of research and the current state of knowledge of the geothermal field of Uzbekistan. Work on a comprehensive study of promising areas with high values of heat flow density is carried out in the laboratory "Structure of the lithosphere" of the Institute of Geology and Geophysics named after Kh.M. Abdullaev of the University of Geological Sciences. In areas with anomalous values of the heat flow density, complex geophysical studies are being carried out. A three-dimensional model of the deep structure was built along the Muruntau area in the Central KyzylKum with the determination of the location for drilling geothermal wells for the construction of the first petro geothermal station in Uzbekistan.

Keywords: Structure of the lithosphere, geothermal field, heat flux density, gravity exploration, magnetotelluric sounding.

SCAPS-1D БАҒДАРЛАМАСЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ НЕГІЗІНДЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА КҮН ЭЛЕМЕНТІНІҢ СИПАТТАМАЛАРЫН МОДЕЛЬДЕУ

Ж.Б.Омарова^{1,2}, Н.С. Токмолдин³, Д.Е. Ережен¹

¹ҚазНУ им. аль-Фараби, Қазақстан, Алматы қаласы

²Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

³Потсдам университеті, Германия, Потсдам қаласы

zhansaya_o@mail.ru

Андатпа. $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ құрылымымен перовскитті күн элементтерін масштабты түрде ендіру болашақта маңызды экологиялық мәселелерге алып келуі мүмкін. Коммерциялық өткізу үшін Sn негізіндегі перовскитті күн элементтерін ендіру баламалы шешім болуы мүмкін. Берліген жұмыста қорғасынсыз, экологиялық таза күн элементін теориялық зерттеу жұмыстарының нәтижелері көрсетілген. Перовскит негізіндегі күн элементтерінің сипаттамаларын модельдеу SCAPS-1D бағдарламасының көмегімен жүргізілді. $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ жұтқыш қабатының әр түрлі қалыңдығы талданды және жұмыста қоршаған орта температурасында тиімділігі 28% жоғары өнімділікті PCE ұсынылған. $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ жұтқыш қабатының әр түрлі қалыңдығын талдай отыра, жұмыс барысында 500 нм қалыңдықта оңтайлы өнімділік көрсетіледі, онда ПӘК 27,41%, толтыру коэффициенті 85,92%, қысқа тұйықталу тогы 32,60 мА/см² және бос жүру кернеуі 0,98 В.

Негізгі сөздер: перовскитті күн элементі, ETL, HTL, модельдеу, перовскит, SCAPS-1D, жұтқыш қабат

Күн элементі күн энергиясын қолданатын энергияны түрлендірудің маңызды құрылғысы болып табылады. Ең бірінші күн элементі кремний монокристалын қолданылуымен 1954 жылы Белл зертханаларында жасалынған, оның энергияны түрлендіру тиімділігі 6% тең болған [1]. Дегенмен кремний негізіндегі күн элементтерінің өзіндік кемшіліктері болды, оларға қымбат бағасы мен жоғары емес тиімділік жатады, бірақ перовскит негізіндегі күн элементтері бұл кемшіліктерді жояды [2]. Қорғасын металл органикалық галогениді негізіндегі перовскитті күн элементтері қысқа уақыт ішінде қуатты түрлендірудің жоғары тиімділігіне (PCE) ие фотоэлектрлік технологияның төртінші буыны ретінде пайда болды, бұл оларды кремний негізіндегі күн элементтерінің ең күшті бәсекелесіне айналдырды [3–5]. Бүгінгі кезде перовскит негізіндегі фототүрлендіргіштің тиімділігі зертханалық масштабта 24,8%-ға жетті [6–8]. Мезоскопиялық құрылымдарға деген алғашқы ғылыми қызығушылықтан айырмашылығы, соңғы уақытта планар құрылымдарға көбірек көңіл бөлінуде (n-i-p немесе p-i-n), бұл құрылымдық қарапайымдылығымен және, ең алдымен, перовскит үшін икемді құрылымдарды жеңілдету үшін төмен температурада өңдеуге қабілеттілігімен түсіндіріледі [9], өйткені полиэтиленнефталат (PEN) және полиэтилентерефталат (ПЭТ) сияқты икемді перовскит төсеніштерінің көпшілігі мезоскопиялық конфигурация үшін қажетті жоғары температурада зақымдалады [10].

Классикалық нұсқада перовскиттік күн элементі келесі құрылымнан тұрады - ABX_3 , мұнда А - органикалық қосылыс CH_3NH_3 , В - Pb немесе Sn, ал X_3 - галогенидтік анион (мысалы, I) білдіреді. Келесі құрылым $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ немесе MAPI, яғни қорғасын метиламмоний триодиді перовскит негізіндегі күн элементінің кең қолданылуына ие болды [11–13]. Дегенмен, MAPI негізіндегі перовскиттер Pb болуына байланысты улы болып табылады, бұл материалдың одан әрі коммерциялануын тұрақсыздандыруы мүмкін [14, 15]. Құрамында қорғасынның орнына қалайы бар альтернативті перовскит материалы - метиламмоний қалайы триодиді ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ немесе MASI) болып табылады.

Күн элементтерінің құрылғыларын эксперименттік зерттеу қымбат және көп уақытты қажет ететін процесс, сондықтан көптеген ғылыми салаларда фотоэлементтердің тиімді құрылымын алу үшін модельдеу жүргізілетінін айта кету керек [16]. Сандық зерттеулер осындай мәселелерді шешуге мүмкіндік береді және фотоэлементтердің өнімділігін болжауға/оңтайландыруға көмектеседі. Бұл жұмыста SCAPS-1D бағдарламасын қолдана отырып, перовскит негізіндегі күн элементінің сипаттамаларын модельделденді. SCAPS-1D бағдарламасы Пуассон теңдеуі және электрондар мен кемтік сабақтастығына негізделіп

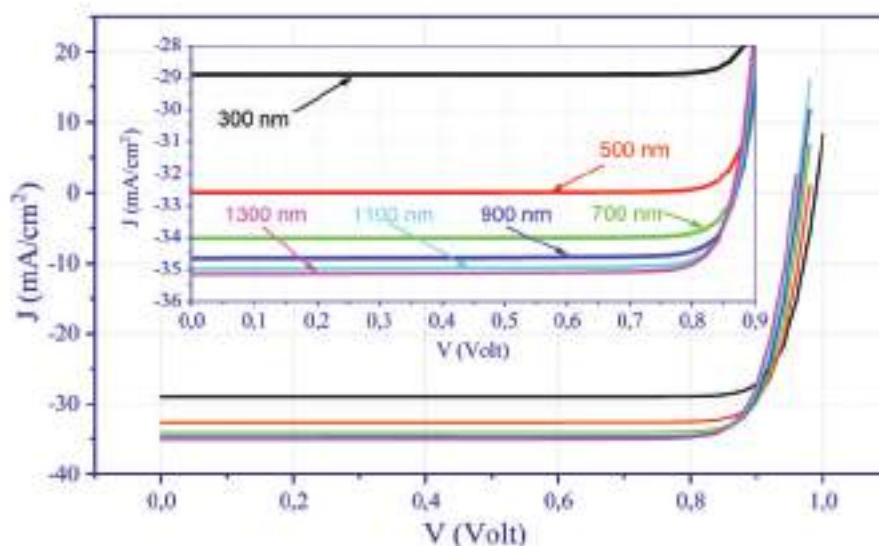
жұмыс жасайды және модельдейді. Бұл жұмыстарда ол перовскитті күн элементтерінің қалыңдығын оңтайландыру үшін қолданылады.

Модельденетін күн элементі 1 суретте көрсетілген және үш негізгі қабаттан тұрады, оларға TiO_2 (электрондарды тасу қабаты (ETL))/ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ (перовскит қабаты)/Spiro-OMeTAD (кемтіктерді тасу қабаты (HTL)).



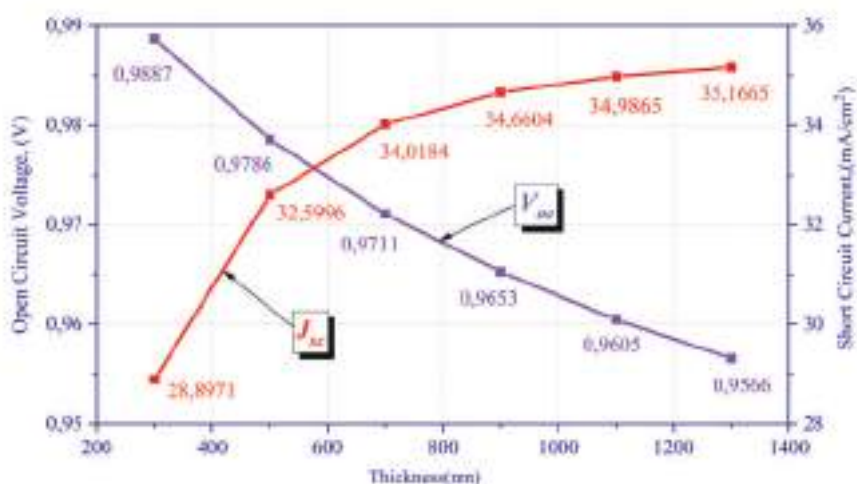
1 сурет. Модельденетін күн элементінің бастапқы құрылымы

2 суретте $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ жұтқыш қабатының әр түрлі қалыңдықтағы вольт-амперлік сипаттамалары көрсетілген. Жұтқыш қабатының 400-600 нм аралығындағы қалыңдықта қысқа тұйықталу тогы басқа қалыңдықтағы қысқа тұйықталу тогына қарағанда неғұрлы жоғары сипаттамаларға ие екенін айта кеткен жөн.



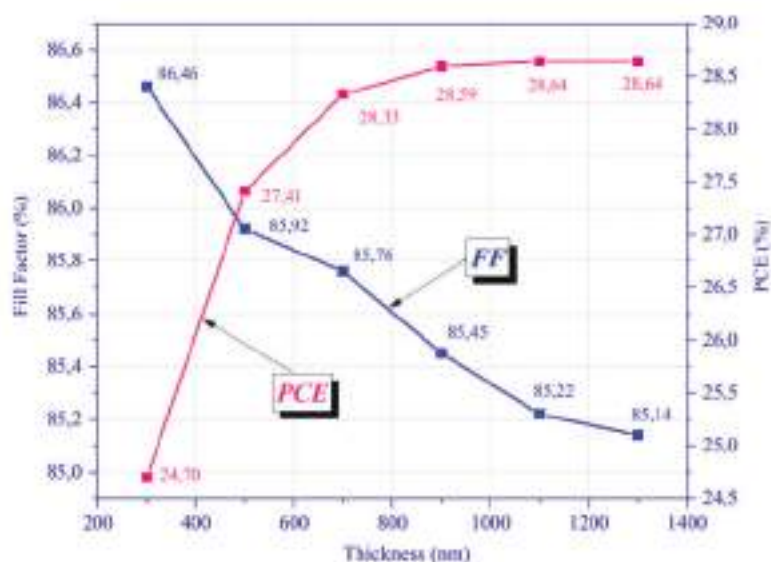
2 сурет. FTO/ TiO_2 / $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ /Spiro-OMETAD/Au модельденетін күн элементінің жұтқыш қабатының әр түрлі қалыңдықтарымен вольт-амперлік сипаттамасы

3 суретте 300 нм мен 1300 нм аралығындағы қалыңдыққа тәуелді қалайы негізіндегі перовскитті күн элементінің қысқа тұйықталу тогы мен бос жүру кернеуін салыстырамыз.



3 сурет. Қысқа тұйықталу тогы мен бос жүру кернеуінің жұтқыш қабатының қалыңдығына тәуелділігі

4 суретте жұтқыш қабатының қалыңдығының өзгеруімен толтыру коэффициенті мен тиімділік сияқты параметрлердің өзгеруін көрсететін түрлі графиктер көрсетілген.



4 сурет. Толтыру коэффициенті мен тиімділіктің жұтқыш қабатының қалыңдығына тәуелділігі

Жұтқыш қабаттың әр түрлі қалыңдығының күн элементінің тиімділігіне әсерін талдай отырып, жұтқыш қабаттың сәйкес келетін қалыңдығын оңтайландыра отырып, FTO/TiO₂/CH₃NH₃SnI₃/Spiro-OMETAD/Au құрылымымен жоғары тиімділікті күн элементін алдық.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Chapin DM, Fuller CS, Pearson GL. A New Silicon p-n Junction Photocell for Converting Solar Radiation into Electrical Power. J. Appl. Phys. 1954;25:676–7.
2. Tonui P, Oseni SO, Sharma G, Yan Q, Tessema Mola G. Perovskites photovoltaic solar cells: An overview of current status. Renew. Sustain. Energy Rev. 2018;91:1025–44.
3. Snaith HJ. Present status and future prospects of perovskite photovoltaics. Nat. Mater. 2018;17:372–6.
4. Kim JY, Lee J-W, Jung HS, Shin H, Park N-G. High-Efficiency Perovskite Solar Cells. Chem. Rev. 2020;120:7867–918.

5. Kojima A, Teshima K, Shirai Y, Miyasaka T. Organometal Halide Perovskites as Visible-Light Sensitizers for Photovoltaic Cells. *J. Am. Chem. Soc.* 2009;131:6050–1.
6. Jeong M, Choi IW, Go EM, Cho Y, Kim M, Lee B et al. Stable perovskite solar cells with efficiency exceeding 24.8% and 0.3-V voltage loss. *Science* (80-.). 2020;369:1615–20.
7. Wang X, Rakstys K, Jack K, Jin H, Lai J, Li H et al. Engineering fluorinated-cation containing inverted perovskite solar cells with an efficiency of >21% and improved stability towards humidity. *Nat. Commun.* 2021;12:52.
8. Su H, Zhang J, Hu Y, Du X, Yang Y, You J et al. Fluoroethylamine Engineering for Effective Passivation to Attain 23.4% Efficiency Perovskite Solar Cells with Superior Stability. *Adv. Energy Mater.* 2021;11:2101454.
9. Kim H, Lim K-G, Lee T-W. Planar heterojunction organometal halide perovskite solar cells: roles of interfacial layers. *Energy Environ. Sci.* 2016;9:12–30.
10. Fu F, Feurer T, Weiss TP, Pisoni S, Avancini E, Andres C et al. High-efficiency inverted semi-transparent planar perovskite solar cells in substrate configuration. *Nat. Energy.* 2017;2:16190.
11. Molenda Z, Chambon S, Bassani DM, Hirsch L. Assessing the Impact of Ambient Fabrication Temperature on the Performance of Planar CH₃NH₃PbI₃ Perovskite Solar Cells. *Eur. J. Inorg. Chem.* 2021;2021:2533–8.
12. Arakcheeva A, Chernyshov D, Spina M, Forró L, Horváth E. CH₃NH₃PbI₃: precise structural consequences of water absorption at ambient conditions. *Acta Crystallogr. Sect. B Struct. Sci. Cryst. Eng. Mater.* 2016;72:716–22.
13. Lee J-H, Bristowe NC, Bristowe PD, Cheetham AK. Role of hydrogen-bonding and its interplay with octahedral tilting in CH₃NH₃PbI₃. *Chem. Commun.* 2015;51:6434–7.
14. Yang D, Zhang G, Lai R, Cheng Y, Lian Y, Rao M et al. Germanium-lead perovskite light-emitting diodes. *Nat. Commun.* 2021;12:4295.
15. Attique S, Ali N, Rauf S, Ali S, Khesro A, Khatoon R et al. Nontoxic and Less Toxic Hybrid Perovskites: a Synergistic Strategy for Sustainable Photovoltaic Devices. *Sol. RRL.* 2021;5:2100212.
16. dos Santos Rosa EH, Kowalski EL, Ribeiro Barrozo Toledo LF. Simulation of organic solar cells's power conversion efficiency. *Sol. Energy.* 2021;221:483–7.

Моделирования характеристик экологически чистого солнечного элемента на основе CH₃NH₃SnI₃ с помощью программы SCAPS-1D

Ж.Б.Омарова^{id}, Н.С. Токмолдин^{id}, Д.Е. Ережеп^{id}

Аннотация. В данной работе представлены результаты теоретического исследования без свинцового, экологически чистого солнечного элемента. Моделирование характеристик солнечного элемента на основе перовскита было проведено с помощью программы SCAPS-1D. Проанализированы различные толщины поглощающего слоя CH₃NH₃SnI₃ и в работе предложено высокопроизводительный PCE с эффективностью до 28% при температуре окружающей среды.

Ключевые слова: перовскитный солнечный элемент, ETL, HTL, моделирование, перовскит, SCAPS-1D, поглощающий слой.

Modeling the characteristics of an environmentally friendly solar cell based on CH₃NH₃SnI₃ using the SCAPS-1D program

Zh.B.Omarova^{id}, N.S. Tokmoldin^{id}, D. Yerezhep^{id}

Abstract. This paper presents the results of a theoretical study without a lead, environmentally friendly solar cell. Modeling of the characteristics of a solar cell based on perovskite was carried out using the SCAPS-1D program. Various thicknesses of the CH₃NH₃SnI₃ absorbing layer are analyzed and a high-performance PCE with an efficiency is proposed of up to 28% at ambient temperature.

Keywords: perovskite solar cell, ETL, HTL, simulation, perovskite, SCAPS-1D, absorbing layer

ҚОЗҒАЛТҚЫШ ПОРШЕНЬДАРЫН 3D ПРИНТЕР АРҚЫЛЫ БАСУ МҮМКІНДІГІ

Ибраим Ә.С. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

ibraim_aiibek@mail.ru

Аңдатпа. 3D басып шығару процесі автомобиль өндірушілеріне қарапайым өндіріс әдістеріне қол жеткізе алмайтын бөлшектерді жасауға мүмкіндік береді. Бұл, әсіресе, 3D басып шығару арқылы өте күрделі пішіндермен жасалуы мүмкін металл компоненттеріне қатысты және бұл өз кезегінде нақты пайда әкелуі мүмкін. Қозғалтқыш элементтерін басып шығару қозғалтқышты жалпы модификациялауға жол ашады. Нәтижесінде поршень тәрізді күрделі бөлшектердің дамуы қозғалтқыштың тиімділігін және қуатын арттыруға, экономикалық режимдерді қалыптастыруға мүмкіндік туғызады. Қазіргі таңда тез дамып келе жатқан аддитивті өндіріс осындай өзгертулерді жасап оларды зерттеп жалпы өндіріске жіберуге жол ашады. Мақалада жалпы автомобиль жасау өндірісіндегі сол мүмкіндіктерге шолу жасалынған.

Негізгі сөздер: поршень, қозғалтқыш, баспа, 3D баспа, металл, автомобиль жасау, аддитивті технология.

3D басып шығару арқылы поршеньді бір уақытта бір қабатты құруға болады, ал ауыр салмақты тор қатты материалды алмастыра алады, бұл массаны шамамен 25% төмендетеді. Провайдер жақында дизель қозғалтқышының прототипінде жұмыс істейтін 3D басып шығару поршениі болады дейді. Үнемі жоғары жылу мен қысым кезінде секундына 39 фут (12 м) жылдамдықпен соратын бұл цилиндрлік жұмыс аттары эпицентрде болады, өйткені энергия дөңгелектерді қозғалысқа келтіру үшін жасалады және қолданылады.

Кәдімгі поршеньдер алюминийден немесе болаттан құйылған немесе соғылған, ал Автомобиль қозғалтқыштары талап етілетін тұтынушыларды қанағаттандыру үшін кемінде үш және 12-ден көп емес. Бірақ IAV Automotive Engineering 3D металл поршеньді басып шығару тұжырымдамасын сынап көреді, бұл трансмиссияның өмірлік маңызды компонентін өндіруді жеңілдетеді, оны жеңіл, жоғары температураға төзімді және өндірісте тезірек етеді. Қазіргі заманғы поршеньдер құю және соғу процесінің арқасында қатты болып табылады – кейбір дизельді поршеньдердің сақинасының артында басына салынған салқындату арнасын сирек қоспағанда, - IAV поршеньдердің қатты болуы міндетті емес екенін көрсетеді. Оның орнына, 3D басып шығару арқылы поршеньді аддитивті өндіріс арқылы бір уақытта бір қабатты құруға болады, ал ауыр торлы тор қатты материалды алмастыра алады, массаны шамамен 25% төмендетеді, сонымен бірге сыни аймақтарды салқындатуды оңтайландырады, үйкеліс пен паразиттік шығындарды азайтады және материалдың қасиеттерін 75% жақсартады. дәстүрлі поршеньдер. Поршеньден осындай үлкен салмақты алып тастау үлкен толқындық әсерге ие, дейді Роберт Долан, Iav коммерциялық көлік құралдары мен Мемлекеттік бағдарламалар жөніндегі директоры. "Бұл оңай болған кезде, - дейді ол 3D басып шығару поршениінің прототипінде жасуша құрылымын көрсете отырып, - байланыстырушы өзек жеңілірек, иінді білікке қарсы салмақ жеңілірек. Егер олар жеңіл болса, иінді өзі жеңілдей алады, мойынтіректерге аз жүктеме және аз үйкеліс түседі. Екі жыл ішінде, 3D басып шығару арзанырақ болған кезде, дизельді қозғалтқыш поршеньдері " әлдеқайда экстремалды шекара жағдайларына тап болады, әсіресе коммерциялық автомобильдерде, температураны басқарудың артықшылықтары мен жаңа өндірістік процестің құрылымдық тұтастығына байланысты 3D принтерінде жаппай өндіріс үшін басып шығарылуы мүмкін.

Бірақ өнеркәсіп поршень өндірісінің көп бөлігін 3D басып шығаруға жібермес бұрын, Долан бұл процесс прототиптерді аз көлемде сынау үшін қозғалтқышты дамыту бағдарламасының алғашқы кезеңдерінде поршеньдерді тез жасау үшін қолданылуы мүмкін дейді.

Қазіргі уақытта біз сығымдалатын (дизельді) қозғалтқыштар үшін де, ұшқынмен жанатын қозғалтқыштар үшін де (бензин) жобалау жобаларымен айналысамыз және сынақ ұяшықтарын жасауға уақытты үнемдеу және осы процесті одан әрі дамытуға көмектесу үшін 3D басып шығару поршеньдерін қолданамыз. Қалыпты құю кезінде қозғалтқышты дамыту

бағдарламасы үшін поршень жасау үшін шамамен 12 апта және оны өңдеу үшін тағы бір апта қажет. Көмегімен 3D-баспа поршень мүмкін дайындалды және өңделді кемінде аптасына сынау үшін жануды прототип цилиндр, дейді Долан. Осы сынақ барысында инженерлер сығымдау коэффициентін реттей алады, тесіктердің жылжуын өзгерте алады және салқындатқыш майдың шығынын өзгерте алады. Ал 3D басып шығару арқылы өндіруші 12 апта ішінде оның келуін күтпей-ақ, осы сынақтың ортасында басқа поршеньді тез шығара алады. "Осы бағдарламалардың бірінің ортасында бірнеше күн ішінде өткен аптадағы сабақтарға негізделген басқа геометриясы бар поршеньді орнату өте пайдалы", - дейді ол. 3D басып шығарумен дизельді поршеньді кесу-жоғарғы оң жақ бұрыштағы бірнеше салқындату арналарына назар аударыңыз.



Сурет-1 – ИАВ Делебинский (сол жақта) және Долан 3D принтерде басылған поршеньдермен.

IAV дизель қозғалтқышының бизнес бөлімшесінің директоры Таддеус Делебинскийдің айтуынша, поршень неғұрлым күрделі болса, мысалы, оңтайлы жануды қамтамасыз ету үшін күрделі ыдысты қажет ететін жоғары қуатты дизельді қозғалтқыш үшін бөлшектердің прототиптерін жасауға көп уақыт кетеді.

Құю үшін уақыт қажет (поршень) және нақтылау қажет, оны қайтадан жасау үшін көп уақыт қажет. Егер сіз дизайнды жаңартып, поршеньді басып шығарып, бірнеше апта бойы басқа дизайнды орната алсаңыз, бұл үлкен артықшылық.

3D басып шығаратын Поршень, өйткені ол құрылымдық арматураны қажет болған жерде біріктіре алады, ал тұтасымен оңай бола отырып, жылуға қарсы тұру және өлшемдердің тұрақтылығын сақтау тиімдірек болады. Поршень неғұрлым ыстық болса, соғұрлым ол соғұрлым үлкен болады және геометриясын жоғалта бастайды, нәтижесінде цилиндр қабырғасын ұстап алады. Осылайша, 3D басып шығару кезінде поршень ішінде салқындату арналарын құру мүмкіндігі инновациялық болып табылады. Мұнда кеңейтілген салқындату мүмкіндіктерін қосқан кезде сіз жеңіске жетесіз. Делебинский атап өткендей, суық болып қалған поршень жоғары жылдамдықта жұмыс істей алады және жоғары қуат тығыздығына жетеді.

IAV поршеньдік саусақтар, цилиндр блоктары және турбина немесе компрессор дөңгелектері сияқты беріліс компоненттерін 3D басып шығарудың басқа мүмкіндіктерін көреді.

Тапсырыс берушінің бағдарламаларында жеткізуші цилиндр бастарын жасау үшін 3D басып шығаруды қолданды. Нәтижесінде жалпы салмақтың 30% төмендеуі, механикалық өңдеудің 50% төмендеуі және шығыс клапандарының секіргіштерінің температурасы 10% төмендеді. Жеткізуші бұл артықшылықтарды маңызды деп санайды, өйткені цилиндр бастары өте жылу және механикалық жүктемелерге ұшырайды. Сонымен қатар, сығылған табиғи газ сияқты балама отынды қолданумен бірге қозғалтқыштардың нақты қуатын арттыру қажеттілігі цилиндрлерде жоғары қысымға әкеледі. Бірақ поршеньдерге баса назар аударылған кезде, көп ұзамай iav дизельді қозғалтқыштың прототипінде жұмыс істейтін 3D басып шығару поршеньіне ие болады. IAV-бұл өндірістік компания емес, оның орнына автоөндірушілер мен жеткізушілерге жаңа технологияларды әзірлеуге, сынауға және талдауға көмектеседі. 3D басып шығару арқылы поршеньдерді өндіру арзан емес, сондықтан ауысу уақытты алады. Бірақ Долан 3D принтерлерді бір уақытта 40 поршеньді жасау үшін жасауға болады дейді. Ал поршеньді 3D басып шығару құны қозғалтқыштың сынақ камерасын іске қосу және қалыпты құйылған поршень үшін 12 апта күту шығындарымен салыстырғанда "теңіздегі тамшы" болып табылады.

3D басып шығару технологиясын қазірдің өзінде спорттық автомобиль өндірушісі прототиптер жасауда, классикалық спорттық автомобильдерге арналған қосалқы бөлшектерді өндіруде және басқа да салаларда қолданады. Алғаш рет 911 GT2 RS жоғары деңгейлі флагмандық қозғалтқыш үшін поршеньдер қазір 3D принтерімен шығарылады.

3D басып шығару поршеньдерге әсер ететін жүктемелер үшін оңтайландырылған құрылымы бар поршеньдерді шығаруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, алдын-ала жасалған жобадағы поршеньдер жаппай өндірілген жалған поршеньдерге қарағанда он пайызға аз. Сондай-ақ, оларда поршеньнің басында орнатылған және жабық салқындату арнасы бар, оны әдеттегі әдістермен жасау мүмкін емес. "Жаңа, жеңіл поршеньдердің арқасында біз қозғалтқыштың жылдамдығын арттырып, поршеньдердің температуралық жүктемесін азайтып, жану процесін оңтайландыруға болады", - деп түсіндіреді Porsche алдыңғы қатарлы жетектерді дамыту бөлімінің қызметкері Фрэнк Икингер. "Бұл 700 а.к. битурбирленген қозғалтқыштан 30 а. к. көбірек қуат алуға мүмкіндік береді, сонымен бірге тиімділікті арттырады". Жылыту қондырғылары мен сорғы станцияларын қоса алғанда, қондырғылардың барлық түрлері үшін сорғы дөңгелегі негізгі құрылымдық элемент болып табылады.



Сурет-2 – Металды лазерлік балкыту процесі

Қабатты қабаттың бөлшектерін кеңейту жаңа және жетілдірілген құрылымдарды жүзеге асыруға мүмкіндік береді

3D басып шығарудың әртүрлі технологиялары бар. Олардың барлығы арнайы құралды немесе пішінді алдын-ала дайындауды қажет етпестен, компоненттер қабат-қабат жинайтын принципке негізделген. Осылайша, кез-келген геометриялық пішінді жүзеге асыруға болады. Жобалық деректерді принтерге тікелей компьютерден жүктеуге болады. Осылайша, аддитивті өндірістік процестер жасанды интеллект (AI) көмегімен жобаланған және оңтайландырылған құрылымдарды құру үшін өте қолайлы.

911 GT2 RS поршеньдері металды лазерлік балқыту процесін (LMF) қолдана отырып, жоғары таза металл Ұнтағынан жасалған. Мұнда лазер сәулесі бөліктің контурына сәйкес келетін ұнтақтың бетін қыздырады және ерітеді. Porsche Mahle және Trumpf серіктестерімен бірлескен жобаны бастады. Компоненттердің сапасы мен өнімділігі Zeiss өлшеу технологиясының көмегімен тексерілді.



Сурет-3 – Porsche-де 3D басып шығарылған поршеньдер

Porsche қазірдің өзінде бірнеше салада қосымша өндірістік процестерді қолданады. Мысалы, 3D принтерде басылған Шелек пішінді орындық мамырдан бастап 911 және 718 сериялы модельдер үшін қол жетімді. Мұнда орындықтың орталық бөлігі, басқаша айтқанда, жастық пен артқы жағы 3D принтерімен ішінара жасалған. Болашақта клиенттер жайлылық қабаты үшін қаттылықтың үш деңгейін (қатты, орташа, жұмсақ) тандай алады.

Porsche Classic сонымен қатар бұрын қол жетімді емес пластиктен, болаттан және қорытпалардан қосалқы бөлшектерді көбейту үшін қосымша процестерді қолданады. Мысалы, Porsche 959 ілінісу тұтқасы бүгінде 3D принтерімен жасалады. Классикалық Porsche модельдеріне арналған 20-ға жуық қайталанатын бөлшектер қазіргі уақытта аддитивті процестерді қолдана отырып жасалады. Бұл өндіріс технологиясы Porsche үшін арнайы және кіші сериялар үшін де, мотоспорт үшін де техникалық және экономикалық жағынан қызықты. Осылайша, 3D басып шығару Porsche-ге өнімдер мен процестердегі инновациялардың айтарлықтай әлеуетін ашады, бұл өз кезегінде клиенттерге қызықты және жеке өнімдерден пайда табуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. <https://www.wardsauto.com/engines/iav-sees-huge-potential-3d-printed-pistons>
2. <https://www.efficientplantmag.com/2020/11/3d-metal-printing-produces-turbomachinery/>
3. https://www.motorauthority.com/news/1128908_porsche-improves-efficiency-power-with-3d-printed-pistons

Возможность печать поршней двигателя на 3D принтере

Ибраим А. 

Аннотация. Процесс 3D-печати позволяет автопроизводителям создавать детали, которые не имеют доступа к простым методам производства. Это особенно верно для металлических компонентов, которые могут быть выполнены с очень сложными формами с помощью 3D-печати, и это, в свою очередь, может принести реальную пользу. Печать элементов двигателя открывает путь к общей модификации двигателя. В результате развитие поршневых курдерных деталей способствует повышению эффективности и мощности двигателя, формированию экономичных режимов. В настоящее время быстро развивающееся аддитивное производство позволяет производить такие изменения и изучать их и направлять в общее производство. В статье представлен обзор тех же возможностей, что и в автомобилестроении в целом.

Ключевые слова: поршень, двигатель, печать, 3D печать, металл, автомобилестроение, аддитивная технология.

Ability to print engine pistons using a 3D printer

Ibraim A. 

Abstract. The 3D printing process allows automakers to create parts that are not accessible to conventional manufacturing methods. This is especially true for metal components that can be made with very complex shapes using 3D printing, and this, in turn, can bring real benefits. The printing of the engine elements opens the way to the general modification of the engine. As a result, the development of piston-shaped thrust parts allows us to increase the efficiency and power of the engine, the formation of economical modes. Currently, the rapidly developing additive production allows us to develop and study such changes and send them to general production. The article provides an overview of the same opportunities in the automotive industry in general.

Keywords: piston, engine, printing, 3D printing, metal, automotive assembly, additive technology.

АДДИТИВТІ ӨНДІРІСТІҢ ДАМУ ҮРДІСІ

Камаладинов П. 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

pirzhan@gmail.com

Аңдатпа. Тамыры 1980 жылдары кететін аддитивті өндіріс индустриясы үнемі өзгеріп, дамып келеді. Енді біз 2022 жылы, 3D басып шығарылғаннан кейін шамамен 40 жыл өткен соң, саланың ұзақ мерзімді болашағы қандай болатындығы туралы нақты түсінік аламыз. 2022 жылғы аддитивті өндірістің күтілетін тенденциясын ескере отырып, нақты, ойын өзгерту қосымшалары, саланы шоғырландыру және АМ қай жерде өзгертіні туралы нақты түсінік пайда болған кезде сала жетілу сатысында тұрған сияқты. Аддитивті өндірістің жалпы өндіріс ішіндегі пайыздық үлесі жылдан жылға өсуде, машинажасау, автомобильжасау салаларынан бастап стоматология мен тамақ саларына дейін жетіп қарқынды даму барысында. Осы мақалада аддитивті өндірістің соңғы жағалықтарына шолу жасалмақ.

Негізгі сөздер: Аддитивті технология, 3D баспа, даму, жоспар, болжам, тренд.

АМ-дің белгілі бір технологияларды енгізу салаларында өсуді қалай ынталандыратыны және сайып келгенде, тұрақты даму стратегиясындағы АМ орны. Azul 3D, CECIMO, Desktop Metal, Formlabs, Jabil, Materialise, McKinsey & Company, Nexa3D және Shapeways-тен 2022 жылға арналған болжамдар мен АМ индустриясының болжамдары туралы білу үшін оқуды жалғастырыңыз.

Соңғы екі жылдағы басты тақырып жеткізілім тізбегі мен логистика болғандығы анық. COVID-19 пандемиясы қазіргі жаһандық жеткізілім тізбегіндегі кемшіліктерді күшейтіп қана қоймай, климаттың өзгеруі және Суэц каналының 2021 жылы қабаттасуы сияқты басқа да факторлар жаһандық желілерді қайта ойластырып, күшейтуді қажет етті.

Таратылған локализацияланған өндірісті жүзеге асыруға мүмкіндік беретін цифрлық өндіріс технологиясы болып табылатын аддитивті өндіріс жеткізілім тізбегі туралы пікірталастардың алдыңғы қатарына шығарылғаны таңқаларлық емес. 2022 жылы бұл үрдіс сақталып қана қоймай, одан да маңызды болады деп күтілуде.

"Соңғы екі жылдағы көптеген сабақтардың бірі - халықаралық тәуелділікті азайту және жеткізілім тізбегінің тұрақтылығын арттыру", - дейді СЕСИМО. "Еуропалық салалық стратегия шеңберінде Еуропалық комиссия (ЕК) тәуелділіктерді / осалдықтарды анықтау, үлкен икемділік пен икемділікті қамтамасыз ететін технологияларға инвестициялау және жергілікті жерде өндіріске ықпал ете алатын жаңа бизнес-модельдерді ілгерілету арқылы осы проблемаларды шешуге шешім қабылдады. ЕК осы технологиялардың арасында АМ-ді атап өтті, сондықтан біз нарыққа болашақта АМ-ді игеруге көмектесетін неғұрлым қолайлы ережелер күте аламыз".



Супер-1 – Desktop Metal

Desktop Metal компаниясының негізін қалаушы және бас директоры Рик Фулоп сонымен бірге АМ-ді жеткізілім тізбегін қайта қарастырудың, атап айтқанда өндірісті қайта бағыттаудың орталық технологиясы ретінде қарастырады. "Қосымша өндіріс саласында айтарлықтай өсу мен шоғырлану байқалады, бұл компанияларға өндірістік операцияларды қайта қарастыруға және қол жетімді болған сайын оларды АҚШ-қа қайтаруға мүмкіндік береді. Бұл АҚШ-тағы жұмыс орындарының көбеюіне, жұмыс күшінің қалыптасуына және ұзақ жеткізілім тізбегіне тәуелділіктің төмендеуіне әкеледі".

2022 жылға арналған болжамдарын ұсынған АМ сарапшыларының барлығы дерлік жеткізілім тізбегін негізгі тақырып ретінде атап өтті. Formlabs COVID-19-ның өндіріске және жаһандық жеткізілім тізбегіне әсерін атап өтіп, 3D басып шығаруды "Бизнестің жеткізілім тізбегіндегі қауіпті төмендетудің ең әмбебап тәсілдерінің бірі" деп санайды. Nexa3D жеткізілім тізбегін цифрландыру мен локализациялаудың өсіп келе жатқан қажеттілігіне сілтеме жасайды және АМ-ді "жылдамдыққа, өткізу қабілетіне, құны мен тұрақтылығына" назар аударатын шешім ретінде қарастырады. Shapeways "жеткізу тізбегіндегі проблемалар өндірушілер сұраныс бойынша 3D басып шығарған кезде, логистикалық талаптарды азайтып, уақтылы орындалуын қамтамасыз ете отырып, жойылады" деп болжайды. Жалпы, 2022 жылы АМ жеткізілім тізбегі аясында алға жылжатыны анық.

2022 жылы АМ индустриясы үшін тағы бір трендік болжам ынтымақтастық тақырыбына негізделген. АМ индустрияландырудың кілті тек салааралық серіктестік ғана емес, сонымен қатар салааралық ынтымақтастық болатыны белгілі болды.

McKinsey & Company компаниясының Джорг Бромбергер: "мен кейбір негізгі құндылық тізбегіндегі серіктестер арасында әлдеқайда тығыз ынтымақтастықты көреміз деп үміттенемін", - дейді. "Біз Mobility goes Additive сияқты бірнеше қызықты салалық консорциумдарды көрдік, олар жабдық өндірушілерінен бастап материалдарға, басып шығаруға, Бағдарламалық жасақтамаға және т.б. дейін құндылықтар тізбегіндегі әртүрлі мүмкіндіктерді біріктіреді. Менің ойымша, бұл консорциумдар шынымен бірге жұмыс істеп, болашақ фабрикасын құру бойынша пилоттық жобаларға назар аударған кезде нақты әлеует ашылады".

Nexa3D негізін қалаушы Ави Рейхентал сонымен бірге 2022 жылы АМ-де ынтымақтастықтың маңыздылығын атап өтіп: "біз ашық инновациялар мен ынтымақтастықтың кеңейтілген экожүйелерін көре береміз, онда барлығы көп нәрсеге қол жеткізеді. Бұл біздің жұмыс орнымызды анықтау гибриді болғандықтан, әр түрлі таланттар мен географиядан пайда көре отырып, тезірек енгізуге және технологиялық прогреске ықпал етеді".

Jabil компаниясының сандық өндіріс жөніндегі аға директоры Раш Ласелл өзінің 2022 жылға арналған аддитивті өндіріс тенденцияларының болжамдарында АМ дәстүрлі өндірістік процестермен көбірек интеграцияланған деп санайды. "Цифрлық өндіріс 3D басып шығаруды ынталандыруды жалғастыра отырып, сұраныс бойынша өндірістік экожүйе аясында жүзеге асырылатын икемділік дәстүрлі өндіріс шешімдерін, мысалы, құю және CNC металл өндірісін кеңінен қамту үшін қосымша технологиялардан тыс тез кеңейеді".

SECMO сонымен қатар станоктар мен робототехника сияқты өндірістің басқа салаларына кірігуде АМ-нің өсуіне әлеуетін көреді. "Аддитивті өндіріс технологиялары өндірістік операциялардың икемділігін арттыруда және жабдық компоненттерін өндіруде үлкен әлеуетті көрсетеді. Робототехника саласында бұл технологияны тезірек енгізуді күтуге болады. Көптеген робот компаниялары жабдықты жақсарту үшін АМ-ді қолданды, бірақ нарықтың нақты өсуін күтуге болады, өйткені АМ клиенттердің сұраныстарына сәйкес роботты қосымшалардың дизайнын өзгертуге көмектеседі".

Shapeways бұл болжамды "дәстүрлі өндірушілер сұраныс бойынша 3D басып шығаруды қолдана отырып, сандық процестерді интеграциялауды жалғастырады" деп қайталайды. Басқаша айтқанда, АМ индустриясындағы ынтымақтастық тек технологияны алға жылжыту үшін ғана емес, сонымен қатар басқа өндіріс салаларымен байланысты болуы керек.

АМ алға жылжуы және дамуы үшін автоматтандыру мен зияткерлік технологиялар маңызды рөл атқаратынына күмән жоқ. 2022 жылы бұл технологиялар қосымша өндіріс

шешімдерінде көбірек қолданылады, бұл үлкен консистенцияны, масштабталуды және тиімділікті қамтамасыз етеді.

2022 жылға арналған аддитивті өндіріс үрдістерінің болжамында салалық сарапшы Туан Транфам, Azul 3D кірістер жөніндегі директоры автоматтандыру мен зияткерлік технологияларды АМ негізгі қозғаушы күші және вертикалды ашудың әлеуеті ретінде қарастырады. "3d принтерлерінің көпшілігінде көздер (көру / орнында бақылау) және ми (Машиналық оқыту) болады. Өңдеуден кейінгі автоматтандырылған жабдықтар 2022 жылғы ең қызықты жаңа вертикалды — тұтынушылық — оның үлкен көлемінің арқасында жасауға мүмкіндік береді".

(Фото: Материализуется)

Рейхенталь сонымен қатар автоматтандырылған өңдеуден кейінгі өңдеуді 2022 жылғы аддитивті өндіріс тенденцияларының негізгі бағыты ретінде атап өтеді: "көптеген компаниялар орта және үлкен көлемді аддитивті өндіріске көшкен сайын, біз ауқымды өңдеуден кейінгі шешімдерге және өндірісті толық автоматтандыруға деген сұранысты сезінеміз. Олар өндірістің дәйектілігі мен өнімділігін арттыру үшін машиналық оқыту мен машиналық көрудің озық және бейімделгіш технологияларымен қамтамасыз етіледі ". Оның айтуынша, " шексіз есептеу қуаты, сенсорлардың көптігі, бірлескен және үнемді роботтар сияқты қосымша экспоненциалды технологиялар АМ қолдану аясын өзгертеді және қайта анықтайды. Дөңгелек экономиканың технологиялары мен принциптері туралы ойлау басынан бастап өнімнің толық өмірлік циклін жасайды ".

Materialise ақылды деректер сандық өндіріс шешімі ретінде АМ өсуі үшін маңызды бола бастайды деп санайды. "Мұндай бірыңғай, барған сайын цифрлық өндіріс ортасы тиімділікті, қайталануды, масштабтауды және бақылауды қамтамасыз етеді, бірақ бұл үшін ортақ ресурс, ортақ тіл, атап айтқанда деректер қажет. Алға жылжу арқылы біз АМ-дегі деректердің рөлі көптеген жолдармен маңызды бола бастайды деп санаймыз ". Тим Ван ден Богерт, materialise Software компаниясының маркетинг жөніндегі аға директоры: "ақылды деректер 3D басып шығарудың өнеркәсіптік өндірісін түрлендірудің кілті болып табылады. Өндірушілер өндірісті Кеңейткен сайын, ақылды деректер оларға неке санын азайтуға, басып шығару басталғанға дейін сәтсіздіктерді болжауға және қатаң сапа талаптарына сәйкес келуге мүмкіндік береді ".

Таңқаларлық емес, АМ сарапшылары арасында АМ енгізу 2022 жылы өседі деген кең консенсус бар. Ең қызығы, Медициналық және стоматологиялық салаларды жақын арада АМ енгізу саласындағы көптеген жетекшілер атады.

Еуропалық перспективаға сүйене отырып, СЕСИМО былай дейді: "СЕСИМО нарығының тенденцияларын зерттеуге сәйкес, медициналық сектор 2022 жылы АМ жетекші жеткізушісі болады. Дәстүрлі негізгі өндіруші (аэроғарыштық өнеркәсіп) әлі де COVID-19 әсерінен қалпына келгендіктен, медицина саласында 82% таза тепе-теңдік сақталып, салалық деңгейде трендтердің ең жоғары көрсеткіші сақталды ". Бұл өсу екі негізгі факторға байланысты: жеке протездерге, ортопедиялық және стоматологиялық импланттарға сұраныстың артуы; және АМ 2020 жылы алғашқы covid-19 шыңында медициналық бұйымдардың жетіспеушілігін өтеудегі рөлі.

Formlabs компаниясының бас Бизнес директоры Люк Уинстон Денсаулық сақтау және стоматология саласындағы АМ-дің ерекше әлеуетін көреді. "Денсаулық сақтау саласы жұмыс күшінің жетіспеушілігі, жалғасып жатқан пандемия және жеке медициналық көмекке деген сұраныс сияқты проблемаларға тап бола отырып, 3D басып шығару-бұл негізгі медициналық процестерді жақсартатын және жеңілдететін технология. Бұл талаптар 3D басып шығаруды кеңінен енгізуге әкелетін бұрылыс нүктесін жасайды. Стоматологиялық салада әлі де АМ-де инновациялардың өсуі байқалады, сонымен бірге кісі өлтіретін қосымшалар саласындағы бәсекелестіктің, ең алдымен элайнерлер өндірісіндегі бәсекелестіктің одан әрі өсуі байқалады ".

Майк Джафар, Desktop Health компаниясының президенті және бас директоры, денсаулық сақтауды 2022 және одан кейінгі қосымша өндіріс тенденциялары туралы болжамдарында маңызды фактор ретінде қарастырады. "Жеке медицина медицинаның көптеген аспектілерін шығындарды үнемдеуден уақытты үнемдеуге дейін өзгертеді-3D басып шығару оң әсер

етпейтін Сала болмайды. Денсаулық сақтау үшін 3D басып шығаруды жекелендіру жақсырақ сәйкестендіруді, сәтсіздіктерді, жылдамдықты және үнемдеуді қамтамасыз етеді. Қосымша өндіріс болашақта тауарларды, соның ішінде денсаулық сақтауды қалай өндіретініміз туралы жалғыз шешім болады. Бұл 10 жылдан кейін де, тіпті бес жылдан кейін де емес. Болашақ жақын екі жыл ішінде. Компанияларға өз тауарларын өндірудің тұрақты тәсілдерін табу қажет болады. 3D басып шығару денсаулық сақтауды төңкеріс шегіне шығарады, шекараларды кеңейтеді және қорларды азайтуға, жеткізілім тізбегіндегі мәселелерді азайтуға, пациенттерге күтім жасауды жақсартуға және ауруханаларда уақытты қысқартуға мүмкіндік беретін қосымшалар жасайды".

Медицина-бұл АМ сарапшылары мұқият қадағалайтын жалғыз сала емес, сонымен қатар назар аудару керек жаңа салалар бар. McKinsey & Company компаниясының бромбергері 2022 жылғы аддитивті өндірістің негізгі тенденцияларының бірі ретінде көптеген салаларда және барлық аймақтарда кеңінен қолданылады. "Біз мұнай мен газ сияқты көп көрмеген салаларда, сондай-ақ ауыр активтері бар басқа салаларда болып жатқан көптеген өзгерістерді көреміз. Біз сондай-ақ ұтқырлықтың көбірек енгізілуін күтеміз".

Shapeways, өз кезегінде, жаппай орнату және жекелендіру медициналық, автомобиль және аэроғарыш сияқты негізгі салалардың, сондай-ақ NFT сияқты жаңа нарықтардың дамуын ынталандыратынын көреді. Shapeways компаниясының бас директоры Грег Кресс: "біз аддитивті өндіріс алдағы жылы, әсіресе цифрландыру, Автоматтандыру және инновация саласында айтарлықтай дамиды деп күтеміз", - дейді. "Дәстүрлі өндірушілер жаңа операциялық және экономикалық артықшылықтарға ие бола бастағанда, біз 3D басып шығаруды енгізу қарқынының артуын болжаймыз, бұл жеткізілім тізбегіндегі мәселелерді шеше отырып, жеке және жеке өнімдердің дамуына және жеткізілуіне ықпал етеді".

Соңғысы, бірақ, әрине, кем емес: АМ индустриясы 2022 жылы Тұрақты даму стратегиясына тәуелді болады. АМ өзі экологиялық тиімділікке қол жеткізуге тырысуы керек, сонымен қатар өндіріс технологиясы ретінде ол тұрақтылықтың артықшылықтарын ұсынады, мысалы, сұраныс бойынша өндіріс, материалдарды аз тұтыну және бөлшектердің салмағы аз.

Nexa3D негізін қалаушы Рейхентал өзінің 2022 жылға арналған болжамын қысқаша баяндайды: "АМ салмақты азайту, энергияны азайту және қалдықтарды азайту арқылы көміртегі ізін азайту арқылы жаһандық жылыну мәселесін шешуде маңызды рөл атқарады. Өсімдік негізіндегі материалдар мен қайта пайдалануға болатын материалдар сияқты экологиялық таза материалдарға көшу бұл үрдісті көптеген процестерде күшейтеді".

Desktop Metal тұрақтылыққа деген жалпы ұмтылысты АМ енгізуге ықпал ететін фактор ретінде қарастырады. "Штат үкіметтері мен федералды үкіметтер ұсынған тұрақты дамудың жаңа үміттері компанияларды 4-ші өнеркәсіптік революцияға итермелейді" дейді Джон Майерберг, Global Engineering компаниясының негізін қалаушы, кто және аға вице - президенті, Desktop Metal. "Автомобиль өнеркәсібі Жасыл бастамалардың ең үлкен әсерін сезінді — Калифорния штатындағы EV мандаттарынан бастап Президент Байденнің жақсарту жоспарларына дейін. 2022 жылы ол басқа салаларға, соның ішінде бөлшек сауда, тұтыну тауарлары, аэроғарыш, Денсаулық сақтау және басқа да салаларға таралады — 4-ші өнеркәсіптік революцияны толығымен қабылдайтын және жүзеге асыратын жетекші компаниялар. Өз кезегінде, бұл өз бизнестеріне тиімді және тұрақты шешімдер ұсыну үшін жаңа процестерді, мысалы, аддитивті өндірісті қолдана отырып, аз шығындармен көп нәрсені жасайтын компанияларға әсер етеді".

СЕСІМО сонымен қатар АМ-ді тұрақты даму әдістерін жетілдіруге тырысатын еуропалық кәсіпорындар үшін стратегиялық шешім ретінде ұсынады. "Еуропаның" жасыл "экономикаға көшуіне байланысты көптеген секторлар тұтыну, пайдалану және өндіріс тәсілдерін қайта қарастыруға мәжбүр. Осылайша, АМ көптеген компаниялардың "жасыл" экономикаға ауысуында маңызды рөл атқара алады, екі деңгейде артықшылықтар ұсынады: өндіріс процесі және өнімнің әсері. Технологиялық деңгейде бұл артықшылықтарды табиғи ресурстарды пайдалануды және энергияны түпкілікті тұтынуды азайтуға оңай өзгертуге болады. Өнім деңгейінде бола отырып, аз салмаққа, икемділіктің жоғарылауына және жақсартылған

функционалдылыққа қол жеткізіледі. Сондықтан, "жасыл" технологияларға көшу неғұрлым тұрақты өнімдер мен процестерге сұранысты ынталандыратын болғандықтан, АМ секторы нарықта өзінің қатысуын арттыруға және компанияларға тұрақтылықтың жоғары деңгейіне жетуге көмектесетін ерекше мүмкіндікке ие".



Сурет-2 – Desktop Metal

Біз алған 2022 жылға арналған қосымша өндіріс тенденцияларының көптеген болжамдары жоғарыда аталған бес санатқа жатқызылғанмен, әрине, ерекше жағдайлар болды, олар келесі 12 айдың АМ индустриясы үшін қандай болатындығы туралы қызықты түсінік береді. Кейбіреулер АМ индустриясының ықтимал даму траекторияларын көрсетеді. Мысалы, Jabil компаниясының Ласелл "капитал нарықтары мен экзотикалық инвестициялық құралдар ам және цифрлық өндіріс технологиялары ғарышқа көбірек инновациялар мен инвестицияларды ынталандыру арқылы алдағы бес жыл ішінде алшақтықты жеңе алады және жеңе алады" деп күтеді.

Azul3D TranPham компаниясы металл байланыстырғыштардың реактивті өндірісі 2022 жылы кіріс көлемінде металл экструзиясынан (MEX) асып түсіп, өсуді жалғастырады деп болжайды. Сондай-ақ, ол стартаптарды қаржыландырудың айтарлықтай кезеңінен кейін стартаптардың уәделері орындалатын жыл болуы мүмкін екенін атап өтті. Formlabs-тің Уинстон 2021 жылы бірігу және жұтылу тенденциясы (M&As) 2022 жылы да жалғасады деп санайды. "3D басып шығаруды қолдану жағдайлары барған сайын кең таралған сайын, инвесторлар 3D басып шығару компанияларын құнды инвестициялық мүмкіндіктер ретінде қарастыруды жалғастырады, ал бірігу және сатып алу қызметі жалғасады. Әрине, біз ұзақ мерзімді жетістікке жету жолында кім тұрғанын (және кім жоқ) анық көре бастаймыз", - дейді ол.

Сайып келгенде, 2022 жылы аддитивті өндіріс үрдістеріне қатысты, әсіресе саланың әлеуеті мен өсуіне қатысты кең консенсус бар сияқты. Көріп отырғанымыздай, жеткізілім тізбегі, ынтымақтастық, автоматтандыру, іске асыру секторлары және тұрақты даму - бұл АМ сарапшыларымен алдағы жыл туралы сөйлескен кезде өте маңызды. Соңында, біз осы мақалаға үлес қосқан және өз ойларымен бөліскендердің барлығына жеке алғыс білдіргіміз келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. <https://www.3dprintingmedia.network/additive-manufacturing-trends-2022/>
2. <https://www.fabbaloo.com/news/2022-predictions-for-3d-printing>

Тенденции развития аддитивного производства

Камаладинов П. 

Аннотация: Индустрия аддитивного производства, корни которой уходят в 1980-е годы, постоянно меняется и развивается. Теперь у нас есть четкое представление о том, как будет выглядеть долгосрочное будущее отрасли в 2022 году, почти через 40 лет после 3D-печати. Учитывая ожидаемую тенденцию в аддитивном производстве в 2022 году, похоже, что отрасль находится на стадии зрелости, когда появляются реальные приложения, меняющие правила игры, консолидация отрасли и четкое

понимание того, где что-то изменится. Процентная доля аддитивного производства в общем объеме производства растет из года в год, стремительно развиваясь от отраслей машиностроения, автомобилестроения до стоматологии и пищевой промышленности. В этой статье будет представлен обзор последних берегов аддитивного производства.

Ключевые слова: жировая технология, 3D-печать, разработка, план, прогноз, тренд.

Development trend of additive manufacturing

Kamaladinov P. 

Abstract. The additive manufacturing industry, whose roots go back to the 1980s, is constantly changing and developing. Now we have a clear idea of what the long-term future of the industry will look like in 2022, almost 40 years after 3D printing. Given the expected trend in additive manufacturing in 2022, it seems that the industry is at a stage of maturity when real, game-changing applications, industry consolidation, and a clear understanding of where AM will change. The percentage of additive production in total production is growing from year to year, with rapid development ranging from mechanical engineering, automotive engineering to Stomatology and food processing. This article will provide an overview of the latest aspects of additive manufacturing.

Keywords: adipose technology, 3D printing, development, plan, forecast, trend.

**СЕКЦИЯ: «ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ, НЕФТЕГАЗОВОЙ И
ТРАНСПОРТНОЙ ОТРОСЛЕЙ»**

**INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF TURBOMACHINES BASED ON THE
MODIFICATION OF THE ELEMENTS OF THEIR FLOW PATH**

G.K. Akanova 

Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev,
Kazakhstan, Almaty

g.akanova@satbayev.university

Abstract. Centrifugal pumps operating with incompressible fluid flows are a type of hydraulic turbomachine. Increasing the efficiency of centrifugal pumps is one of the goals that are solved in this article by coaxial arrangement of the impellers in the flow part of the pump. Based on the results of calculations and experimental studies to substantiate the proposed design and technical solutions, establish rational operating modes and determine hydraulic losses with coaxial arrangement of impellers, it was found that, compared with the known schemes for the axial arrangement of impellers, the energy efficiency of centrifugal pumps increases by 23%, and pressure and flow characteristics increase: by 28% in pressure, by 42% in flow, the increase in efficiency ranged from 2 to 3.9%.

Formulation of the problem. Substantiation of design solutions for the elements of the flow path of turbomachines that provide high energy efficiency, service life and reliability of pumps.

Keywords: turbomachine; modification; centrifugal pump; flow part; hydraulic losses; constructive-technological scheme; coaxial arrangement of impellers; flow characteristic.

Pump units are part of the majority of transport and technological systems of the mining, metallurgical and oil refining industries. According to expert estimates, 20-25% of the world's electricity consumption is accounted for by pumping equipment, and in some industries this figure can reach 50%. The level of development of industries currently requires constant modernization of pumping equipment: improving its design and manufacturing technology, as well as improving energy efficiency and global competitiveness. In this regard, the problem of improving the energy efficiency of pumps should be considered not just as a priority, but as a national one.

In the transportation of energy carriers and various working media, centrifugal pumps are widely used, which in this article are considered as an object of research and design [1].

To improve efficiency, it is necessary to reduce the cost of operating pumping equipment, increase its reliability and durability. This requires optimizing the operating modes of centrifugal pumps already in operation and creating new highly efficient machine designs [2].

The existing elements and methods used in the practice of designing centrifugal pumps: impellers, inlet, guide and outlet devices give acceptable results, but do not ensure the establishment of rational parameters that provide high performance energy efficiency, resource and reliability.

Methods for optimizing the flow parts of centrifugal pumps can be classified according to various criteria. First of all, they can be divided on the basis of human involvement in the process of evaluating the results of calculations and choosing the direction of the next optimization step, i.e. to intuitive methods and methods using formal mathematical algorithms.

The indisputable advantage of intuitive methods is the direct presence of a person at all stages of calculation and optimization, which allows, with the appropriate qualifications and experience of the researcher, to find a solution to the problem in several iterations. Also, intuitive methods become ineffective near the minima of the criteria. Optimization using formal mathematical algorithms does not have the indicated disadvantages. When using automatic methods for generating test geometric shapes of the flow path and with sufficient computing resources, such optimization allows obtaining results in an extremely short time. However, it should be noted that due to the fundamental complexity of the hydrodynamic processes in the flow path,

On the basis of involvement in the process of optimization of individual elements of the flow path or simulation of the pump as a whole, optimization can be classified into complex and individual elements (Figure 1).

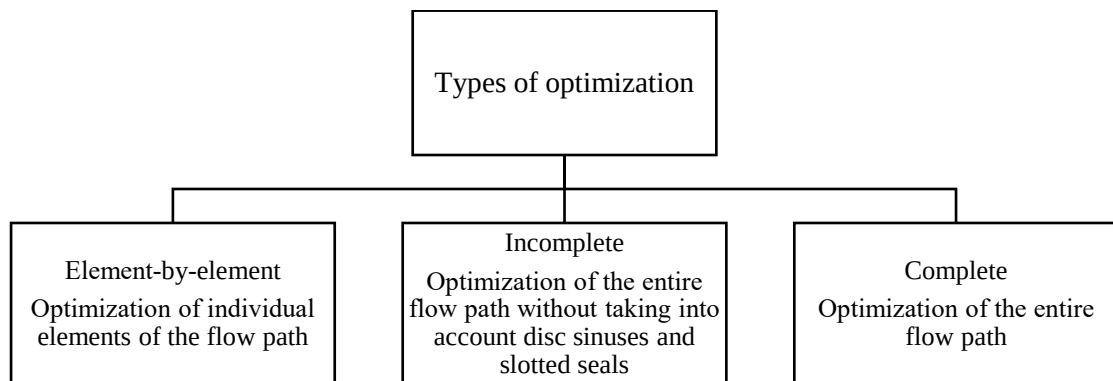


Figure 1 - Classification of optimization algorithms for flow parts by the number of individual elements in the calculation

Integrated optimization allows taking into account the mutual influence of individual elements of the flow path on each other. This is especially important when evaluating non-stationary effects, for example, vibroacoustic properties. However, complex optimization requires large resources.

The improvement of modern designs of axial centrifugal turbomachines follows the path of further increasing the power density while simultaneously tightening the requirements for energy efficiency, reliability and service life. Along with the search for ways to improve the forms of execution of these machines, the search for methods for their calculation does not stop, first of all, the calculation of characteristics that express the patterns of change in parameters from the design and mode of operation [3]. However, the analysis of the operation of existing designs of turbomachines still reveals shortcomings, the presence of which is unacceptable in modern production conditions. These shortcomings are expressed in the form of a narrow range of effective operation, reduced energy efficiency in off-design modes and low hydraulic efficiency.

The existence of these shortcomings is largely due to the design of turbomachines, namely the presence of elements with high values of hydraulic losses. Such elements include transfer channels of multistage designs of centrifugal turbomachines. The share of hydraulic losses in these elements is about 50% [4].

Improving the energy efficiency of known designs of axial multistage centrifugal turbomachines by existing methods is possible only in a small range. The expansion of the range of efficient operation of turbomachines becomes possible as a result of the development of an alternative scheme for the movement of a flow flowing from stage to stage without the use of transfer channel systems [4].

One of the most rational solutions as this alternative could be a centrifugal turbomachine with a coaxial (coaxial) arrangement of impellers.

A centrifugal turbomachine with a coaxial arrangement of impellers means such a design in which one impeller is coaxially located inside the other (Figure 2.)

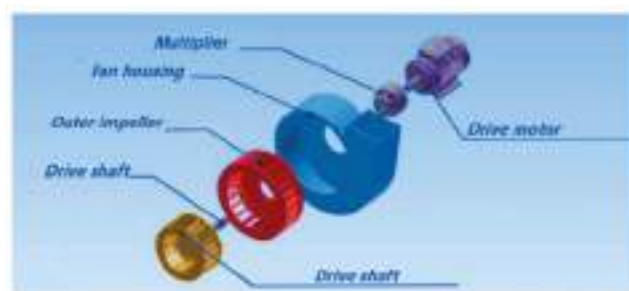


Figure 2 - Centrifugal turbomachine with coaxial impellers.

The flow movement is carried out directly from one wheel to another, while the energy exchange process is carried out on each impeller

The results of experimental studies of a two-stage centrifugal pump with coaxial (coaxial) the location of the impellers, the design of which is shown in Figure 3, manufactured on the basis of a monoblock pump 1XM-2-2v, showing its efficiency, are presented in the form of graphical dependencies (Figure 3).



Picture 3 - The design of a centrifugal pump with a coaxial arrangement of impellers:
1 - external impeller, 2 - internal impeller

In the course of the experimental studies, the change in the head value was 28% of the maximum value (from 1.3 to 1.8 kg / cm²), the change in the flow rate was 42% (from 2 to 3.5 m³ / s), without significant changes in the power characteristic, and, hence the power consumption.

A diagram of the design of coaxially mounted impellers of a two-stage centrifugal pump and an impeller of a standard design are shown in Figure 4 [5].

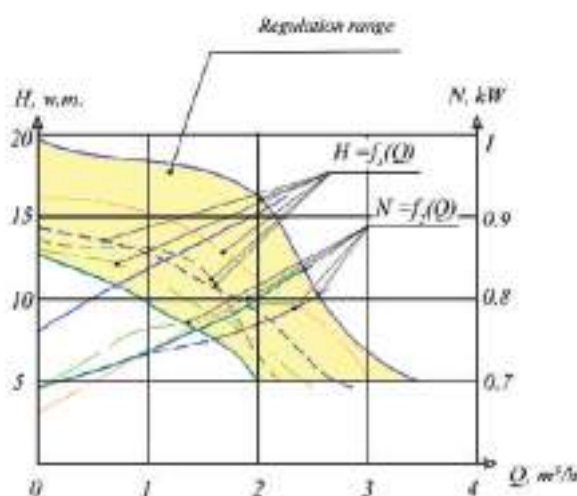
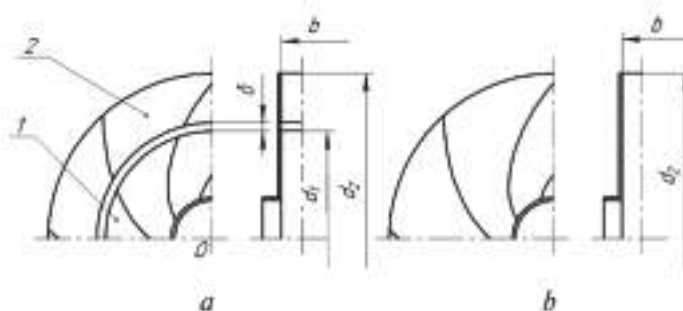


Figure 4 - Pressure-flow $H=f_1(Q)$ and power $N=f_2(Q)$ characteristics of a centrifugal pump with coaxial impellers:

- Initial impeller $d=128$ mm;
- Turned impeller $d=107$ mm;
- - - Coaxially mounted outer impeller with blade angle $< 90^\circ$;
- - - Braked coaxially mounted outer impeller with blade inclination $< 90^\circ$;
- The outer impeller is installed coaxially with a blade inclination angle $> 90^\circ$;
- Braked coaxially mounted outer impeller with blade inclination $> 90^\circ$;

The design scheme of coaxially mounted impellers of a two-stage centrifugal pump and the impeller of a standard design are shown in Figure 5.



Picture 5 - Centrifugal pump a) standard design;

b) with coaxial arrangement of impellers:

1 - internal impeller, 2 - external impeller;

δ - radial clearance; b - wheel width; d_1, d_2 - outer diameters of the inner and outer impellers

The basis for the development of this alternative circuit was the circuit currently widely used in axial multistage plants (Figure 6).

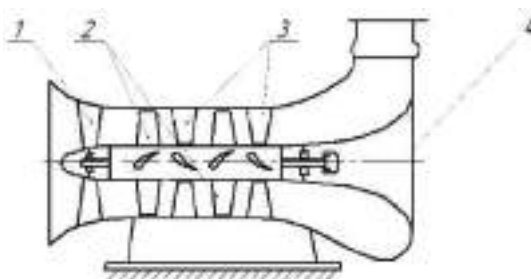


Figure 6 - Scheme of a two-stage axial supercharger:

1 - input guide vane; 2 - impellers; 3 - straighteners; 4 - supercharger housing

In this scheme, the flow from one impeller to another is carried out with the help of vane guide vanes, the efficiency of which is characterized by low values of hydraulic losses. In designs with counter-rotation of the impellers, the use of guide vanes is not required at all [5].

All centrifugal pumps can be divided into low-speed and high-speed, based on the value of the speed factor ns . A feature of low-speed pumps is a large pressure at low flow. The efficiency of such pumps is much lower due to relatively large power losses due to disk friction and volume losses, which limits their scope. An increase in the number of steps leads to an increase in ns , but this method is not optimal in all cases. Due to the narrowness of the channels in a low-speed pump, the flow of the working fluid is significantly affected by the boundary layer, which makes standard calculation methods incorrect, and also limits the operating range of viscosities of the fluid pumped by the pump. Thanks to the methods of hydrodynamic modeling, it is possible to calculate the parameters of fluid flow in hydraulic machines with great accuracy. This significantly speeds up the pump design procedure and allows you to select the optimal parameters without conducting a large number of full-scale tests. Slow-speed pumps are used in low-power installations (various thermal stabilization systems), where the efficiency value is not a determining parameter.

Losses in the flow path of a centrifugal pump with coaxial impellers can be divided into four categories: volumetric, disc friction, hydraulic and hydraulic braking losses. In the calculated (rational) mode, there are usually no losses of hydraulic braking, and the total efficiency can be determined based on the ratio:

$$\eta = \eta_h \cdot \eta_v \cdot \eta_d, \quad (1)$$

where $\eta_h = \frac{H}{H_t}$ - hydraulic efficiency, H - the obtained value of the head; H_t - theoretical pressure; $\eta_v = \frac{Q}{Q+q_1}$ - volumetric efficiency, q_1 - leakage through the front seal of the impeller; Q is the flow rate of the fluid;

– mechanical efficiency, N_d – total power losses due to disk friction; N is the power consumption. $\eta_d = 1 - \frac{N_d}{N}$

Based on the design features of the coaxial arrangement of the impellers (Fig. 5), namely, the identity of the total dimensions of the coaxially located impellers to the dimensions of the impeller of a standard design, the values of volumetric and mechanical efficiency will remain unchanged. Only hydraulic efficiency and corresponding hydraulic losses are subject to consideration[6].

Hydraulic losses in the flow path of a centrifugal pump can be represented as

$$\sum h = h_s + h_i + h_{tap} = \xi_s \frac{V_{11}^2}{2g} + \xi_i \frac{W_{11}^2}{2g} + \xi_{tap} \frac{U_{22}^2}{2g}, \quad (2)$$

where h_s , h_i , h_{tap} are losses in the inlet, impeller and outlet;

V_{11} , W_{11} , U_{22} - characteristic speeds in the elements of the flow part of the centrifugal supercharger;

ξ_s, ξ_i, ξ_{tap} - coefficient of local hydraulic losses in the inlet, impeller and outlet;

g is the free fall acceleration.

Due to the fact that the absolute speed of the fluid flow entering the impeller blades is approximately equal to the relative speed of the fluid flow, when calculating the hydraulic losses in the flow path of a centrifugal pump, the losses in this element can be neglected.

Only losses in the impellers themselves and losses in the diverters are subject to consideration.

Mathematical and experimental research

The increment of energy (energy exchange) of a moving stream flowing on coaxially located impellers becomes possible due to a change in the circumferential components of the absolute inlet and outlet velocities, i.e. when twisting or untwisting the flow passing through it by the impeller. The value of energy exchange between the blades of the turbomachine and the fluid flow in this case is expressed by the value of the theoretical pressure (pressure). The value of the latter is found from the well-known Euler equation [1]:

$$H = \frac{1}{g} (u_2 c_{u2} \pm u_1 c_{u1}), \quad (3)$$

where u_2 is the circumferential speed; c_u are the tangential components of the absolute velocity.

The components of this equation, in turn, are determined by the geometric dimensions of the impellers (diameter, width, outlet angle of inclination of the blades) and operating parameters (direction and speed of rotation of the impellers) [7].

According to equation (3), a change in the values of one of the parameters leads to a proportional change in the value of the developed pressure (head).

The use of the basic Euler equation in the analysis of the operation of centrifugal turbomachines implies the following assumptions:

- averaging over the cross section of all flow parameters;
- the movement in the impellers is assumed to be one-dimensional and axisymmetric;
- impellers have an infinite number of thin blades;
- the fluid flow does not have viscosity, the influence of friction forces is absent;
- when studying the kinematics of the flow in coaxially located impellers, the influence of geometric parameters is not considered.

At the first stage of research, the influence of regime parameters (the direction of rotation of the impellers and the value of their circumferential rotation speeds) was considered.

During the study, 2 options for the operation of the installation were analyzed:

- rotation of wheels in one direction;
- rotation of the wheels in the opposite (opposite) direction.

In the first version of the turbomachine operation, the impellers rotate in the same direction, but with different angular speeds. The constructed velocity parallelograms have the following form, shown in Figure 7.

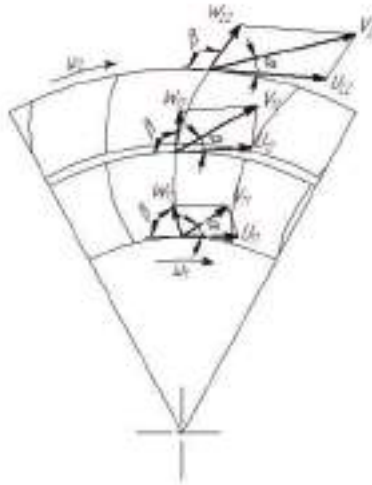


Figure 7 - Kinematics of the flow when the impellers rotate in one direction: ω - angular velocity; c – absolute speed; w is the relative speed; u – circumferential speed; α is the angle formed by the absolute and circumferential speeds; β is the angle formed by circumferential and relative velocities [8].

Based on the above dependencies, in order to determine the hydraulic losses in the above structural elements and the recommendations made earlier on the choice of geometric and kinematic parameters of coaxially installed impellers, hydraulic losses were calculated for the most effective design and operating parameters of coaxially installed impellers, from the point of view of hydraulic losses in the following elements:

1. Outer impeller:

-graphic dependences of losses on deceleration (Figure 8, a) or acceleration of the fluid flow (Figure 8, b) with a change in the relative velocity at the inlet to the outer stage of the impeller, show a decrease in losses during deceleration and an increase in losses during flow acceleration and have the following form:

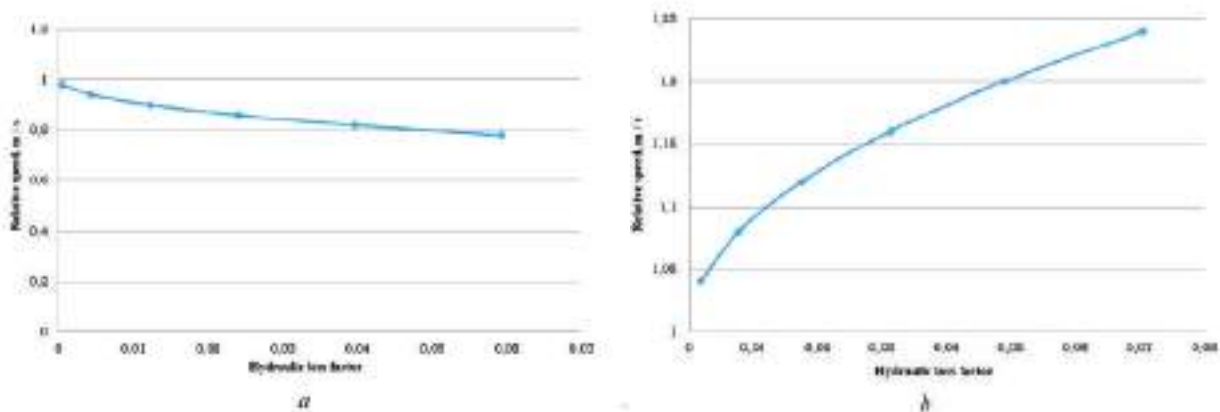


Figure 8 - Graphical dependences of energy losses in the impeller, depending on the relative speed of the flow of the outer stage: a - flow deceleration, b - flow acceleration.

- graphic dependences of losses from the transition of the fluid flow from the inner stage of the impeller to the outer one (Figure 9 a, b) show a decrease in losses with an increase in the relative flow velocity of the outer stage, and have the following form:

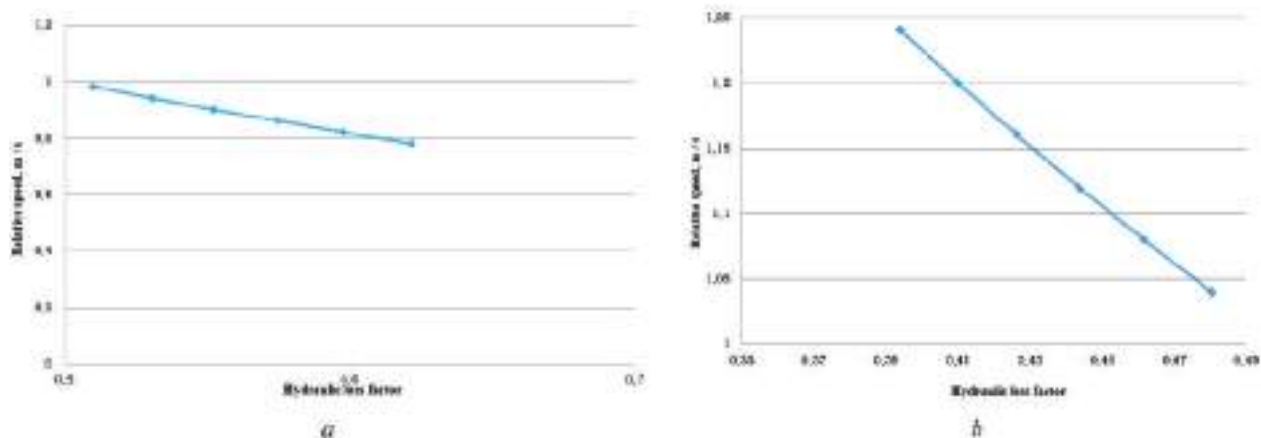


Figure 9 - Graphical dependencies of losses from the transition of the fluid from stage to stage, depending on the relative velocity of the flow of the outer stage: a - flow deceleration; b - flow acceleration.

Conclusion

The main result of the research performed is reasonable recommendations for design and technological solutions for the modernization of the flow path of centrifugal pumps, by coaxial arrangement of the impellers, providing an increase in energy efficiency and trouble-free operation of pumping units. At the same time, it was experimentally established that in superchargers with a coaxial arrangement of impellers with the same weight and size dimensions, compared with the axial arrangement of impellers of centrifugal pumps, hydraulic losses are reduced by 23%, and pressure-flow characteristics increase: in terms of pressure by 28%, in terms of flow - up to 42%, efficiency increase is 2 - 3.9%.

REFERENCES

- [1] Lomakin V. O. Development of a method for optimal design of the diverter of an oil main pump: diss. work, tech. Sciences. M., 2017.
- [2] Grigoriev S.V., Savin L.A., Shakhbanov R.M. Substantiation of the possibilities of improving the energy characteristics of centrifugal pumps: Izvestiya TulGU. 2015.
- [3] Lomakin V. O. Development of an integrated method for calculating the flow parts of centrifugal pumps with parameter optimization: diss. work, technical sciences, M, 2018
- [4] Podbolotov, S.V. Kolga A.D. The influence of regime parameters on the pressure developed by a centrifugal turbomachine with a coaxial arrangement of impellers, Bulletin of the Magnitogorsk State Technical University. G.I. Nosov. 2017. No. 1. S. 81-85
- [5] Podbolotov, S.V. Kolga A.D. Mathematical and experimental modeling of operating modes of a centrifugal turbomachine with a coaxial arrangement of impellers: Proceedings of the Ural State Mining University. Ekaterinburg. No. 1., 2018, Page 80 - 84
- [6] Borodai, M.V. & Rzebaeva, N.K. & Shendrik, V.V. Increasing the efficiency of pumps by optimal design of their flow parts. Operational safety of compressor and pumping equipment. Materials of scientific and technical seminar. Sumy: Dzherelo Publishing House, 2001. P. 98-102
- [7] Makarov V.N., Gorbunov S.A., Kornilova T.A. Promising direction improving the efficiency of local ventilation fans // Izv. universities. Mining magazine. 2013. No. 6. P. 124-129.
- [8] Podbolotov S.V., Kolga A.D. Centrifugal pump with staggered impellers: Actual problems of improving the efficiency and safety of operation of mining and oilfield equipment, materials II Intern. scientific-practical conf. Mining Electromechanics, 2015. Perm: Perm Publishing House. nat. research polytechnic un-ta, 2015. Vol.1. pp. 57-62.

Көп қатты ортадан тігілген сору жабдықтарындағы гидравликалық шығалдарды азайту

Г.Қ. Ақанова 

Андатпа.

Мәселенің тұжырымы. Негізгі мақсаты сұйықтықтарды тасымалдау болып табылатын супер зарядтағыштардағы гидравликалық ысыраптарды азайту мүмкіндіктерін құру.

Негізгі сөздер: Гидротранспорттық жүйелер, орталықтан тепкіш сорап, гидравликалық ысыраптар, құрылымдық-технологиялық схема, жұмыс доңғалақтарының коаксиалды орналасуы, қысым-ағынының сипаттамасы.

**Повышение энергоэффективности турбомашин на основе модификации
элементов их проточной части**

Г.К. Аканова 

Аннотация.

Постановка задачи. Обоснование конструктивных решений элементов проточной части турбомашин, обеспечивающих высокие показатели энергоэффективности, ресурса и надежности насосов.

Ключевые слова: турбомашин ; модификация; центробежный насос; проточная часть; гидравлические потери; конструктивно-технологическая схема; соосное расположение рабочих колес; напорно-расходная характеристика.

ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРДІ АВТОМАТТАНДЫРУ МЕН АҚПАРАТТАНДЫРУДА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МАШИНАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУДА ЦИФРЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУ

К.К. Алмурад^{ID}, Б.Ә. Мырзахметов^{ID}

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

[Автом: myrzakhmetov_ba@mail.ru](mailto:myrzakhmetov_ba@mail.ru), kamajail408@gmail.com

Аңдатпа. Жаңа технологияның дамыған заманында “Индустрия 4.0” бағытында экономикалық тиімділікті арттыру мақсатында бірнеше қызметтерді адам көмегінсіз автоматты түрде аналогты және дискретті ақпараттарды тез өңдеп, қажетті графикалық сызықтарды-трендтерді есептеп, архивтеуді көрсететін технологияларды ірі өндірісте қолдану өте қарқынды өсіп жатыр. Дегенмен, ғылыми зерттеулерде оларды қолдану біршама артта қалған. Мақала авторы Сатпаев Университетінде ғылыми-жетекшісінің патенті үшін орналастырылған тандемді стенд параметрлерін зерттеу үшін автоматтандыру барысында Windows XP, Vista и Windows 7 операторлық жүйеде көп қуатты талап етпей жұмыс жасай алатын SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) жүйесінің мысалында, қазіргі жоғары оқу орындарында ТП АБЖ үшін қолдануға болатынын және оның мүмкіндіктері мен ерекшеліктерін көрсетеді. Оқу зертханалық стендтерінде атқарылатын жұмыс көмегімен қауіпсіз, бірақ шындыққа жақын, виртуалды және нақты басқару объектілерімен жұмыс жасай алу, ТП АБЖ құру негіздері мен жаңа технологияларын білуге мүмкіндік береді.

Стендті SCADA жүйесіне байланыстыратын басқару шкафы ішіндегі аппараттардың: 30 нүктеден аспайтын input/output үшін арналған шағын контроллер TBOX Lite, реле, жиілік түрлендіргіштердің жүйеге қосылу түрлері(RS-232, Ethernet) және үш сатысы көрсетілген.

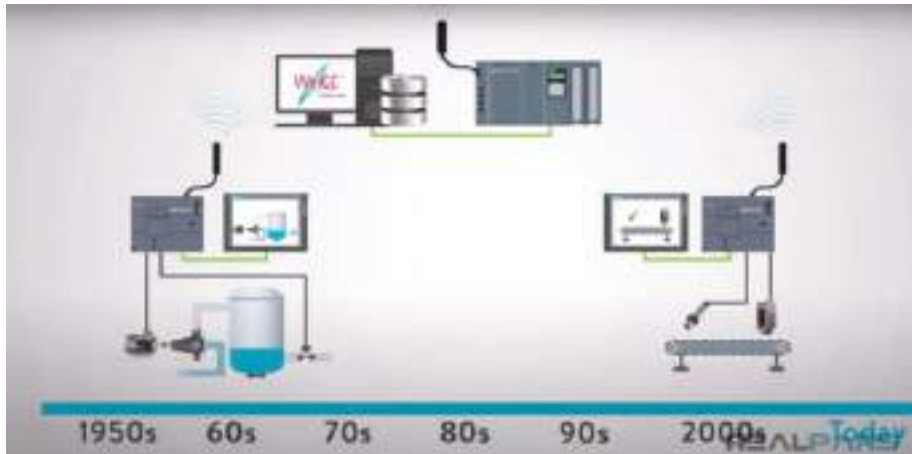
Негізгі сөздер: SCADA жүйесі, HMI, APM, тандемді сорап, АСУТП.

SCADA (supervisory control and data acquisition, диспетчерлік басқару және деректерді жинау) – динамикалық объектілерде мониторинг немесе басқару объектісі туралы ақпаратты жинау, өңдеу, көрсету және мұрағаттау жүйелерінің нақты уақыттағы жұмысын әзірлеуге немесе қамтамасыз етуге арналған бағдарламалық пакет. 1970жылы SCADA жүйесі ретінде үлкен көлемді микропроцессорлары бар ПЛК атала бастады, кейіннен 80-90жылдары компьютерлер көлемінің шағындала бастауымен, жүйеге HMI бағдарламасы қосылып, қазіргі таңда Microsoft Windows-та дамытып, оданда қуаттырақ және жылдам Ethernet и TCP/IP қосылыстары арқылы ақпараттармен бөлісу жиіледі.

Оператордың кеңейтілген жұмыс орны - 24/7 арналған шешімдер ұзақ мерзімді перспективаға есептелген және ұзақ қызмет ету мақсатына арналған, бүкіл кәсіпорын бойынша нақты және қысқа визуализация үшін үлкен экранда алдын-ала мұқият интеграцияланған шолуды қамтамасыз ете отырып, назарда болуға мүмкіндік береді [11].



Сурет 1 – Функционалды диспечер орны



Сурет 2 – SCADA жүйесінің даму тарихы

SCADA жүйесі – мұнай немесе газ кен орны, құбыр жүйесі, суару жүйесі немесе гидроэлектростанция кешені сияқты кең таралған процестің ортасында орналасқан операторға қашықтағы процесс контроллерлерінде берілген мәндерді өзгертуге, клапандарды немесе қосқыштарды ашуға немесе жабуға, дабылдарды бақылауға және өлшеу туралы ақпарат жинауға мүмкіндік береді. Өндірістік процесс ауқымы өте үлкен болған жағдайда – аралығы 100 тіпті 1000км кезіндегі, нысанның жұмысын бақылау үшін тұрақты тексеріс сапарларға шығындарды азайту тұрғысынан SCADA ұсынатын артықшылықтарды бағалауға болады(Сурет 3).



Сурет 3 – SCADA жүйесінің жаңа заманға сай артықшылықтары

Арнайы өндірістік тестілеу кезінде, экономикалық тиімділікті арттыру мақсатында автоматтандыруды кең көлемде машина жасау, авиа және кеме жасау, ғылыми зерттеулерде,

электротехника салаларында көп қолданылады.

Мысалы, Ресейлік «КРУГ» фирмасының ПГУ университетімен бірге орындаған стендтің архитектурасына зер салсақ. Зерттеу үшін таңдалған SCADA КРУГ-2000 бағдарламалық жабдығының АРМ характеристикалық тиімділіктері:

- Мнемосхема саны шектелген;
- Монитордың ақпаратты жаңартуы - 1 сек;
- Барлық процесс диск жадында толық сақталу мүмкіндігі;
- Реттеу схемасын тексеру;
- Әр түрлі қолданбалы тапсырмаларды орындау.

HMI DataRate – мұғалім компьютерінің автоматтандырылған жұмыс орнының характеристикалары:

- DataRate серверіне қосылу арқылы 100 клиентке дейінгі архитектураны құра алу мүмкіндігі;
- OPC DA/HDA-сервері бар кез келген құрылғымен деректерді алмасу;
- Деректерді MS Excel қосымшасы арқылы алмасу;
- Динамикалы-графикалық элементтер саны – 50 000 дейін.

Web-контроль клиенттердің ақпаратты арақашықтықта болса да, бір уақытта көруі үшін тиімді, Internet/Intranet сеть арқылы қосылып, серверге қосылу хакерлік шабуылдан қорғау үшін парольмен қорғалған жүйе бөлігі.

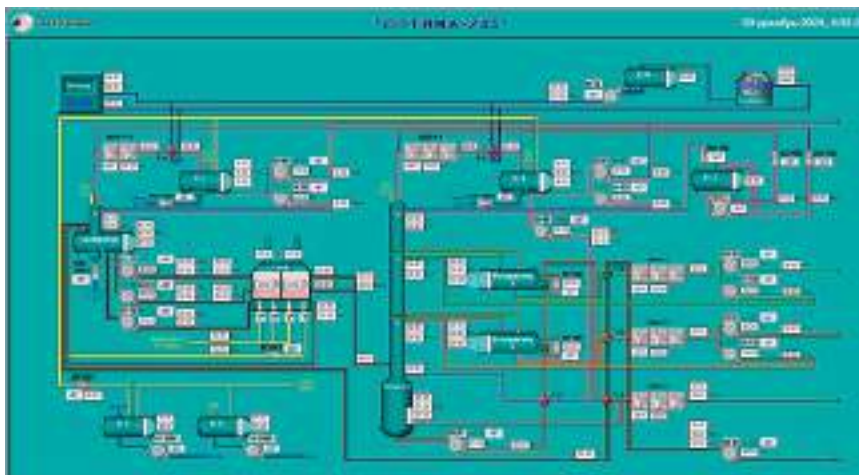


Сурет 4 – Ғылыми зерттеу зертханасының архитектурасы



Сурет 5 – Гидравликалық объекттің жүйенің интерфэйсіндегі стенді

SCADA КРУГ-2000 жүйесінде құрылған графикалық мнемосхеманың сұлбасы 2 суретте көрсетілген. Аталған жүйенің HMI DataRate бағдарламалық жабдығымен құрастырылғандықтан, схеманы одан да көп техникалық жабдықтарды қосу арқылы архитектуруаны ұлғайтып, ешқандай кедергісіз стенд жұмысын жалғастыруға болады [6].



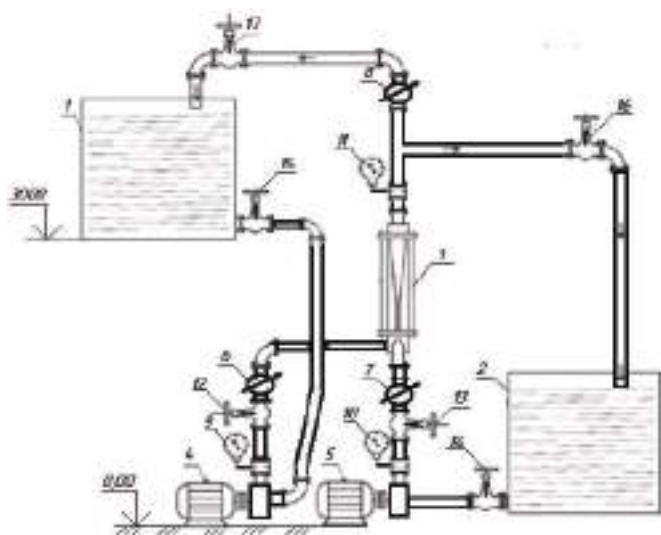
Сурет 6 – "Mangystau Oil Refining"мұнай компаниясы үшін сенімділігі жоғары резервтелген әзірлемеге арналған SCADA TRACE MODE жүйесі

Жоғарыда қарастырылған стендтердің тиімділігіне көре отырып, Сәтбаев Университетінің “Металлургия және өнеркәсіптік машина жасау институты” профессоры Мырзахметов Бейбіт Аликенович патенттік жұмысы бойынша ТОО “Байкен-У” компаниясының Хорасан-1 және Хорасан-2 кеніштерінде өткізіліп жатырған зерттеулер нәтижесінде, уран өндіруде аса қатты тиімділікті тандемді сорап(ТС): “БЭОТ сорапбы + ағымды сорап” комбинациясы көрсеткендіктен, оның тиімділігін бағалау және тиімді режим жұмысын бағалау және әрбір түйініндегі қысым көрсеткіштерін бақылау мақсатында, бақылау-өлшеу аспаптарымен (БӨА) жабдықталған арнайы сынақ стенді құрылды және оны автоматтандыру барысында АВВ компаниясының SCADA жүйесі практикалық қолдану мақсатында таңдалды. [8, 10]

Стендтік жағдайларда сынауға арналған ағынды аппараттың жұмыс режимдерін есептік-эксперименттік модельдеу үшін қажетті бастапқы деректер арқылы жүргізілді:

- БЭОТС сұйықтықты беру – 2-3 м³/ сағ аралығында;
- Қысым – 20-30 су бағанының метрі;
- СН үстіндегі динамикалық деңгей (құбыр сыртындағы қысымды имитациялау) – 0...10 м. ш. б.;
- жиілік реттегіші бар ток жиілігін реттеу диапазоны-43 ... 70 Гц.

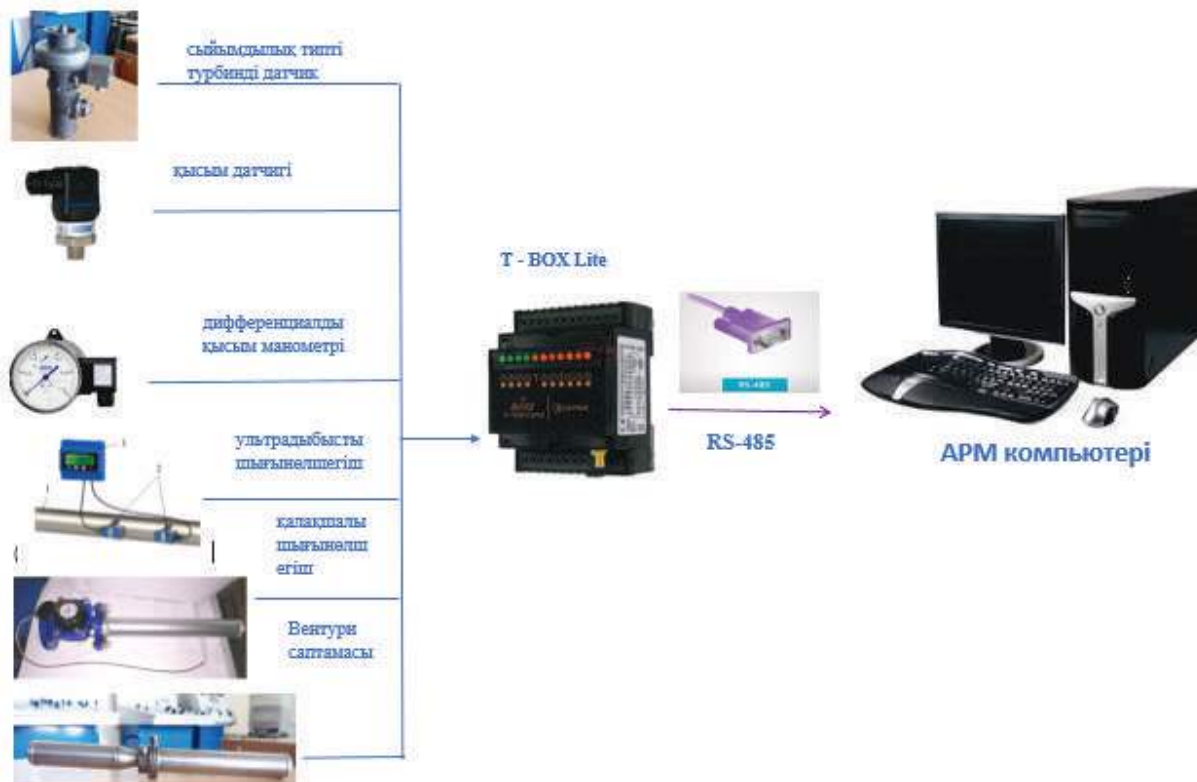
Жалпы стендтің жұмыс жасау принципі: электр ортадан тепкіш сорғы 2 жұмыс сұйықтығын резервуарынан 1 жоғары қысымды ағынды сорғының саптамасына жеткізеді. Әрі қарай, жұмыс сұйықтығы 3 реактивті қондырғының саптамасына түсіп, сұйықтықты 1 резервуардан енгізеді. Жоғары қысымды саптамадағы(сопло) жұмыс сұйықтығының параметрлері басқару және бақылау станциясынан жиілік реттегішімен реттеледі. Тіреу сорғысын 4 қосу және оның режимдерін басқару және бақылау станциясынан реттеу арқылы КНУ батыру тереңдігін модельдеуге болады, осылайша реактивті сорғының қабылдау камерасында 0,05...0,2 МПа диапазонында тірек жасауға болады. СН-нің тік орналасуы ұңғымадағы сорғының жұмысында әрекет ететін тартылыс күштерін барынша ескеруге мүмкіндік береді. Ұңғымаға батыру тереңдігін (сұйықтықты көтеру биіктігі) имитациялау СН-дан шығатын сызыққа ысырмамен кедергі жасау арқылы жүзеге асырылады.



1, 2 – сыйымдылықтар; 3 – ағынды сорап; 4 – тірек сорап; 5 – негізгі сорап; 6, 7, 8 – импульстік шығысы бар шығын өлшегіштер; 9, 10, 11 – Wika сандық сенсорлары(манометры); 12 – қысымды реттеуші клапан; 13, 14, 15, 16, 17 – ысырмалар

Сурет 7 – Ағынды құрылғылардың сипаттамаларын зерттеуге арналған эксперименттік қондырғының схемалық диаграммасы

Имитациялық стендтің ұңғыма жағдайына сәйкес өткізу үшін қажетті БӨА аспаптарымен жабдықталған(сур.7).



Сурет 8 – Стендтік сорғы қондырғысы үшін функционалды АСУТП схемасы

Кесте 1 - ПЛК Т – box негізгі сипаттамалары

Процессор/ память				
Процессор	16 - Бит Mitsubishi			
Жиілік	7.37 МГц			
Оперативті жад	148 Кб			
Flash жад	768 Кб			
Қатты дискінің сыйымдылығы	До 1 Гб			
Байланыс порттары	Ethernet, RS232, RS485, PSTN или GSM модем			
Входы/выходы				
Модель	LT - 100	LT - 200	LT - 201	LT - 300

Программалық код C+ бағдарламалық тілі мен Status Enterprise автоматтандыру ортасында жазылған. Автоматтандыруды Input/Output драйверлері немесе OPC/DDE-серверлері арқылы қамтамасыз етеді. PLC контроллері стендтік сораптағы сұйықтық ағынын, сораптың электрқозғалтқышын қосу/өшіру қызметін басқара алады. Ал Scada жүйесі операторға берілген қысымды, ағын жылдамдығы параметрлерін өзгертуге мүмкіндік береді және аларм хабарламалары – шығын, ағын мен қысымның кенет артуын стендте бақылауға мүмкіндік береді. Басқару циклі RTU немесе PLC арқылы жүреді, ал Scada циклдің толық орындалуын бақылайды. Стендті басқару станциясы 8-суретте көрсетілген.

Т - BOX Lite - логикалық контроллер RTU ретінде, бақылау объекінде бір корпуста орналасып, қашықтан бақылап және басқарады. Т - BOX Lite – 30 нүктеден аспайтын input/output үшін арналған шағын контроллер. Құрамында әртүрлі датчиктерден(қысым, температура, және т.б.) деректерді алу және басқару үшін аналогты және цифрлы шығу және цифрлы кіру нүктелері бар. Т – BOX-тағы бағдарламалық технология TWinSoft, ыңғайлы Windows XP, Vista и Windows 7 операторлық жүйеде көп қуатты талап етпей жұмыс жасай алады.

Қондырғының өзге құрылғылармен байланысуы RS232 / RS485 интерфейстері, Ethernet порттары арқылы жүргізіледі. RS232 қарағанда, RS485 цифрлық сигналды жылдам жеткізеді және бірнеше аппараттарға қосылады.

Стендтің жұмыс қабілетін тексеру және бағалау әдістері келесіндей болды:

А) Жүйенің герметикалық төзімділігін тексеру:

- жүйені сумен толтыру және жүйеден ауаны шығару;
- 12,16,17 сыйымдылықтарына берілетін жердегі вентильді жауып, 13,14,15 вентильдерін ашу;
- ЭОТС 5 қосу және 10,11 манометрлер көрсеткішіндегі қысым мөлшерін бақылап, жүйедегі қысымды 0,5МПа жеткізу;
- ағып кетуді анықтау үшін тексеру жүргізу.

Б) Стендті жұмыс режимінде көру:

- барлық задвижкиларды ашу;
- ЭОТС 4 және 5 қосып, олардың жиілігін басқару станциясы арқылы номиналдықтан 0,70% жеткізу;
- ЭОТС-ның орнатылған режимі бойынша, 5 мин ішінде шығынөлшегіштердің 6,7 жұмысшы және эжектрленетін сұйықтықтар шығынын байқау;
- ЭОТС 4 өзгеріссіз жұмысы кезінде, вентиль 12 арқылы эжектрленетін сұйықтық қысымын біртіндеп 0-ден 0,1МПа дейін, 0,02МПа қадаммен өзгерту, осы аралықта манометр 9 бен шығынөлшегіштер 6,7 көрсеткіштерін бақылап отыру.

Қортыныдылай келе, зерттеу стендтерінің оңтайлы компоненттерін таңдау үшін компьютерлік модельдеуді қолдана отырып, дизайн тәжірибесі мен математикалық модельдеу негізінде стендтерді жобалауды автоматтандыру - бұл мәселені шешу барысында жобалардың сапасын арттыруға және стенд жасау уақытын қысқартуға, техника-экономикалық тиімділікті арттыруға бағытталған.[1,2,3]

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Мырзахметов Б.А., Крупник Л.А., Султабаев А.Е., Токтамисова С.М. Математическая модель работы струйного насоса в составе скважинной тандемной установки // ГИАБ© Научно-технический журнал. – 2019. - №6. - С. 123-135.
- [2] Мырзахметов Б.А., Султабаев А.Е., Токтамисова С.М., Майкенов Е.Б. Моделирование скважинной тандемной насосной установки для откачки урана при подземном скважинном выщелачивании // Сб.Тр.Межд.научно-практической конф. «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях индустрии 4.0», 14-15 марта 2019г. - Том 1. - С. 421- 426.
- [3] KZ 5318, 2020. Стенд для испытания струйных насосов с регулируемым подпорным насосом // Мырзахметов Б.А., Бейсенов Б.С., Токтамисова С.М., Сарыбаев Е.Е.
- [4] Заявка №2019/0383.1 на патент РК «Струйный насос» (приоритет от 27.05.2019г). Мырзахметов Б.А., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е., Токтамисова С.М.
- [5] Патент на полезную модель № 5318 «Стенд для испытания струйных насосов с регулируемым подпорным насосом» от 05.03.2020. Мырзахметов Б.А., Бейсенов Б.С., Токтамисова С.М., Сарыбаев Е.Е.
- [6] <https://www.krug2000.ru/publications/951.html>
- [7] <https://allbest.ru/k-2c0a65635b2ad68b4d43a88521316d26-1.html>
- [8] <http://www.adastra.ru/apps/news/izvest/>
- [9] <https://owen.ru/project/avtomatizacziya-sistemy-vodosnabzheniya>
- [10] http://www.adastra.ru/apps/news/mini_NPZ_Aktau/
- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=3wgKcUDiHuM>

Применение цифровых систем в автоматизации и информатизации научных исследований и оптимизации использования технологических машин

К.К. Алмурад^{id}, Б. А. Мырзахметов^{id}

Аннотация. В век новых технологий в направлении "Индустрия 4.0" в целях повышения экономической эффективности в крупном производстве интенсивно растет применение технологий, демонстрирующих автоматическую обработку аналоговой и дискретной информации без помощи человека, вычисление и архивирование необходимых графических линий-трендов. Однако их применение в научных исследованиях несколько отстает. Автор статьи на примере системы SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), которая может работать в операторской системе Windows XP, Vista и Windows 7 в процессе автоматизации для исследования параметров тандемного стенда, размещенного на патенте научного руководителя в Университете Сатпаева, демонстрирует возможности и особенности АСУ ТП в современных вузах. Умение работать с безопасными, но близкими к реальности, виртуальными и реальными объектами управления с помощью работы, выполняемой на учебных лабораторных стендах, позволяет узнать основы и новые технологии создания АСУ ТП.

Внутри шкафа управления указаны соединяющего стенд с системой SCADA, указаны: мини-контроллер TBOX Lite, предназначенный для input/output не более 30 точек, реле, типы подключения частотных преобразователей к системе (RS-232, Ethernet) и три ступени.

Ключевые слова: система SCADA, HMI, APM, тандемный насос, АСУ ТП.

Application of digital systems in automation and informatization of scientific research and optimization of the use of technological machines

К.К. Almurad^{id}, B. A. Myrzakhmetov^{id}

Abstract. In the age of new technologies in the direction of "Industry 4.0" in order to increase economic efficiency in large-scale production, the use of technologies demonstrating automatic processing of analog and discrete information without human assistance, calculation and archiving of necessary graphic trend lines is growing intensively. However, their use in scientific research is somewhat lagging behind. The author of the article, using the example of the SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) system, which can work in the Windows XP, Vista and Windows 7 operator system in the automation process to study the parameters of a tandem stand placed on the patent of a scientific supervisor at Satpayev University, demonstrates the capabilities and features of automated control systems in modern universities. The ability to work with safe, but close to reality, virtual and real control objects with the help of work performed on training laboratory stands allows you to learn the basics and new technologies for creating automated control systems.

Inside the control cabinet connecting the stand to the SCADA system, the following are indicated: a TBOX Lite mini controller designed for input/output of no more than 30 points, relays, types of connection of frequency converters to the system (RS-232, Ethernet) and three stages..

Keywords: SCADA system, HMI, ARM, tandem pump, automated control system

МАГИСТРАЛЬДЫ МҰНАЙ-ГАЗ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫСЫНА СТРЕСС-КОРРОЗИЯЛЫҚ ЗАҚЫМДАНУДЫҢ ӘСЕР ЕТУ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

Байғали Е.Б.  Калиев Б.З. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

[*Era_9896@mail.ru](mailto:Era_9896@mail.ru)

Аңдатпа. Коррозиялық крекинг процесінде кернеулердің рөлі құрсаудың созылу кернеулерін тудыратын желідегі жұмыс газының қысымының болуына байланысты. Зертханалық тәжірибелер мен операциялық бақылаулар кернеулердің пайда болуына және мүмкін жарықшақтардың таралу жылдамдығына әсер ететінін көрсетті. Қазіргі уақытта крекингтің пайда болуының шекаралық шарттарын анықтайтын шекті кернеудің (кернеу қарқындылық коэффициенті K_{th}) болуы анық емес. Бұл тәсілдің пайдасына дәлел – жарықшақтардың ядроларының дамуының басталуы үшін шекті жағдайлардың болуы компрессорлық станциялардың «төмен» жағының кіріс құбырларында коррозиялық крекингке байланысты апаттардың болмауы мүмкін. Бұл мақалада Ямбург-Елетц 1 магистральдық газ құбырының крекинг аймағының бүкіл ұзындығына кернеулі коррозия крекинг сызаттарының тереңдігінің тәуелділігі анықталады.

Негізгі сөздер: сұйықтық, өлшеу, коррозия, құбыр, крекинг, ішкі кернеу, сызат, газ, жарықшақ.

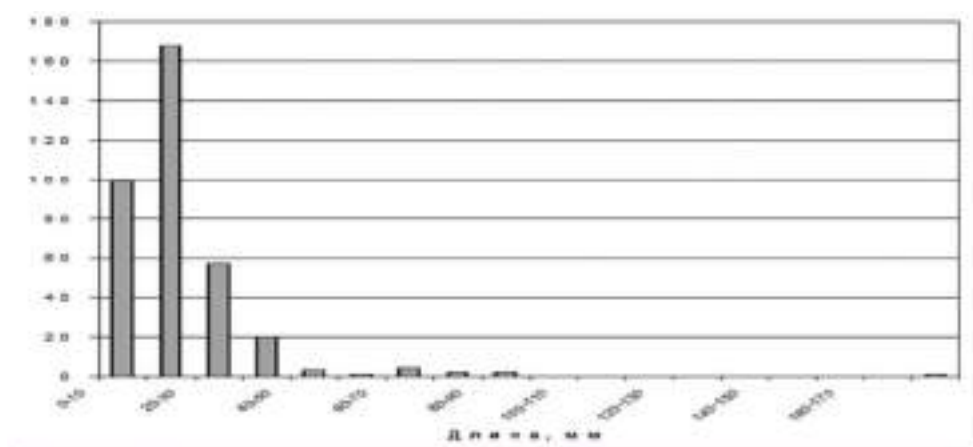
Құбыр болатының коррозиялық крекингі үш шарттың бір мезгілде орындалуының нәтижесі болып табылады: құбыр бетіне белсенді коррозиялық ортаның түсуі, құбыр металының жарылу үрдісі және созылу кернеулерінің болуы. Жер асты электролитінің түрін немесе жер асты газ құбырларының жарылуына ықпал ететін топырақтың түрі мен сипаттамаларын орнату әрекеттерінің үлкен саны бар. Қазіргі уақытта «Газпром» газ құбыры жүйесінде байқалған жарықтар дерлік бейтарап ортадағы жарықтар ретінде жіктеледі ($pH \leq 7$). Сондай-ақ, газ құбырының жарылған жеріндегі ортаның сипаттамалары көбінесе жарылмаған газ құбырының маңындағы ортадан ерекшеленбейтіні белгілі (бірақ бұл мәселеде ортаның бастамалық рөлі күмән тудырмайды) өйткені ондай болмаған жағдайда крекинг дамымайды немесе тоқтайды). Кернеу коррозиясының крекингінің (ККК) пайда болуының тұжырымдалған шарттары бұл процестің мүмкіндігін анықтайды, бірақ олар кернеулі коррозия сызаттарының пайда болуы түрінде бұл мүмкіндікті жүзеге асыру үшін жеткіліксіз; көптеген авторлар газ құбырларының жалпы ұзындығының құбырларының 4% орта есеппен ККК жарықшақтарының белгілері байқалатынын атап өтеді. Сызаттарының болуы, егер апаттық жарылу аймағында жарықтар пайда болса да, олар апаттық жарылыстың себебі болып табылады дегенді білдірмейді. Сондықтан МГ-ның істен шығуының себебі ретінде коррозияны анықтау үшін авариялық үзіліс кезінде анықталатын ККК механизмінің ерекше белгілерін жүйелеу қажет. Бұл жағдайда ККК салдарынан газ құбырының жарылуы құбыр қабырғасының қалыңдығының төмендеуіне байланысты жарықтары бар құбырлардың көтергіштігінің жоғалуы салдарынан газ құбырының механикалық бұзылуын білдіретінін ескеру қажет. крекинг орнында, яғни ақаулы құбырдың механикалық шамадан тыс жүктелуі. Осылайша, ККК механизмінің өзі авариялық жарылу актісімен емес, оның алдындағы оқиғаларда (кернеу-коррозиялы жарықтардың пайда болуы мен өсуі) жүзеге асырылады. Демек, жарылу фактісі бойынша ККК белгілерін анықтау міндеті құбырдың үзілуіне дейін болатын ККК белгілерін анықтауды және ККК сызаттарының пайда болуы мен жыртылуы арасындағы себептік байланысты орнатуды білдіреді.

Құбыр болатының жарылу себептерін анықтау. Авариялық газ құбырын, апат орнын және газ құбырының жарылуы кезінде пайда болған авариялық сынықтың сипатын сипаттайтын алынған ақпараттың жиынтығы газ құбырының болуымен туындаған апаттың жалпы ажырату белгілерін көрсетуге мүмкіндік береді.

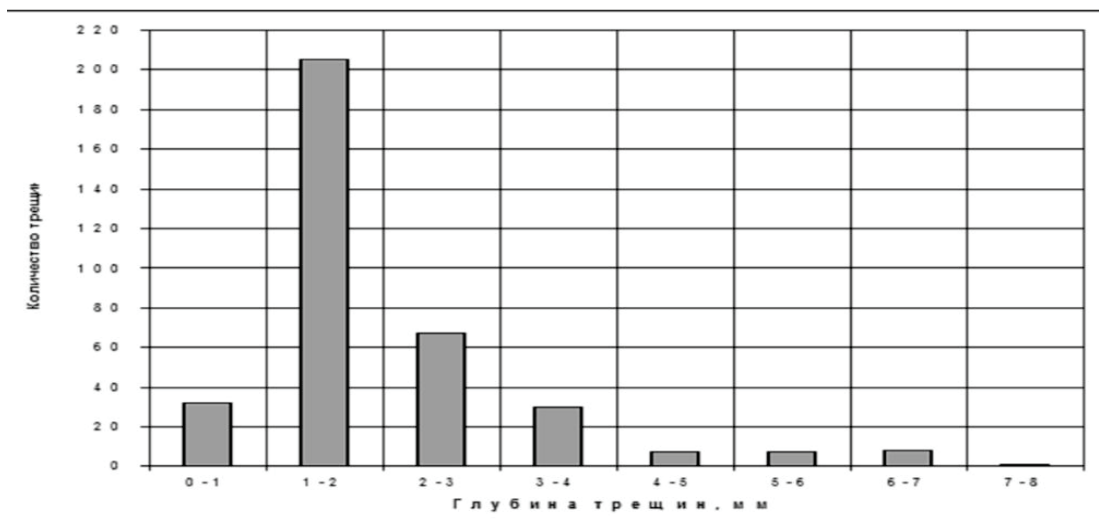
Әдетте, номиналды бақыланатын жұмыс жағдайлары (жұмыс қысымы мен газ температурасы, ЭКС сәйкестігі) сақталған кезде ККК салдарынан авариялық үзілу орын алады; үзіліс ошағы орнында оның үздіксіздігін сақтай отырып, қорғаныш оқшаулағыштың қабаттасуы болуы мүмкін. Крекинг аймағындағы металдың механикалық қасиеттері әрқашан дерлік техникалық сипаттамалардың талаптарына сәйкес келеді, ал ошақты жарықшақтың

өлшемдері жұмыс газының қысымы үшін есептелген мәндерге сәйкес келеді. ККК көрінісі құбыр металының бастапқы механикалық қасиеттерінің өзгеруімен немесе морттанумен бірге жүрмейді [1].

Коррозиялық крекинг кезінде пайда болатын ақау – бұл ұзындығы (100-150) мм-ге дейінгі және тереңдігі бар көп мөлшерде (кейбір жағдайларда бірнеше жүздеген) жалғыз және өзара әрекеттесетін бойлық жартылай эллипстік жарықшақтардан құралған крекинг аймағы (1-сурет, а). құбыр қабырғаларының қалыңдығына сәйкес (1-сурет, б). Жарықтардың тереңдігі олардың бетінің ұзындығының ұлғаюымен өсу үрдісі байқалады (2-сурет). Бұл ретте жалпы крекинг аймағының өлшемі үлкенірек бойлық өлшемге ие болады, кейбір жағдайларда апаттық құбырдың ұзындығына сәйкес келеді, жарықшақтардың максималды тереңдігі крекинг аймағының жалпы ұзындығына тәуелсіз (3-сурет). Жалғыз ККК сызаттарының бойлық бағыттылығымен крекингтің көптүрлілігі газ құбырының қарастырылып отырған коррозиялық-механикалық бұзылуының айрықша белгілерінің бірі болып табылады.



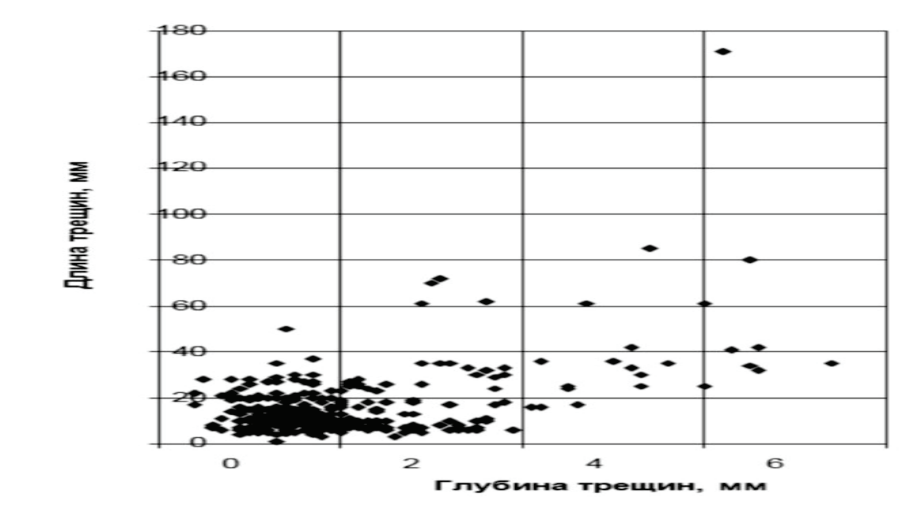
1 Сурет – а - кернеулі-коррозиялы жарықтардың ұзындығы бойынша таралу сипаты



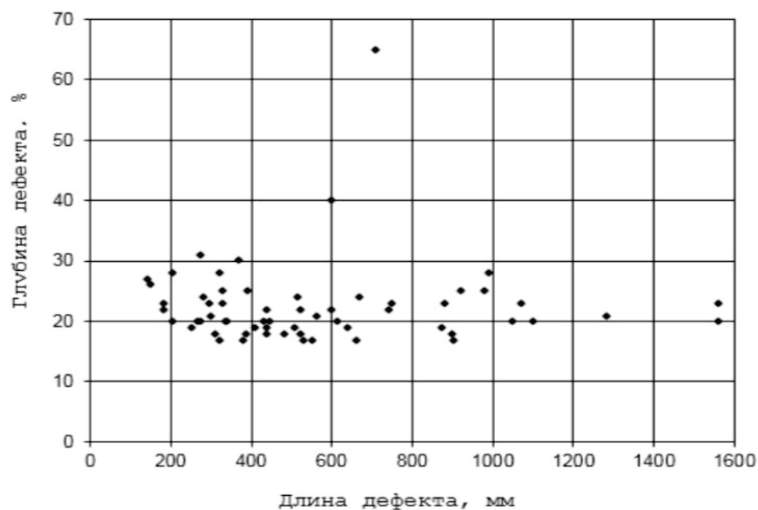
1 Сурет – б -Тереңдікте кернеулі-коррозиялы жарықтардың таралу сипаты

Нәтижелерді талдау. ККК сынуының нақты анықталған аймақтық құрылымы байқалады: макроскопиялық пластикалық деформацияның болмауымен сипатталатын жарықшақтардың тұрақты баяу өсу сатысының болуы (шамамен 1 мм/жыл жылдамдықпен). сынуы) және тотыққан бетінің болуы және құбырдың қысымын төмендетуге әкелетін тұтқыр жыртылу (кесу) сатысының болуы. ККК жарықшаларының тұрақты өсу сатысындағы сыну ККК жарықтарының басым сынғыш өсу бағытын және көршілес жалғыз жарықшақтардың өзара әрекеттесу (біріктіру) белгілерін көрсететін жолақты құрылымға ие [2].

Крекингтің селективтілігі ККК механизмі арқылы газ құбырларының зақымдалуына тән: жарықтар құбырлардың шағын бөлігінде (бір құбырлар) кездеседі және көбінесе бір құбырдың ішінде локализацияланады, құбыр учаскесінің төменгі жартысында орналасқан. бойлық тігіс. ККК сызаттарының болуына байланысты жарылу орнында шұңқырлы коррозия механизмі арқылы бетке таза коррозиялық зақымдану белгілері іс жүзінде жоқ. Құбырдың бетінде ККК белгілерінің және коррозиядан зақымдану механизмдерінің бір мезгілде болуы газ құбырының сыртқы ортасының коррозиялық белсенділігін өзгерту мүмкіндігін көрсетеді. Төрт ақау үшін ККК жарықтарының ұзындығы мен тереңдігі арасындағы байланыс 2-суретте көрсетілген [3].



2 Сурет – Ямбург-Елец 1 газ құбырының төрт ақауы үшін СКҚ жарықтарының ұзындығы мен тереңдігі арасындағы корреляция.



3 Сурет – сызаттарының тереңдігінің желілік диагностика бойынша крекинг аймағының жалпы ұзындығына тәуелділігі. Ямбург-Елец 1 газ құбыры

Қорытындылар. Құбыр металлының беткі қабатындағы ұрық сызықтарының ақауларының (металл емес қосындылар немесе механикалық концентраторлар) орналасуы, олардың саны жұмыс кезінде көбеймейді, болашақ коррозияға ұшырайтын крекинг колонияларының орналасуы мен өлшемін анықтайды, олар бастапқы әдіспен анықталады. Құбырлардың күйі немесе құбыр металлының беткі қабаты. Химиялық немесе механикалық шығу тегі осы концентраторлар болмаған жағдайда жұмыс жағдайында кернеулі-коррозиялы жарықтар пайда болмайды [4].

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Сравнение результатов магнитной и ультразвуковой диагностики газопроводов, подверженных коррозион- ному растрескиванию / Ю. П. Сурков, А. В. Хороших, В. Г. Рыбалко, С. Л. Ваулин // Дефектоскопия. 1997. № 12. С. 49-57.
- [2] Возможные причины избирательности коррозионного растрескивания труб подземных магистральных газо- проводов / Ю. П. Сурков, В. А. Горчаков, Р. А. Садртдинов, В. Г. Рыбалко, Д. В. Новгородов, А. Ю. Сурков // Дефектоскопия. 2005. №6. С. 90-95.
- [3] Диагностика коррозионного растрескивания газопроводов / С. В. Алимов, И. А. Долгов, В. А. Горчаков, А. Ю. Сурков, Ю. П. Сурков, В. Г. Рыбалко. Екатеринбург : Изд-во. Наука УрО РАН, 2004. 84 с.
- [4] Новгород : НОО «Профессиональная наука», 2018. С. 88-133. февраль, 2019 г.
- [5] Буклешев Д. О. Экспериментальное и металло-фрактографическое исследование образования и роста корро- зионных трещин под напряжением в сварных элементах магистральных трубопроводов / Д. О. Буклешев // Энергоэффективность как индикатор научно-технического и экономического потенциала общества. Нижний
- [6] Буклешев Д. О., Яговкин Н. Г. Экспериментальное моделирование коррозии околошовных зон трубопрово- дов при наличии внутренних напряжений / Д. О. Буклешев, Н. Г. Яговкин // Трубопроводный Транспорт.

Исследование параметров влияния стрессовых и коррозионных повреждений на работу магистральных нефтегазопроводов

Е.Б.Байгали , Калиев Б.З. 

Аннотация: Коррозия и стресс - коррозионные процессы в магистральных газопроводах, обнаружение и оценка параметров неисправности с помощью сканера. Анализ причин аварий на нефте- и газопроводах показывает преобладание коррозионного фактора. Наиболее распространенными причинами появления трещин являются поверхностные дефекты. В связи с трудностями экспериментального и теоретического исследования закономерности развития непроницаемых поверхностных трещин до конца не изучены, поэтому изучение кинетики разрушения поверхностных трещин представляет теоретический и практический интерес. Ключевые слова: жидкость, измерение, коррозия, труба, растрескивание, внутреннее напряжение, царапина, газ, трещина.

Ключевые слова: жидкость, измерение, коррозия, труба, растрескивание, внутреннее напряжение, царапина, газ, трещина.

Investigation of the parameters of the influence of stress and corrosion damage on the operation of main oil and gas pipelines

E.B. Baigali , B.Z.Kaliyev 

Abstract: The role of stresses in the process of corrosion cracking depends on the presence of working gas pressure in the network, causing tensile stresses of the cage. Laboratory experiments and operational observations have shown that the occurrence of stresses and the rate of propagation of possible cracks is affected. It is currently unclear whether there is a limiting stress (stress intensity coefficient K_{th}) that determines the boundary conditions for the occurrence of cracks. The proof in favor of this approach is the presence of limiting conditions for the beginning of the development of crack cores, the absence of accidents due to corrosion cracking on the inlet pipes of the "low" side of compressor stations. This article reveals the dependence of the depth of stress corrosion cracking cracks along the entire length of the cracking zone of the Yamburg-Eletz 1 main gas pipeline.

Keywords: fluid, measurement, corrosion, pipe, cracking, internal stress, scratch, gas, crack.

ЦНС-300 СЕКЦИЯЛЫ Ортадан тепкіш сорабы

Бақытжан М.Қ., Утегенова А.Е.

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

E-mail: magjan1998@gmail.com

Аңдатпа. Елдің отын-энергетикалық базасын дамыту міндеттерін шешуде мұнай және газ өнеркәсібі жетекші орын алады. Жыл сайын мұнай өндіру өнеркәсібі жаңа, неғұрлым заманауи жабдықтармен жарактандырылады. Техникалық қайта жарактандырудың негізгі бағыты ғылым мен техниканың қазіргі заманғы жетістіктерін өндіріске кеңінен енгізу болып табылады.

Мұнай өндіру өнеркәсібінің ерекшелігі – мұнай өндіру көлемінің ұлғаюы резервтелген ұңғымаларды пайдалануға беру және жұмыс істемейтін ұңғымалар қорын қалпына келтіру арқылы жүзеге асырылады. Жұмысты талдау негізінде ЦНС-300 сорғыларының тез тозатын бөліктері сорғылардың істен шығуына әсер етеді деп қорытынды жасауға болады: ротордың бөліктері, түсіру түйіндері және мойынтірек түйіндері. Атап айтқанда: түсіру сақиналары, білік жейдесі, ротор гайкасы, сальниктің втулка, мойынтіректер, артқы кронштейн, алдыңғы кронштейн.

Негізгі сөздер: мұнай, сорғы, мойынтірек, түйін, сенімділік.

Сорғы – механикалық жетек энергиясын сорылатын сұйықтық ағынының энергиясына айналдыратын, барлық түрдегі сұйықтықтардың қысымын, сұйықтықтың қатты және коллоидты заттармен немесе сұйытылған газдармен механикалық қоспасын жылжытуға және құруға қызмет ететін гидравликалық машина. Айта кету керек, айдау және газ қысымын жасау машиналары бөлек топтарға бөлініп, желдеткіштер мен компрессорлар деп аталды. Сорғы мен құбырдағы сұйықтық қысымының айырмашылығы оның қозғалуына әкеледі. ЦНС 300-120...600 көп сатылы секциялық орталықтан тепкіш сорғылар мұнайға қаныққан және тауарлық мұнайды кәсіпшілік жинау, дайындау және тасымалдау жүйелерінде 274 К (1° С)-ден 318 К (45°С) дейінгі температурамен айдауға арналған. Мойынтіректерді мәжбүрлеп салқындату жүйесі (Башта 1982) қолданылған жағдайда 333 К (60° С) дейінгі температурамен мұнай айдауға жол береді.

Талқылау. Негізгі ақаулар мен ақаулардың себептерін талдау 1, 2, 3 кестелерде ЦНС-300 сорғысының сипаттамалары мен оларды жою әдістері көрсетілген.



1 Сурет – ЦНС-300 типті сорғы жабдығының аналогы

1 Кесте – Негізгі ақаулар және жою әдістері

Ақаулықтың атауы	Ықтимал себеп	Жою әдісі
Сорғы атмосферадан төмен қысым кезінде сұйықтықты бермейді.	Сорғы мен сору құбыры іске қосылмас бұрын сұйықтықпен толтырылмаған. Ауа сору құбырының қосылыстарындағы тығындар арқылы сорылады. Бұл ретте вакуумметр көрсеткіштерінің 0,2 м-ден жоғары ауытқуы	Қозғалтқышты өшіріп, сорғы мен сору құбырын толтырыңыз. Сору қақпағындағы барлық қосылыстарды тексеріп, қажет болған жағдайда оларды тартыңыз.
Сорғы қысымды дамытпайды.	Жұмыс дөңгелектерінің тығыздағыштарындағы алшақтық 1 мм-ден асады.	Корпустарды ысырып, жөндеу втулкаларын салыңыз.
Сорғының дірілінің жоғарылауы.	Электрқозғалтқышын сорғымен дұрыс емес орталықтандыру.	Сорғыны орталықтандырыңыз.
Сорғының тірек табандарындағы діріл 0,05 мм-ден асады.	Мойынтірек тозған.	Мойынтіректі ауыстырыңыз.
Сорылатын сұйықтықтың 6%-дан астамы ағызу түтігі арқылы өтеді.	Тозу нәтижесінде дроссельдік алшақтық артып, втулка тозады.	Втулканы ауыстырыңыз, құю қақпағын шешіңіз және жөндеу втулкасын салыңыз.

2 Кесте – Құрастыру бірліктерінің істен шығу критерийлері

Құрастыру бірлігінің атауы (бөлшектер)	Сәтсіздік критерийлері
Ротордың тірек тораптары Дистанционды втулка	Мойынтіректердің бұзылуы Сорғы қысымды дамытпайды

3 Кесте – Құрастыру бірлігінің шекті жай-күйінің өлшемдері

Құрастыру бірлігінің атауы (бөлшектер)	Шекті күйлердің өлшемдері
Ротордың тірек тораптары Диск және гидропята сақинасы Дистанционды втулка, тығыздаушы сақиналар, жұмыс дөңгелектері	Мойынтіректердің бұзылуы Ротордың сору жағына 3 мм дейін кетуі Пайдалану шарттары бойынша талап етілетін ең аз мәнге дейін арынды төмендету, бірақ 10% кем емес

Сарапшылардың сауалнамасы бойынша сорғылардың істен шығуына әсер ететін негізгі себептер түсіру сақиналарының тозуы болып табылады, нәтижесінде саңылаулы тығыздағыштардың істен шығуына және сорғының өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. Мойынтіректердің тозуы және кронштейндердегі қону ұяларының тозуы сорғының дірілін арттырады, бұл олардың мерзімінен бұрын істен шығуына әкеледі. Біліктің жейдесі мен ротор гайкасының жұмыс беттерін абразиялау сорғының қажетті тығыздығын қамтамасыз ете алмауына әкеледі. Егер ротордың гайкасын ППР жүргізу кезінде ауыстыруға болатын болса, онда білік жейдесін тек күрделі жөндеу кезінде өзгертуге болады, бұл сорғының қызмет ету мерзіміне де әсер етеді.

Жұмысты талдау негізінде ЦНС-300 сорғыларының тез тозатын бөліктері сорғылардың істен шығуына әсер етеді деп қорытынды жасауға болады: ротордың бөліктері, түсіру түйіндері және мойынтірек түйіндері. Атап айтқанда: түсіру сақиналары, білік жейдесі, ротор гайкасы, сальниктің втулка, мойынтіректер, артқы кронштейн, алдыңғы кронштейн.

Біз тірек механизмінің мәселесін және осы сайтты жаңарту қажеттілігін талдаймыз. Қабылдау және артқы кронштейннің мойынтірек камерасының ішіндегі жылжымалы мойынтіректің тозуының негізгі мәселесі сорғы қондырғысын дұрыс емес орталықтандыру болып табылады. Серпімді жең саусақ муфтасын орнатқан кезде қозғалтқыш білігі мен сорғы білігінің 0,05 мм дейінгі аралықта, түйіннің бұзылуына әсер етпейтін шекті көрсеткіші 4,5 мм/сек тең болуы керек [1]. Егер сақталмаса, тозу дірілге байланысты пайда болады, ол мойынтіректен басқа, басқа біріктірілген бөліктер мен механизмдерді бұзуы мүмкін. Тозудың келесі себебі-сорылатын орта камераның ішіне енуі мүмкін. Бұл орта агрессивті, оның мойынтірек камерасына түсуі коррозияны тездетеді, нәтижесінде мойынтіректің коррозиялық тозуы пайда болады, ол мойынтіректің қызуымен және сорғы қондырғысының кептелуімен бірге жүреді. Кептелу, өз кезегінде, гидравликалық соққыға әкеледі және сорғының гидравликалық соққыдан дұрыс қорғалмағаны сынуға және құрылғыны жөндеуге және қалпына келтіруге көп уақыт жоғалтуға әкеледі, сонымен қатар технологиялық процестің бұзылуы немесе апаттың болуы мүмкін. Жиі тозу және мойынтіректерді ауыстыру білікке, жең мен сорғы кронштейндеріне қонудың тозуына әкеледі. Жылжымалы мойынтіректерді мезгіл-мезгіл майлау керек. Оларды арнайы материалдан сырғанау мойынтіректерімен ауыстыру, әрі қарай қарастырылатын болады, сорғыны ағымдағы жөндеу уақытын қысқартуға көмектеседі. Жылжымалы мойынтіректерден айырмашылығы, сырғанау мойынтіректері жоғары көтеру қабілетіне ие. Сырғымалы мойынтіректер ротордың тербелістерін жиіліктердің кең спектрінде азайтуға және діріл сипаттамаларын жақсартуға мүмкіндік береді. Сорғының штаттық тірек торабын ұсынылатын сырғанау торабына ауыстыру есебінен діріл деңгейі төмендейді [2].

Мойынтіректердің істен шығуын диагностикалау номиналды температурадан (ең жоғары қыздыру температурасы 80 градус) температураның өзгеруін көрсететін температура датчиктерімен жүзеге асырылуы тиіс, автоматтандыру құралдары болмаған кезде тірек торабының қызуын пайдаланушы персонал тексеруі қажет. Температура өзгерген кезде, подшипник камерасының қыздыру себебін жойғанға дейін сорғыны одан әрі пайдалануға тыйым салынады және одан әрі шаралар қабылдау үшін тікелей басшыға хабарлаңыз. Сондай-ақ, сапалы жоспарлы жөндеу жұмыстарын жүргізу және өндіруші ұсынған майлау материалдарын ғана пайдалану қажет. Майлау оған басқа бөлшектердің (құм, металл жаңқалары) түспеуін қамтамасыз ететін металл ыдыста сақталуы тиіс (Дунаев, 1984).

Сальникті тығыздағыштар мәселесі. Айналымалы білік пен бекітілген бөліктер арасындағы саңылаулардың тығыздығын тығыздағыш толтыру қамтамасыз етеді. Негізінен кәсіпорындарда графит және асбест қаптамалары қолданылады. Тығыздағыштар тозған кезде, ротордың 19 гайкасы немесе біліктің 15 жейдесі тозған кезде, сорылатын сұйықтық ағып кетеді, осылайша сорғының көлемдік тиімділігі төмендейді. Ағынды сұйықтықтың рұқсат етілген мөлшері сағатына 5 литр. Тығыздаманың жеңі істен шығуы мүмкін, оған агрессивті сорылатын орта да түсуі мүмкін, нәтижесінде жең тығыздағыштарының тығыздалған элементі жаңғақтармен қысылған фланецтен шығады. Барлық бөлшектер мен компоненттер сияқты, тығыздалған фланецтің түйреуіштері коррозиялық тозуға ұшырайды. Бұrandаны бұзған кезде сорғыны жөндеу процесі көп уақытты қажет етеді, көп уақытты жоғалтады. Сондай-ақ, майлы тығыздағыштың негізгі проблемасы-оны дұрыс орнатпаған кезде абразивтердің (құм, кір) толтыру бетіне түсуі. Соңғы тығыздағышты орнату мәселені шеше алады, оның артықшылығы жылжымалы және бекітілген графит сақинасының жұпымен жұмыс істейді. Бұл элементтер ағып кетуге жол бермейді және саңылауларды мықтап жабады [3]. ЦНС маркалы сорғылардың кемшіліктерін зерттеу негізінде А.С. №22149 f16j 15/00 патентін 16.09.90 ж. №4852252/29 өтінімі бойынша қолдануға болады.

Бұл бөлшектердің түрлерінің тез тозуының себептерін жою мүмкін емес, мысалы:

сорылатын шикі мұнайдың газдануы, майлы тығыздағыштардың үйкеліс жағдайлары және т. б.-Бұл мақалада тірек-тығыздағышты жаңарту, Соңғы тығыздағышты орнату және радиалды мойынтіректерді жылжымалы подшипникке ауыстыру мүмкіндігі ұсынылады. оның дизайнында ең әлсіз түйіндер мен бөлшектерді болдырмайды сорғы [4].

Осы мақаланың негізгі проблемаларынан басқа, сорғы қондырғысының дұрыс жұмыс істемеуіне байланысты түсіру құрылғысының істен шығуын атап өтуге болады. Көбінесе жұп сақина мен гидопяттың дискісі істен шығады. Сорғы жұмыс істеп тұрған кезде білікке әсер ететін осьтік күш оны қабылдау және беру желілеріндегі (разряд аймағы) қысым айырмашылығына байланысты оны қабылдау жағына жылжытуға тырысады. Біліктің қозғалғыштығының тепе-теңдігі жоғарыда аталған Дик пен сақинадан тұратын түсіру құрылғысын саңылаулы саңылау мен ондағы жұмыс ортасын қамтамасыз етеді, оның артық мөлшері түсіру түтігі арқылы сорғы қондырғысының қабылдау желісіне кері жіберіледі, сорылатын ортаның осы айналымына байланысты сорғының гидравликалық тиімділігі аз санға азаяды, өйткені жұмыс ортасы айналады, осылайша жұмыс ортасы айналады. сорғы "өзі үшін" шағын бөлігінде жұмыс істейді. Диск құйма немесе құрастырмалы болуы мүмкін, оның орнына жауап сақинасымен байланыс орнының жұмыс беті ауыстырылады. Қарастырылып отырған элементтер жұбының беттерінің тозуы олар тікелей байланыста болған кезде пайда болады, яғни сорғының сору сызығында қабылдау жетіспеген кезде, білікті сору бағытына жылжытатын үлкен разряд ортасы пайда болады, осылайша білікке бекітілген хабқа сұйықтықпен белгіленген алшақтықты айналып өтіп, түсіру дискісі бар ротордың гайкасымен отырғызылған гидропят дискісі пайда болады. Бұл мәселе туындаған жағдайда диск пен сақина олардың арасында пайда болған үйкеліс салдарынан тозады. Сорғы қондырғысының құрамына жоғары айналмалы электр қозғалтқыштары кіреді, яғни сақина мен диск буының беттерінің тозуы тез жүруі мүмкін. Аталған элементтерді өңдеу арқылы қалпына келтіруге болады. Токарлық станокта тозған бетті өңдеу керек. Егер жиналмалы диск болса, гидропят тозған сақинаны ауыстыруы керек.

Түсіру құрылғысын жөндеу процесі көп уақытты қажет етеді және көп уақытты алады. Құрылғы тозған кезде жөндеу кезінде құрылғыны пайдаланудан шығару, электр тізбегін бөлшектеу, штепсельдерді орнату, бұмен пісіру және сорғыны ағызу қажет. Буды алу үшін мойынтіректі тартқышпен алып тастау керек, кронштейнді алып тастаңыз, ротордың гайкасын алыңыз. Түсіру құрылғысын жөндеуден және қайта орнатқаннан кейін, ЦНС-300 типті сорғылар үшін 6-8 мм болуы керек орталық аралықты орнату керек. Тозуды болдырмау үшін ағымдағы жөндеу жұмыстарын уақтылы жүргізу және сорғыны дұрыс пайдалану қажет [5].

Қорытынды. Паспорттық мәліметтер мен жабдықты мұнайды дайындау және тасымалдау объектілерінде практикалық қолдану негізінде ЦНС-300 типті сорғылар дизайнның қарапайымдылығына байланысты кең таралды, атап айтқанда, бұл сыни түйіндердің ең аз санына және жылжымалы подшипниктер түрінде тірек жұптарын қолдануға байланысты. Бірақ, дизайнның қарапайымдылығына қарамастан, біліктің Шығыс ұштарын азайту, жылжымалы подшипниктері бар тірек блоктарын орнату және соңғы тығыздағыштар арқылы жабдықтың негізгі дизайнын өзгерту арқылы шешілуі керек бірқатар мәселелер бар. Қазіргі уақытта Қазақстанның батыс бөлігінде сорғылардың осы дизайнын нормативтік құжаттаманың талаптарына қайшы келмейтін сенімділік талаптарына сәйкес модернизациялайтын бірқатар ұйымдар бар [6].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Абдурашитов және т.ю., 1974 – Абдурашитов С.А., Тупиченков А.А. және т.б. сорғылар және компрессорлар. М., Жер қойнауы, 1974, 296 б.

[2] Башта, 1982 – Башта Т. М. Гидравлика, гидравликалық машиналар және гидравликалық жетектер. М., Машина жасау, 1982, 422 Б.

[3] МЕСТ ИСО 10816-1-97 – МЕСТ ИСО 10816-1-97 діріл. Машиналардың жай-күйін бақылау айналмайтын бөліктердегі дірілді өлшеу нәтижелері бойынша. I Бөлім.

[4] МЕСТ Р 54806-2011 (ИСО 9905:1994) – МЕСТ Р 54806-2011 (ИСО 9905:1994). Сорғылар орталықтан тепкіш. Техникалық талаптар. I Класс.

[5] Дунаев, Леликов, 1984 – Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Машина бөлшектері. М.; Жоғары мектеп, 1984. 336 б.

[6] Касаткин, 1990 – Касаткин А.П. орталықтан тепкіш сорғылардың тірек-тығыздағыш торабы.

Центробежный насос секционный ЦНС-300

Бақытжан М.Қ. , **Утегенова А.Е.** 

Аннотация. Нефтегазовая промышленность занимает ведущее место в решении задач развития топливно-энергетической базы страны. Ежегодно нефтедобывающая промышленность оснащается новым, более современным оборудованием. Основным направлением технического перевооружения является широкое внедрение в производство современных достижений науки и техники.

Особенностью нефтедобывающей промышленности является то, что увеличение объемов добычи нефти осуществляется за счет ввода в эксплуатацию резервированных скважин и восстановления фонда неработающих скважин. На основании анализа работы можно сделать вывод, что на отказ насосов влияют быстроизнашивающиеся детали насосов ЦНС-300: детали Ротора, узлы разгрузки и узлы подшипника. А именно: разгрузочные кольца, втулка вала, гайка Ротора, втулка сальника, подшипник, задний кронштейн, передний кронштейн.

Ключевые слова: масло, насос, подшипник, узел, надежность.

Centrifugal multistage pump CMP-300

M.K.Bakytzhan , **A.E.Utegenova** 

Abstract. The oil and gas industry occupies a leading position in solving the tasks of developing the country's fuel and energy base. Every year, the oil production industry is equipped with new, more modern equipment. The main direction of Technical re-equipment is the widespread introduction of modern achievements of Science and technology into production.

A special feature of the oil production industry is that the increase in oil production is carried out by putting into operation reserved wells and restoring the reserves of non – functioning Wells. Based on the analysis of the work, we can conclude that the failure of the pumps is affected by the wear-resistant parts of the CNS-300 pumps: rotor parts, discharge nodes and bearing nodes. Namely: discharge rings, shaft sleeve, rotor nut, oil seal bushing, bearings, rear bracket, front bracket.

Keywords: oil, pump, bearing, node, reliability.

БАҒЫТТАП БҰРҒЫЛАУДАҒЫ ТУРБОБУРАЛАР

Н. А. Бахытжанов Карманов Т.Д.

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

Aseriesa.599@gmail.com

Аннотация. Мұнай-газ және газ конденсаты кен орындарын игеруде қазіргі заманғы бұрғылау бағыттап бұрғылау әдістерінсіз мүмкін емес, өйткені қазіргі уақытта өндіруші ұңғымалардың негізгі түрі көлденең және күрделі профильді учаскелері орналасқан тік-көлденең, тармақталған күрделі профильді оқпандар болып табылады. Мұнай және газ қабаттарының шегінде олардың мұнай мен газды алу және өндіру қарқынын арттыру. Сондықтан қазіргі уақытта ұңғыманы салу кезінде ұңғыма оқпанын тіктен көлбеу және көлденеңге ауыстыру кезінде күрделі ұңғыма траекториясын қамтамасыз ету, содан кейін ұңғыманың шегінде бағытты үнемі түзету бойынша жұмыстардың айтарлықтай көлемін арнайы жұмыс алады. Телеметриялық технологияларды арқасында қажетті траекторияны өзгерте отырып көміртек қоймасына жетуге мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: турбобұрғы, турбиналық бұрғылау, MWD, қашау, телеметрия.

Кезінде турбиналық бұрғылаудың арқасында бұрғылаудың жаңа тиімді әдістері жасалды - ұңғымаларды бағыттап бұрғылау және қуысты ұңғымаларды салу. Бұл бұрғылаудың басқа түрлерімен салыстырғанда айтарлықтай аз шығынмен және уақытпен мұнай және газ кен орындарын өнеркәсіптік игеруге мүмкіндік берді.

Заманауи бұрандалы қозғалтқыштарда май толтырылған мойынтіректері бар үш конусты қашаулардың тиімді жұмысын қамтамасыз ететін қолайлы энергетикалық сипаттама ғана емес, сонымен қатар олардың қысқа ұзындығына байланысты ықшам геометрияға ие бұрғылау тізбегінің төменгі бөлігінің орналасуы (5-7м артық емес) және корпустың қысқартылған диаметрі. Бұл бұрандалы қозғалтқыштары бар импорттық немесе MWD (Бұрғылау кезінде өлшеу) жүйелерін қолдануға мүмкіндік береді, оларсыз бағытталған ұңғымаларды сәтті және сапалы бұрғылау бүгінгі күні мүмкін емес [1].

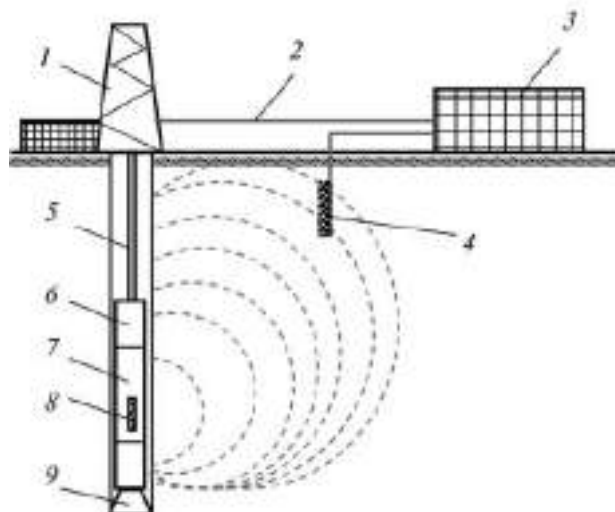
MWD негізінен азимут және төмен деректер нүктелері болып табылады. Бұл деректер ұңғыманың өлшенген тереңдігімен біріктіріліп, ұңғыма оқпанының 3D схемасын құруға мүмкіндік береді. Тек көлбеу қызмет көрсету тек көлбеу қажет болатын тік ұңғымаларға арналған болады. Бұл деректер нақты уақыт режимінде қызмет көрсетуші компания пайдаланатын технологияға негізделген беру жүйесі арқылы жіберіледі: электромагниттік (3-сурет), сымдық, оң немесе теріс импульстік телеметрия және т.б.

Бұрғылау кезінде бұрғылауыштың жағдайын, ұңғыма оқпанының түптік параметрлерін бақылаудың қазіргі заманғы телеметриялық жүйелері (оның ішінде бұрғылау режимін басқару құрылғылары) мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау саласындағы ғылыми-техникалық прогреске айтарлықтай серпін береді. Қазіргі уақытта телеметриялық басқару жүйелері әдістемелік, математикалық және бағдарламалық қамтамасыз етумен үйлесімде технологтарға олардың жұмыс әдістерін түбегейлі өзгерте отырып, бұрын-соңды болмаған мүмкіндіктер берді.

Гидравликалық байланыс арнасы бар «Гео» компаниялар тобының «Корвет» ұңғымалық телеметриялық жүйесі бұрғылау бағытын және ұңғыма учаскесінің литологиялық бөлінуін бақылау мақсатында бұрғылау кезінде өлшеуге арналған (1-сурет).

Осыған байланысты турбобұрғыға, сондай-ақ ұңғыма қозғалтқышына қойылатын функционалдық талаптарда олардың қуат құрамдас бөлігінен (моментті момент, айналу жылдамдығы, бұрғылау ерітіндісінің берілген шығынындағы қысымның төмендеуі) қосымша геометриялық құрамдас болуы керек [2].

Біздің елде қашау және турбобұрғылар көп жағдайда белгілі шетелдік ұсыныстарға сәйкес келмейді. Мәселен, мысалы, тек біздің елімізде диаметрі 215,9 мм, тіпті 214,3 мм болатын қашаулары бар диаметрі 195 мм турбобұрғылар мен бұрандалар қозғалтқыштары кеңінен қолданылады. Бұл ережеге ұңғыма оқпанының орнықтылығында ерекше проблемалар болмаған жағдайда ғана рұқсат етіледі. Бірақ, мысалы, терең және ультра терең ұңғымаларды бұрғылау үшін турбобұрғыларды пайдалану кезінде оны қайта қарау қажет.



1 - бұрғылау қондырғысы; 2 - байланыс кабелі; 3 — ДК-ден басқару панелі; 4 - жерге қосу антеннасы;
5 - бұрғылау құбырлары; 6 - қуат блогының схемасы; 7 – электронды орналасу блогы;
8 - электромагниттік толқындардың көзі; 9 – қашау
1-сурет. Телеметриялық жүйенің электромагниттік байланыс арнасының схемасы



1 - жерүсті жабдықтары; 2 - телеметриялық ұңғыма зонды.
2-сурет. «Корвет» ұңғымалық телеметриялық жүйесі



3-сурет. Корветте телеметриялық жүйе операторының дисплейі: ұңғыманың азимуттық бұрышының ағымдағы мәндері көрсетілген - 247°, ұңғыманың зениттік бұрышы - 45° және ұңғыманың тереңдігі - 1568 м

Осыған байланысты, осы мәселені зерттеудегі өзекті бағыт диаметрі 215,9 мм биттермен жұмыс істеу үшін 185 және 178 мм DSM құру, сондай-ақ диаметрі 222,3 мм биттері бар 195 мм DSM пайдалану болып табылады. Ғалым бұл мәселені зерттеу бағытты ұңғымаларды бұрғылау технологиясының талаптарын ескере отырып жүргізілуі керектігін айтады.

Әр түрлі қашау диаметрі бар конфигурациядағы шағын диаметрлі турбобұрғылар оның корпусында ауыстырылатын орталықтандыру элементтерін және MWD элементтерін қажетті жерлерде орнату мүмкіндігін қамтамасыз етуге, сонымен қатар ұңғыма траекториясын жүйелі түрде өлшеу мүмкіндігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. бұрғылау құралын көтермей.

Сериялық турбобұрғы ұзындығын қысқарту сәйкесінше сатылар санына және турбобұрғы сипаттамаларын анықтайтын секциялар санына байланысты. Бұл салада бағытты бұрғылауда қажетті энергия өнімділігін қамтамасыз ету үшін тісті турбобұрғыларды дамыту кең мүмкіндіктер береді.

Қазіргі уақытта беріліс қорабы бар TPM-195 редукторлы турбобұрғы осьтік тіректер бөлек блоктарға (аралық және төменгі шпиндель түрінде) орналастырылған редукторлы турбобұрғылардың ең кең таралған конструкциясы болып табылады. Ол негізінен ЗТСШ-195 және А7Ш сериялы турбобұрғыларының стандартты турбиналық секцияларымен құрастырылады. TR2-120FL, TR3-120T, TR2-120G және TR3-120G типті редукторлы турбобұрғылар да роликті конусты және тіреусіз қашаулары бар көлбеу және көлденең ұңғымаларды бұрғылауға арналған. Турбобұрғылар турбиналық беріліс пен шпиндель секцияларының арасына орнатылған қисық подборниктермен жабдықталған.

Сондай-ақ, турбиналық бұрғылау әдісі нығыздалмаған тіректер мен тіреусіз типті қашаулары бар үш конустық қашауларды өте тиімді өндеуге мүмкіндік береді, бұл нақты геологиялық жағдайлары бар кен орындарын бұрғылау үшін өте қолайлы. Бірақ конструкциясы, энергетикалық және эксплуатациялық сипаттамалары ұңғымаларды бұрғылаудың осы ең озық әдісінің талаптарына толық жауап беретін турбоалмас бұрғылауға арналған турбобұрғылар әлі жоқ. Мұндай турбобұрғыларды жасау турбиналық бұрғылау әлеуетін айтарлықтай арттырады [3].

Сериялық турбобұрғыларды модернизациялауда осы мәселелерді жан-жақты зерттеу ғана турбобұрғыларды жобалаудың жаңа бағыты пайда болғанға дейін бағытталған бұрғылауда турбиналық әдісті одан әрі дамытуды қамтамасыз ететінін атап өткен жөн.

Орталау элементтері мен MWD жүйелерін қолдану және қашаулардың түрі мен диаметрін ұтымды таңдау арқылы шағын диаметрлі, атап айтқанда диаметрі 185 мм және 178 мм жаңа сериялы редукторлы турбобұрғыны зерттеу және жобалау мәселесі. турбиналық бұрғылау үшін жаңа мүмкіндіктер мен перспективаларды ашады және бұрандалы ұңғыма қозғалтқыштарымен бәсекелеседі.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Симонянц С.Л. Бурение скважин гидравлическими забойными двигателями: учебное пособие. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2018. – 208 с.
- [2] Симонянц С.Л. Проверенный временем. К 90-летию создания и внедрения турбинного способа бурения // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2014. – № 3. – С. 2–6.
- [3] Симонянц С.Л. Турбобур и винтовой забойный двигатель: диалектика развития // Доклад на Российской нефтегазовой технической конференции и выставке, SPE-182147-RU. – М., 2016. – 16 с.

Турбобуры в наклонно направленном бурении

Н. А. Бахытжанов ☉ Карманов Т.Д. ☉

Аннотация. Разработка нефтегазоконденсатных месторождений невозможна без современных методов наклонно-направленного бурения, так как в настоящее время основным типом добывающих скважин являются вертикально-горизонтальные, разветвленные скважины сложного профиля с горизонтальными и сложными профилями секций. Увеличение темпов добычи и добычи нефти и газа в пределах нефтегазоносных пластов. Поэтому в настоящее время требуется значительный объем работ

по обеспечению сложной траектории скважины при вертикальном и горизонтальном смещении ствола скважины при строительстве скважины, а затем по постоянной корректировке направления внутри скважины. Благодаря технологии телеметрии можно добраться до хранилища углерода, изменив требуемую траекторию.

Ключевые слова: турбобур, турбинное бурение, MWD, долото, телеметрия.

Turbodrills in directional drilling

N. A. Bakhytzhano  **T.D.Karmanov** 

Abstract: Development of oil and gas condensate fields is impossible without modern methods of inclined-directional drilling, as in the current period of the main type of extraction wells are vertical, horizontal and horizontal wells. Increase in the rates of extraction and extraction of oil and gas in the form of oil and gas formations. Therefore, at this time, a significant amount of work is required to ensure a complex trajectory of the wells in the vertical and horizontal displacement of the well during the construction of the well, and then drill a permanent well. Thanks to telemetry technology, it is possible to get to the carbon storage, changing the required trajectory.

Keywords: turbodrill, turbine drilling, MWD, bit, telemetry.

ОБЗОР КОМПОНЕНТОВ ШТАНГОВЫХ НАСОСОВ, ДИАГНОСТИКА, А ТАКЖЕ ОБЩИЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕРЫ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ

Д.Е. Балгаев^{id}, С.А. Заурбеков^{id}, Жумадилова А.С.^{id}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

dos_mjk@mail.ru

Аннотация. В этой статье представлены обновленные всеобъемлющий обзор компонентов штанговых насосов, методов диагностики и распространенных отказов, возникающих в полевых условиях, а также способов предотвращения и смягчения последствий этих отказов. На основе проведенного обзора была введена новая классификация всех методов, которые могут подпадать под технологию штангового насоса, основанная на недавно внедренных в отрасли методах штангового насоса. В этой статье также обсуждаются несколько полевых примеров из скважин по всему миру, чтобы выделить некоторые из основных характеристик штанговых насосов. на основе обновленного обзора упоминаются преимущества и ограничения штанговых насосов. Результаты этого исследования могут помочь лучше понять различные штанговые насосы и обеспечить целостное представление о штанговом насосе, его свойствах и моделировании.

Ключевые слова: скважина, штанговые насосы, основные неисправности, механические неисправности, эксплуатационные неисправности.

Штанговые насосы включают широкий спектр методов искусственного подъема. С развитием технологий количество методов искусственного подъема, подпадающих под классификацию присоски, увеличилось. Эти методы используются для увеличения нефтеотдачи из скважин с относительно низким дебитом, которые добывают сырую нефть средней и тяжелой степени с умеренным содержанием газа и твердых частиц. Штанговые насосы широко используются в промышленности благодаря их многочисленным преимуществам, включая относительно низкую стоимость, хорошо зарекомендовавшую себя технологию, доступность и широкий диапазон применения.

Был проведен экспериментальный и полевой анализ штанговых насосов для оценки важности некоторых факторов, влияющих на производительность и отказ штанги. Представлены результаты испытаний с использованием модели штангового насоса в лаборатории, чтобы предоставить информацию об измерении динамического и статического трения насоса. Одной из основных затрат во время производства являются затраты на подъем. Его следует оптимизировать за счет минимизации времени простоя и повышения эффективности насоса за счет снижения потерь. Насосная штанга для наклонных скважин может быть выполнена с использованием обычных моделей вертикальных скважин, может привести к серьезным ошибкам. Рассмотрены влияние газа на штанговые насосы и обнаружены, что они обладают преимуществами, заключающимися в том, что они выдерживают добычу газа без повреждения самого насоса, однако общая объемная эффективность насоса значительно снижается из-за присутствия газа, до 40%.

Многие исследователи изучали штанговый насос и пытались улучшить его конструкцию и применимость. Очень немногие пытались объединить эти знания вместе, чтобы предоставить целостный обзор самых последних достижений в области штангового насоса. Кроме того, поскольку в соответствии с классификацией насосных штанг добавляются новые конструкции насосных штанг, необходима новая всеобъемлющая классификация того, какие типы насосов с искусственным подъемом могут подпадать под название насосных штанг. Это исследование устраняет эти пробелы, проводя всесторонний обзор основного типа штанговых насосов, штангового насоса, компонентов, методов диагностики и распространенных отказов, возникающих в полевых условиях, а также способов предотвращения и смягчения последствий этих отказов. Основное внимание в этом обзоре уделяется скважинной штанговой насосной установке (СШНУ), поскольку она является основным типом приводов штанговых насосов, а также наиболее широко используется во всем мире.

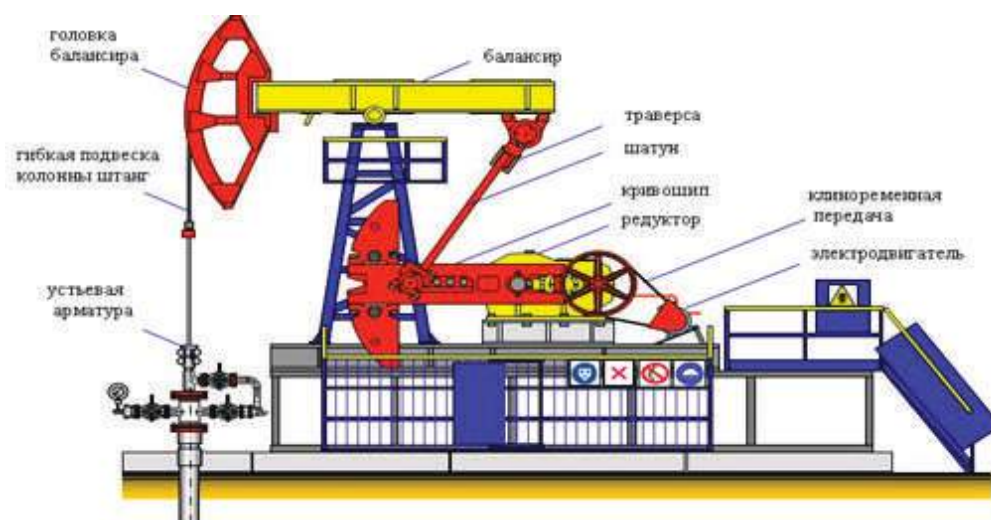


Рисунок 1 – Скважинная штанговая насосная установка

Исследование начинается с введения новой классификации штанговых насосов, основанной на новых конструкциях насосов, которые недавно были внедрены в промышленность. Подробно описаны компоненты штангового насоса, а также методы диагностики, используемые для оценки производительности штангового насоса. Затем следует подробный анализ отказов штангового насоса на основе полевых исследований. Для всех механизмов сбоев также даны рекомендации по смягчению последствий, основанные на всестороннем обзоре литературы. В конце, упоминаются тематические исследования насосов с станок-качалкой по всему миру вместе с их результатами и полезной информацией, полученной в результате каждого тематического исследования. Используя все собранные данные, затем упоминаются преимущества и ограничения штангового насоса с станок-качалкой.

Штанговые насосы включают в себя широкий спектр методов, используемых для увеличения нефтеотдачи пластов. Поскольку классификации значительно менялись на протяжении многих лет, главным образом из-за развития новых технологий, первым шагом в этом исследовании является включение новой классификации штанговых насосов, которая включает все новые технологические разработки, подпадающие под эту категорию.



Рисунок 2 – Основные неисправности ШСНУ

Основные неисправности штангового насоса можно разделить на три основных сегмента, включая механические, эксплуатационные и электрические неисправности. В каждом сегменте несколько факторов могут привести к выходу из строя штангового насоса. Основные механизмы отказа насоса с СШНУ кратко описаны на рис. 2. В этой статье дано только подробное описание механических и эксплуатационных неисправностей.

Механические неисправности

Основные механические неисправности, обсуждаемые в этом исследовании, которые возникают с насосным агрегатом, включают поломку трубопровода, трение, износ штанги, износ штифта и муфты, отказ поверхностных компонентов и отказ насоса.

Поломка трубопровода и трение

Во время добычи скважинная колонна насосной штанги иногда может сталкиваться с колонной насосно-компрессорных труб. Это трение может привести к эрозии и износу как труб, так и насосных штанг. В конечном итоге это может привести к серьезным утечкам и поломке обоих компонентов. На рисунке 3 показан пример разрушенной насосно-компрессорной трубы из-за трения. Чтобы уменьшить столкновение как между насосными штангами, так и между насосно-компрессорными трубами, в скважинный узел можно было бы добавить несколько компонентов. Основной компонент, который можно использовать, является централизованным. Кроме того, правильная конструкция колонны насосных штанг может значительно снизить вероятность трения.



Рисунок 3 – Поломка трубопровода от трения

Износ штанги

Штанги также могут изнашиваться по нескольким причинам. Во-первых, штанги со временем изнашиваются из-за их непрерывного движения вверх и вниз. Это может быть уменьшено за счет использования прочного материала и правильной конструкции. Вторая причина износа штанги может быть вызвана трением с НКТ, как было объяснено выше. Наконец, давление жидкости также может значительно сократить срок службы всех компонентов скважинного штангового насоса.

Износ штифта и муфты

Штифты и муфты - это то, что соединяет скважинные компоненты вместе и поддерживает целостность скважинного узла. Износ этих компонентов может привести к серьезным утечкам, выходу из строя некоторых других основных компонентов и потере компонентов в скважине из-за обрыва штанг. На рисунке 4 показан пример клапана с изношенной поверхностью плунжера и клапана с шаровым седлом.



Рисунок 4 – Повреждение поверхности плунжера и шарового седла клапана

Поверхностные компоненты и насос

Поверхностные компоненты штангового насоса могут изнашиваться по двум основным причинам. Во-первых, длительные операции без надлежащего технического обслуживания могут привести к снижению эффективности и, в конечном итоге, к выходу из строя некоторых компонентов поверхности. Чтобы избежать этого, следует проводить техническое обслуживание компонентов и непрерывную смазку деталей с движущейся поверхностью. Вторая причина выхода из строя поверхностных компонентов - это опасность для окружающей среды и ошибки, допущенные персоналом. Воздействие экологических опасностей может быть уменьшено путем прогнозирования погодных условий и подготовки к изменениям погоды. Ошибок, допущенных персоналом, можно избежать путем надлежащей подготовки обслуживающего персонала.

Насос может выйти из строя из-за механического повреждения некоторых его подвижных или неподвижных компонентов. Если это произойдет, это существенно повлияет на работу и может прекратиться в случае полного отказа насоса. Чтобы избежать этого, необходимо правильно спроектировать насос, включая правильный выбор размера и материала насоса. Наиболее часто используемые материалы для штанговых насосов включают:

- Нержавеющая сталь (A1) для шариков и седел, оба из которых подвергаются термической обработке для обеспечения твердости.
- Сплав кобальта (B1) для шарика и седел, изготовленных из твердого сплава кобальта, хрома и вольфрама. Они обладают высокой устойчивостью к коррозии и истиранию, немагнитны.
- Карбид вольфрама (C1) представляет собой чрезвычайно твердый композит из вольфрамового сплава и кобальта. Он используется в самых тяжелых условиях коррозии и истирания.
- Карбид титана (C2) намного тверже и прочнее кобальтового сплава. Рекомендуется для экстремальной коррозии и истирания.
- Керамика из частично стабилизированного циркония. Обладает высокой устойчивостью к коррозии, истиранию, жидкостной резке и ударам, а также немагнитна.
- Нитрид кремния обладает высокой устойчивостью к коррозии, истиранию, жидкостной резке и ударам, а также немагнитен.

Эксплуатационные неисправности

Эксплуатационные сбои чрезвычайно распространены в насосных установках с СШНУ. Эксплуатационные сбои, обсуждаемые в этом обзоре, включают температурные сбои, проблемы с газом, коррозионные сбои, проблемы с песком и эрозией, а также проблемы с перепадом давления.

Температурные сбои

Высокие скважинные температуры могут привести к быстрому разрушению материала и выходу из строя. Однако такого рода отказы не являются серьезной проблемой для штанговых насосов, поскольку большинство операций по этому методу искусственного подъема не происходит в очень глубоких скважинах. Хотя штанговые насосы могут эксплуатироваться в вязких и пластовых средах с умеренной добычей песка и газа, они обычно применяются в скважинах средней и малой глубины, которые обычно не подвергаются воздействию высоких температур. Однако, если температура становится проблемой, термостойкий материал может быть хорошим способом избежать эксплуатационных проблем.

Проблемы с газом

Несмотря на то, что штанговые насосы могут обрабатывать значительный объем газа без повреждения насоса, большой объем газа может снизить общую эффективность насоса до 40%. Это снижение эффективности происходит главным образом из-за позднего открытия ходового клапана при нисходящем ходе из-за сжатия газа под плунжером.

Одним из способов управления добычей газа с помощью штанговых насосов является размещение забора под зоной добычи. Это позволяет кольцевому пространству между трубой и обсадной колонной действовать как сепаратор, и поскольку газ имеет меньшую плотность, он будет подниматься вверх. Впускное отверстие, находящееся под производственной зоной, будет погружено в жидкость с более высокой плотностью, и, таким образом, в насосе будет присутствовать минимальный объем газа. В горизонтальных скважинах насос не может быть размещен ниже зоны добычи, и поэтому необходим скважинный газоотделитель. На входе в сепаратор создается кольцевое пространство между погружной трубой и корпусом бурового анкера. Это позволяет более тяжелым жидкостям перемещаться вниз по погружной трубке, в то время как более легкие пузырьки газа поднимаются из сепаратора.

Коррозионные повреждения

Коррозия может привести к разрушению материала, а также к помехам и прекращению эксплуатации. Коррозия возникает из-за нескольких факторов, включая несовместимость металлов в присутствии электролита и присутствие агрессивных жидкостей, таких как рассол с высоким содержанием растворенных солей, двуокись углерода и сероводород. На рисунке 5 представлено изображение повреждений, которые коррозия может нанести скважинным компонентам штангового насоса. Чтобы избежать проблем с коррозией, следует использовать правильный выбор материалов. Это включает совместимость с металлами, коррозионностойкий материал и заменители металла, когда это необходимо.



Рисунок 5 – Коррозионное разрушение компонентов скважинного штангового насоса

Эрозия и проблемы

Чрезмерный объем песка может привести к двум проблемам. Во-первых, это может привести к сильной эрозии насосных штанг и насоса, что в конечном итоге может привести к отказам. Во-вторых, он может накапливаться в некоторых компонентах, таких как поршень, Это может вызвать проблемы с закупоркой, которые очень трудно устранить.

Проблемы с перепадом давления

Насосы с СШНУ предназначены для работы с некоторыми перепадами давления, однако внезапное изменение давления может привести к неправильной работе и, следовательно, к проблемам. Основная проблема, которая может возникнуть, - это изгиб штанг, особенно во время движения вниз. Это может привести к серьезному столкновению с колонной насосно-компрессорных труб и, в конечном итоге, к износу и выходу из строя колонны штанг и труб.

Достижения в области СШНУ

Для повышения производительности и долговечности штангового насоса было сделано несколько усовершенствований. Эти усовершенствования были сделаны с учетом особых потребностей, однако им удалось внести важнейшие технологические изменения в насос со СШНУ, которые увеличили диапазон его применимости и улучшили среднее время между отказами.

Тематические исследования насосов со СШНУ

Как упоминалось ранее, штанговые насосы с балочной штангой являются наиболее применяемыми штанговыми насосами во всем мире. По этой причине для штангового насоса представлены тысячи тематических исследований. Этот обзор включает в себя некоторые из наиболее заметных полевых примеров использования штангового насоса с балкой, которые столкнулись со значительным событием или продемонстрировали использование новой технологии или результата. Тематические исследования были отобраны из разных стран мира, чтобы охватить широкий спектр использования штангового насоса..

Преимущества и недостатки текущего исследования

Цель этого исследования предоставить дорожную карту свойств штанговых насосов, диагностики, моделирования и последних инноваций. Основными преимуществами этого исследования являются:

- Содержит актуальный целостный обзор различных типов штанговых насосов.
- Дает подробное объяснение диагностики, моделирования штангового насоса.
- Показаны некоторые из основных мест, где применялись штанговые насосы, а также основные разработки и инновации для каждого исследования.
- Освещаются основные преимущества и недостатки штанговых насосов на основе обновленной базы данных.

Хотя это исследование имеет ряд преимуществ, основным недостатком этого исследования является доступ к данным. Большая часть полевых данных в нефтегазовой отрасли считается засекреченной и, следовательно, не публикуется. Кроме того, большая часть этого обзора посвящена штанговому насосу, который является наиболее распространенным типом штанговых насосов, поскольку всестороннее описание всех различных типов штанговых насосов выходит за рамки одной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пути дальнейшего совершенствования штанговых скважинных насосных установок – А.Г. Молчанов. 2014 г. Журнал «Бурение и нефть» - Издательство: ООО «Бурнефть» - Москва;
- [2] Г.И. Бикбулатова, Е.Б. Думлер. Эксплуатация штанговых насосных установок. Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2008. – 116 с;
- [3] Fakher, S., Khlaifat, A., Hossain, M.E. *et al.* A comprehensive review of sucker rod pumps' components, diagnostics, mathematical models, and common failures and mitigations. *J Petrol Explor Prod Technol* **11**, 3815–3839 (2021).
- [4] ГОСТ 31835-2012 Насосы скважинные штанговые. Общие технические требования.
- [5] Standart API SPEC 11 X Насосы штанговые погружные в части конструкции, типов и исполнения самих насосов и их основных узлов, диаметров насосно-компрессорных труб, условных

диаметров скважинных насосов, точности изготовления цилиндров и плунжеров, групп материалов для изготовления узлов скважинных насосов в зависимости от условий эксплуатации.

[6] Адонин, А. Н. Добыча нефти штанговыми насосами. - М. : Недра, 1979. — 213 с.;

[7] Патент (19) KZ (13) В (11) 34582 Шариковый клапан глубинного насоса. Заурбеков С.А., Заурбеков К.С., Балгаев Д.Е., Кадыров Ж.Н.

Штангалы сорғылардың компоненттеріне шолу, диагностика,

сондай-ақ жалпы ақаулар және оларды жою шаралары

Д.Е.Балгаев^{ib}, С.А.Заурбеков^{ib}, Жумадилова А.С. ^{ib}

Аннотация. Бұл мақалада штангалық сорғылардың компоненттеріне, диагностикалық әдістерге және өрісте пайда болатын жалпы ақауларға, сондай-ақ осы ақаулардың алдын-алу және азайту әдістеріне жаңартылған жан-жақты шолу берілген. Жүргізілген шолу негізінде салада жаңадан енгізілген штангалық сорғы әдістеріне негізделген штангалық сорғы технологиясына түсуі мүмкін барлық әдістердің жаңа жіктемесі енгізілді. Сондай-ақ, бұл мақалада штангалық сорғылардың кейбір негізгі сипаттамаларын бөліп көрсету үшін бүкіл әлемдегі ұңғымалардың бірнеше далалық мысалдары қарастырылады. жаңартылған шолу негізінде штангалық сорғылардың артықшылықтары мен шектеулері туралы айтылады. Осы зерттеудің нәтижелері әртүрлі штангалық сорғыларды жақсы түсінуге көмектеседі және штангалық сорғының, оның қасиеттері мен модельдеуінің тұтас көрінісін қамтамасыз етеді.

Негізгі сөздер: ұңғыма, штангалық сорғылар, негізгі ақаулар, механикалық ақаулар, пайдалану ақаулары.

Overview of rod pump components, diagnostics, as well as general malfunctions and measures to eliminate them

D.Balgayev^{ib}, S.Zaurbekov^{ib}, A.Zhumadilova^{ib}

Abstract. This article provides an updated comprehensive overview of rod pump components, diagnostic methods and common failures that occur in the field, as well as ways to prevent and mitigate the consequences of these failures. Based on the review, a new classification of all methods that may fall under the rod pump technology was introduced, based on the recently introduced rod pump methods in the industry. This article also discusses several field examples from wells around the world to highlight some of the main characteristics of rod pumps. based on the updated review, the advantages and limitations of rod pumps are mentioned. The results of this study can help to better understand the various rod pumps and provide a holistic view of the rod pump, its properties and modeling.**Key words:** borehole, rod pumps, major malfunctions, mechanical malfunctions, operational malfunctions.

БҰРҒЫЛАУ БАҒАНАСЫНЫҢ ҰСТАЛЫНЫП ҚАЛУЫНЫҢ АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ЖОЮ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ

Бейсенбі Д. Ш. Калиев Б. З.

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

dbeisenbi@gmail.com

Андатпа. Қазақстан Республикасының отын-энергетикалық кешенінің даму қарқыны – Теңіз (Тенгиз) кен орындарының жағдайларына байланысты болады. Бұдан шығатыны: Теңіз (Тенгиз) кен орындарының тоқтаусыз жұмысыны біздің экономикамыздың негізгі тіректерінің бірі. Алайда, асқынулар мен апаттар уақыт, ресурс, энергия және адам шығындарын тудырады. Теңіз (Тенгиз) кен орындарында бұрғылау жұмыстары кезінде бұрғылау бағанасының ұсталынып қалуы бірден-бір маңызды мәселе болып табылады. Ұстап қалу үлесіне бұрғылау жұмыстарын жүргізу кезінде туындаған асқынулардың жалпы санының 60% - дан астамы келеді; бұл ретте ұстап қалу орын алған ұңғымалардың 40% - ы ұңғыманың бір бөлігін жоюға немесе қайта бұрғылауға тура келді. Оларды жоюға кететін уақыт шығыны бұрғылау уақытының 47% - ын құрады. Бұл мәселені жою және алдын алу үшін технологиялар мен техникалық құралдар әзірленді.

Негізгі сөздер: бұрғылау бағанасы, гидрлену, қысым, адсорбация, апат, математикалық статистика, шығын, ұсталынып қалу, әдіс, асқынулар, ықтималдық теориясы.

Қандай да бір асқынулардың немесе авариялардың пайда болуы көптеген себептерге, негізінен бұрғылау технологиясының геологиялық жағдайлар сәйкестігіне, сондай-ақ бұрғылау жабдығының жарамдылығына байланысты болады.

Сонымен қатар, асқынулар мен авариялар – белгілі бір параметрлер мәндері және олардың өзара әрекеттесуі бар физикалық процестер.

Бұрғылау бағанасын ұстап қалу нәтижесінде асқынулардың пайда болу сипаты: бұрғылау құбырларының немесе бұрғылау бағанының түбінінің құрастыру элементтерінің ұңғыма қабырғаларына жабысуынан, қашаулардың сыналуынан, ұңғымада тығыздамалардың пайда болуынан, ұңғыма қабырғаларының опырылуынан және төгілуінен болады.

Бұрғылау бағанасын ұстап қалу-бұл құбыр бағанының қозғалғыштығының күтпеген жоғалуы: қысымның төмендеуінің әсерінен жабысу; ойықтарда, тарылған жерлерде кептелу; құлау, ұңғыманың қабырғаларынан тау жыныстарының төгілуі немесе жуу режимінің бұзылуына байланысты шөгінділердің пайда болуы, сондай-ақ бұрғылау бағанасында тығыздаманың пайда болуы [2].

Күрделі геологиялық жағдайларда Теңіз (Тенгиз) кен орындарының асқынулармен және авариялармен күресуге кететін уақыт шығындары бұрғылауға кететін уақыт шығындарымен салыстырылады. Асқынулар мен авариялармен күресу уақытын жоғалтудан басқа, энергиялық және материалдық залалдардан, ұңғымаларды қайта бұрғылау шығындарынан тұрады. Бұрғылау ұңғымаларын жою жағдайлары әлі де жиі кездеседі. Бұл проблемалар геологиялық тұрғыдан күрделі аймақтар үшін қазіргі уақытта ұңғымаларды бұрғылау тереңдігін арттыруға және ұңғыманың құрылысын қиындатуға (кеңістіктік қарқындылық пен зениттік бұрыш) тұрақты тенденциямен күрделене түседі.

Кез-келген Бұрғылау бағанының ұсталынып қалуы бұрғылау бағанының қатаюымен бірге жүреді. Бұрғылау бағанының созылуы бұрғылау бағанының қозғалғыштығының қысқа мерзімді жоғалуы, ол – ілмектегі салмақтың мезгіл-мезгіл артуымен бірге жүреді [3]. Қазіргі уақытта ұстамалардың пайда болу себептері мен жіктелуіне қатысты бірыңғай пікір жоқ.

1-ші ұсталынып қалуды жоюға келетін шығындар орташа алғанда ұңғыма құнының 20-50% – ын құрайды, ал кейбір жағдайларда бұрғылау бағанасының қармауын жою құны ұңғыманың құнынан екі есе артық болады.

Кәсіпшілік деректерге жүргізілген талдаудан бұрғылау колоннасының ұсталуының басым бөлігі дифференциалды қысымның әсерінен болатынын анықталған, бұл 28% - ды құрайды.

Көптеген отандық және шетелдік зерттеушілердің пікірінше, ұңғымадағы бұрғылау бағанасын ұстап қалудың негізгі себебі қысымның төмендеуі, ұңғыма қабырғаларының тұрақтылығы, адгезиялық күштер және ұңғымалардың кеңейтілмеген және тарылған

бөліктеріндегі қашаудың кептелуі, ал үлкен зениттік және азимуттық бұрыштары бар ұңғымалардағы бұрғылау бағанасының ұсталынып қалуы – жуу сапасы жеткіліксіз болған кезде шламның жиналуына байланысты.

Шешімі. Математикалық статистика әдістерін қолдану. Бұрғылау басталғанға дейін бұрғылау бағанасын ұстап қалу ықтималдығын болжау болып табылады, бұл ұңғыманы бұрғылауға кететін шығындар мен уақытты азайтады. Ұңғымаларды бұрғылаудың күрделі процесін тиімді басқару оның негізгі заңдылықтары математикалық өрнектер түрінде ұсынылған жағдайда мүмкін болады. Толық емес ақпараты бар процестің кезінде математикалық сипаттамасын алу маңызды.

Бұрғыланған ұңғымалардың асқынулары бар нәтижелері бойынша алдын-ала ұңғымаларды салу процесін жобалау сатысында математикалық статистика мен ықтималдық теориясының әдістерін қолдану ұстап қалу қаупі бар аралықтардың шекараларын белгілеуге мүмкіндік береді. Қолданылатын статистикалық болжау әдістерінің негізгі артықшылықтары- алынған ақпараттың объективтілігі, жоғары дәлдік, сонымен қатар болжау процесін автоматтандыру мүмкіндігі. Алайда, бұл әдістер болжамды объектінің мінез-құлқының нақты тұжырымдалған математикалық моделін қажет етеді.

Статистикалық болжау келесі кезеңдерді қамтиды:

- 1) болжанатын процесс туралы деректерді жинау және дайындау;
- 2) болжам моделін құрастыру;
- 3) болжамның өзі, яғни көрсеткіштің болжамды мәнінің моделі және оның сенімді шекаралары бойынша айқындау;
- 4) болжамдау дәлдігін талдау.

Статистикалық болжау процесінің маңызды кезеңдерінің бірі болжамды процестің математикалық моделін таңдау және негіздеу. Статистикалық модельдер аналитикалық модельдермен салыстырғанда дәлірек және егжей-тегжейлі, өрескел болжамдарды қажет етпейді, көптеген факторларды ескеруге мүмкіндік береді. Статистикадағы болжау әдістерінің жиынтығы арасында ең көп таралған және ең дамығаны – экстраполяциялық болжау әдісі.

Сплайн интерполяция әдісі. "Тереңдік – ұстаулар саны" параметрлерін анықтау кезінде сандық талдау үшін қолданылады. Интерполяциялық сплайн құра отырып, интерполяция процесі конвергенцияланады, демек, интерполяцияны алдын-ала дәлдікпен қолдану мүмкіндігі бар.

Кубтық сплайн интерполяция әдісі. Белгіленген шекаралық шарттарда кейіннен белгілі бір шекаралық шарттар орындалуы керек нүктелерді бөлуде қолданылады. Бұл жағдайда берілген нүктелер көпмүшелік арқылы өтуі керек.

Ең кіші квадраттар әдісімен жуықтау. Белгілі мәндердің дискретті жиынтығы бойынша шамалардың аралық мәндерін есептеуге мүмкіндік береді.

Лагранж интерполяциялық полиномы. Берілген нүктелер бойынша функцияны анықтау үшін қолданылады.

Ньютонынң көпмүшесі есептеулерде қолданылады, өйткені Лагранж түріндегі интерполяциялық көпмүшелік есептеу үшін ыңғайлы емес, өйткені интерполяция түйіндерінің саны көбейген кезде бүкіл көпмүшені қайта құру қажет.

Бұрғылау бағанасын ұсталынып қалу ықтималдығын азайту үшін бұрғылау бағанасының түбін жабдықтағанда ұңғыманың ұсталынып қалу қаупі бар аралықтарын бұрғылау кезінде ұсталынып қалуға қарсы құрылғыны орнату ұсынылады. Бұл құрылғы ұңғыманың көлденең бөлігінде шламның пайда болуын болдырмауға ықпал етуі керек.

Құрылғыны жасау үшін мыналарды анықтап, есептеу керек: жалпы көрсеткіштер; бұрандалы шнектің көлбеу бұрышы; бұранданың биіктігі; саптамалардың саны және саптамаларды құрылғының осіне орнату бұрышы.

Бұрғылау бағанын ұстап қалудың алдын алу және жою үшін құрылғыны жасау үшін біз таңдаған материал МЕСТ Р 51245 – 99 мемлекеттік стандартына, сондай-ақ API Spec 5D сипаттамаларына, API Spec 7 сипаттамаларына, API 7g ұсынылған тәжірибесіне, МЕСТ Р 50278-92, МЕСТ 27834-95, ТУ 14-3-1571-88 сәйкес келуі керек.

Кәсіпшілік деректер бойынша бұрғылау бағанасының ұсталынып қалу жағдайы төмендеген жоқ. Алайда, бақылау өте қиын және басқару мүмкін емес геологиялық жағдайлардың айтарлықтай әсерінің нәтижесінде, тіпті тиісті технологиямен де асқынулар мен апаттардың пайда болу ықтималдығы бар. Сондықтан асқынуларды болжау және технологияны басқару ғана емес, сонымен қатар авариялардың пайда болуын азайту, апаттың алдын алу және жою бойынша уақтылы шаралар қабылдау мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет.

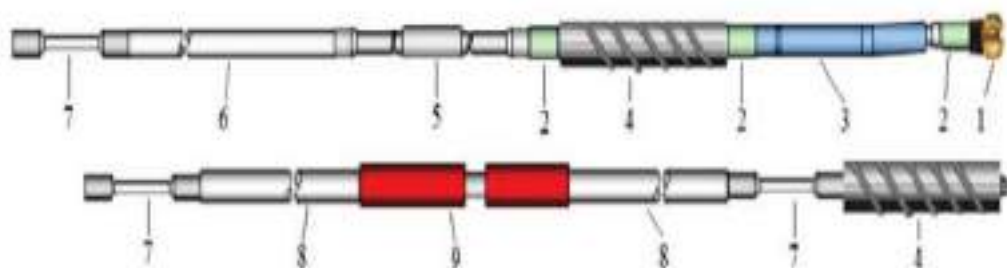
Колоннаны ұстап алуға байланысты авария туындаған кезде оны жою жөнінде дереу шешім қабылдау талап етіледі. Қазіргі уақытта бұрғылау бағанасын ұстап қалу себептерін анықтау және жою әдістері бойынша жедел әдістер жоқ. Бұрғылау кезіндегі асқынудың себебін анықтау, олардың басталуын тану – асқынудың одан әрі дамуына жол бермейтін және оны басынан бастап жоюға мүмкіндік беретін шараларды уақтылы қабылдау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Жүйелі шараларды орындау және бұрғылау персоналының бұрғылау колоннасының ұсталынып қалуы кезінде қателердің пайда болуын азайту үшін оны жою бойынша бірінші кезектегі іс-қимылдар әдістемесі әзірленді.

Бұрғылау колоннасының ұсталынып қалуын жою тәсілдерінің тиімділігін салыстырмалы бағалау критерийі ұсталынуды жоюға жұмсалған уақыт болып қабылданады, ол жұмыстарды жүргізу кезінде қажетті операцияларды жүргізуді ескере отырып айқындалады: ұсталу аймағын қарайту және айқындау, ванна агентін дайындау, оны айдау және басу, әсер ету уақыты немесе ясты құрастыру және түсіру, қармалған құбырлармен қосылу, жуу, яспен жұмыс.

Ұңғыманы тазарту және бұрғылау бағанасының ұстап қалуын жою үшін жасалған құрылғы ұңғыманы эксцентрілік орналасқан кезде тазарту тиімділігін төмендетпейді. Құбырдың эксцентріктілігі және ұңғыманың төменгі қабырғасындағы шлам концентрациясы ағынның профилін бұрмалайды. Сұйықтық үстіңгі қабырғалары бар көп жылдамдықпен қарағанда, stream, преодолевающий кедергілер бар төменгі қабырғасының ұңғыма. Бұл шламды шығару үшін қажетті энергияны ерітіндімен жеткізуде қиындықтар туғызады. Ламинарлы ағынның ұзартылған профилі турбулентті ағынның тегіс профиліне қарағанда үлкен бұрышы бар ұңғымаларда шламның жиналуын болдырмауда және оларды тазартуда әлдеқайда тиімді емес. Құрылғыны құралды ротормен айналдырмай және ұңғыманы бұрғылаудың механикалық жылдамдығын төмендетпестен бұрғылау ерітіндісінің максималды шығыны үшін пайдалану ұсынылады.

Ұңғыманы бұрғылау (пайдалы модельге патент RU № 109496, авторлары: Кузнецов В. Г., Липатов Е. Ю.), шламнан тазарту және бұрғылау бағанасының ұсталынып қалуын алдын алу үшін ұңғыманы тазарту құрылғысы бар (1 Сурет). 1 – қашау; 2 – ауыстырғыш; 3 – кенжарлық қозғалтқыш; 4 – ұңғыманы тазалауға арналған құрылғы; 5 – магниттік емес салмақты бұрғылау құбыры; 6 – телесистема; 7 – болат бұрғылау құбырлары; 8 – қалың қабырғалы бұрғылау құбырлары; 9 – ясс.



1-сурет. Ұңғыманың ұсталыну қаупі бар аралықтарын бұрғылау үшін бұрғылау бағаналарының төменгі бөлігінің компоновкасы

Әзірленген құрылғы ұңғыманы шламнан тазарту сапасын жақсартады, функционалдығын кеңейтеді және турбулентті ағын мен сұйықтық ағынының қосымша жылдамдығын құру арқылы бұрғылау бағанасының тұтқасын жоюға мүмкіндік береді.

Бұл құрылғыны пайдалану бұрғылау уақытын қысқартады және ұңғыманың тарылуына жол бермейді және мұнай мен газ ұңғымаларын бұрғылау кезінде бұрғылау бағанасының ұсталу ықтималдығын азайтады.

Құрылғының гидравликасына қатысты мәселелерді шеше отырып, көптеген сыртқы факторлардың әсерін, атап айтқанда, құрылғының қай жерде қолданылатындығын (сыртқы ортада және бұрғылау ерітіндісінің тығыздығы мен тұтқырлығы) ескере отырып, кейбір позицияларды есептеу мүмкін емес. Бұл құрылғының гидравликалық параметрлерін жоғары ықтималдылықпен ескеруге және есептеуге мүмкіндік бермейді, сондықтан барлық есептеулер шамамен жасалады, өйткені математикалық емес, соңғы элементтерге негізделген компьютерлік бағдарламалардың көмегімен құрылғыны есептеу мүмкін емес.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Овчинников В.П. Справочник бурового мастера: научно-практическое издание / В.П. Овчинников, С.И. Грачев, А. А. Фролов. – Тюмень, 2006. – 691с.
- [2] Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении: учеб. пособие для вузов / И.П. Пустовойтенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 279с.
- [3] Самотой А.К. Прихваты колонн при бурении скважин: учеб. пособие для вузов. – М.: Недра. 1978. – 207с.
- [4] Коваленко Ю.Е. Устойчивость стволов скважин, пробуренных на месторождениях Среднего Приобья: учеб. пособие для вузов / Ю.Е. Коваленко, К.Н. Харламов, Е.А. Усачёв. – Тюмень: ОГПУ «Шадринский Дом Печати», 2011. – 175с.
- [5] Мессер А. Перспективные технологии бурения скважин / А. Мессер, А. Повалихин // Нефтегазовая вертикаль. – 2001. – Вып. 16. – С. 34 – 37.

Разработка технологий и технических средств, применяемых для предотвращения и устранения задержек буровой колонны

Бейсенбі Д. Ш. Калиев Б. З.

Аннотация. Темпы развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан зависят от условий Тенгизского (Тенгизского) месторождения. Отсюда следует: бесперебойная работа Тенгизских (Тенгизских) месторождений является одним из основных столпов нашей экономики. Однако осложнения и катастрофы приводят к потерям времени, ресурсов, энергии и человека. При буровых работах на Тенгизском (Тенгизском) месторождении единственным существенным вопросом является задержание буровой колонны. На долю прихватов приходится более 60% от общего числа осложнений, возникших при проведении буровых работ; при этом 40% скважин, из которых произошел прихват, пришлось ликвидировать или повторно пробурить часть скважины. Затраты времени на их устранение составили 47% от времени бурения. Для устранения и предупреждения этой проблемы разработаны технологии и технические средства.

Ключевые слова: буровая колонна, гидрирование, давление, адсорбция, авария, математическая статистика, потери, сбои, метод, осложнения, теория вероятностей.

Development of technologies and technical means used to prevent and eliminate drilling string delays

D.S. Beisenbi B.Z.Kaliev

Abstract. The pace of development of the fuel and energy complex of the Republic of Kazakhstan depends on the conditions of the Tengiz field. It follows from this: the uninterrupted operation of the Tengiz (Tengiz) deposits is one of the main pillars of our economy. However, complications and catastrophes lead to the loss of time, resources, energy and people. During drilling operations at the Tengiz (Tengiz) field, the only significant issue is the detention of the drilling column. Delays account for more than 60% of the total number of complications that occurred during drilling operations; at the same time, 40% of the wells from which the interception occurred had to be liquidated or a part of the well had to be re-drilled. The time spent on their elimination amounted to 47% of the drilling time. Technologies and technical means have been developed to eliminate and prevent this problem.

Keywords: drilling column, hydrogenation, pressure, adsorption, accident, mathematical statistics, losses, failures, method, complications, probability theory.

КӘСПШІЛІК ЖИНАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ТӨМЕНДЕТУ ҮШІН РЕЗЕРВУАРЛАРДАҒЫ МҰНАЙДЫҢ ЖЕҢІЛ ФРАКЦИЯЛАРЫНЫҢ ШЫҒЫНДАРЫН ЗЕРТТЕУ

Бейсенғазы А.Е.  Калиев Б.З. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

Aeka_0096@mail.ru

Андатпа. Мұнай резервтерінде ПАВ қолдану бойынша эксперименттік зерттеулердің алғашқы нәтижелері жұп санының төмендегенін көрсетті.

Әдістің әзірленген физика-химиялық және технологиялық негіздері, ПАВ қолданудың негізделген болжамды критерийлері. Ежелгі дәуірден бастап бұл мәселенің көптеген аспектілері зерттелмеген, олар қасиетті орын мен алыс иссекцияны қажет етеді.

Ерітілген ПАВтың әртүрлі типтегі қорықтарда мұнаймен өзара әрекеттесу механизмі күрделі және көп қырлы. Қазіргі заманғы ғылыми негізде қажетті алыс эксперименттік және коммерциялық мәселелердің поэзиясы.

Энергетика министрлігі қабылдаған классификацияға сәйкес мұнайды жинау және өңдеу кезіндегі нормаланған технологиялық ысыраптар, ресми түрде қорлардан есептен шығаруға жатады және жыл сайын мұнай-газ жұмыстарын жүргізу жоспарларында есепке алынады:

- сальниктің тығыздағыштары мен ажыратылатын қосылыстар арқылы майдың ағуы;
- мұнайды ағынды сулармен тасымалдау;
- айырғыш газы бар тамшы майын сіңіру;
- резервуарлардан мұнайдың булануы.

Өткізілген далалық зерттеулер Батыс кен орындарындағы нормаланған технологиялық ысыраптардың жалпы мәнін көрсетеді

Сібірде өндіріс көлемінің 0,4-0,9%-ы ауытқиды. Абсолютті мәнде бұл мұнай ысыраптарының орташа мәні жылына шамамен 1,2 млн тоннаны құрайды.

Негізгі сөздер: сұйықтық, өлшеу, мұнай, булану, резервуар, ПАВ, зерттеу,

Резервуардағы беттік белсенді заттардың қасиеттері мен әсер ету механизмі.

Мұнай цистерналарында БАЗ-ды қоспалар ретінде қолдану бойынша эксперименталды зерттеулердің алғашқы нәтижелері бу қысымының төмендеуін көрсетті.

Әдістің физика-химиялық және технологиялық негіздері әзірленді, беттік-активті заттардың қолданылуының жуық өлшемдері негізделді. Бірақ бұл мәселенің көптеген аспектілері осы уақытқа дейін толық зерттелмеген, олар нақтылауды және одан әрі зерттеуді қажет етеді.

Түрлі типтегі резервуарлардағы БАЗ ерітінділерінің маймен әрекеттесу механизмі күрделі және көп қырлы. Сондықтан осы проблеманы заманауи ғылыми негізде ары қарай тәжірибелік және далалық зерттеулер қажет.

БАЗ туралы қысқаша мәлімет

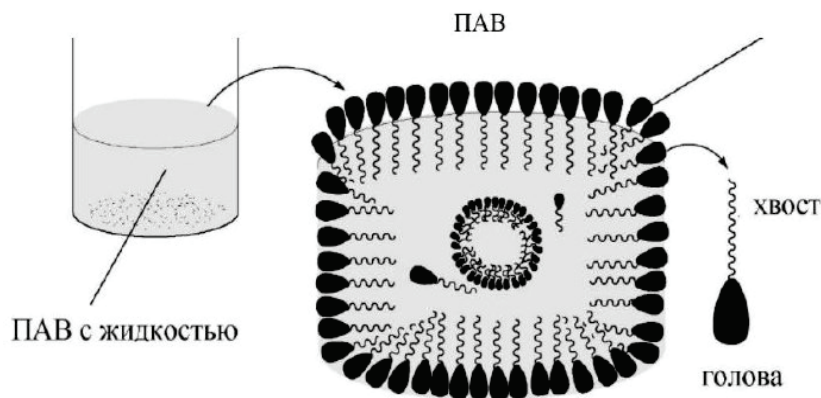
Беттік-активті заттар оң адсорбцияға байланысты әртүрлі беттерде фазалық және энергетикалық әрекеттесулерді өзгертуге қабілетті химиялық қосылыстар.

Көптеген органикалық қосылыстар белгілі бір жағдайларда көрсете алатын беттік белсенділік химиялық құрылымға да, атап айтқанда, олардың молекулаларының дифильділігіне (полярьлығы мен полярланғыштығына), сондай-ақ сыртқы жағдайларға: ортаның табиғатына және жанасу фазаларына, концентрациясына байланысты. беттік белсенді заттар және температура.

Беттік-активті заттар беттерде және фазааралық шекараларда айқын адсорбциялану қабілетімен сипатталады. «Фейсаралық шекара» термині әдетте екі араласпайтын фазалар арасындағы шекара деп аталады (1-сурет). БАЗ белгілі бір шекке дейін беттік немесе фазааралық кернеуді төмендетуге қабілетті. Әдетте бұл шекке ерітіндіде мицелланың түзілуі басталған кезде жетеді. Бос немесе байланыспаған БАЗ молекулалары көбінесе мономерлер деп аталады. Біздің ойымызша, бұл термин сәтсіз, өйткені ол негізінен полимер молекулаларын құрайтын блоктарды белгілеу үшін қолданылады.

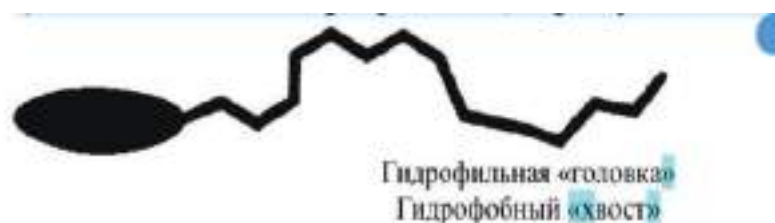
Мицелляр түзілуін қарастыруға болады.

- фазааралық шекаралардағы адсорбцияға балама механизм ретінде;
- молекулалық беттік белсенді заттың резервуары ретінде. БАЗ молекуласының мөлшері мен құрылымына байланысты мицелла мен ерітінді арасындағы БАЗ молекулаларының алмасу жылдамдығы бірнеше шама реті шегінде әртүрлі болуы мүмкін.



1 Сурет – Сұйықтағы заттың беттік белсенділігі

«Амфифил» термині беттік белсенді заттардың синонимі ретінде жиі қолданылады. Бұл термин гректің *amphi* сөзінен шыққан, «екеуі» дегенді білдіреді. Оның қолданылуы барлық беттік-активті заттардың молекулалары кем дегенде екі бөліктен тұратындығына байланысты, олардың біреуі сұйықтықта ериді (оны гидрофильді деп атайды), екіншісі ерімейтін (оны гидрофобты деп атайды 2-сурет).



2 Сурет – БАЗ молекуласының схемалық кескіні

Беттік-активті заттардың әсер ету механизмін мұнай шекарасындағы беттік белсенділіктің әлсіздігімен, мұнай жуу қасиеттерінің шамалы болуымен, қабаттағы үлкен жоғалтулармен, кен орындарының деректері негізінде әдістің технологиялық тиімділігін бағалаудағы белгісіздікпен түсіндіруге болады.

Бу қысымының төмендеуі сұйық бетінің бір бөлігін еріген заттың молекулалары алуының нәтижесінде пайда болады, бұл бу қысымының төмендеуіне әкеледі деп есептеу орынды. Егер беттік белсенді зат сұйықтыққа енгізілсе, ол бетінде конденсацияланады, бұл эбуллиоскопияға қарағанда көбірек әсер етуі керек.

Бұл жұмыста алынған қосылыстар ($\text{SpH}_2\text{p} + 1\text{COOK}$, $\text{SpH}_2\text{p} + 1\text{COOKa}$ және $\text{SpH}_2\text{p} + 1\text{COOLb1}$) $\text{pH} = 8-9$ сілтілі қосылыстар болып табылады. Бұл қосылыс «үлгілі» мұнай цистерналарына енгізілгенде, сутегі иондарының H^+ түзілуіне жол берілмейді. Бұл жеңіл көмірсутектердің (C1 - C5) булануын азайтудың бір жолы. жеңіл көмірсутек буларының C1-ден C5-ке дейінгі химиялық құрамы берілген.

Қосымша жабдықты пайдаланбай мұнай резервуарларындағы қаныққан булардың қысымын азайту үшін қосылыстар алынды ($\text{SpH}_2\text{p}+1\text{cook}$, $\text{SpH}_2\text{p}+1\text{cooka}$ және $\text{SpH}_2\text{p}+1\text{cooby}$).

Қосылыстарды таңдаудың негізгі себептері түсіндірілді ($\text{SpH}_2\text{p}+1\text{cook}$, $\text{SpH}_2\text{p}+1\text{cooka}$ және $\text{SpH}_2\text{p}+1\text{cooby1}$), атап айтқанда: жұмысшылардың денсаулығы үшін уыттылық пен зиянсыздық, алу оңай және арзан шикізаттан алынған.

Сұйықтыққа БАЗ енгізілген жағдайда ($\text{SpN}_2\text{p} + 1\text{SOOK}$, $\text{SpN}_2\text{p} + 1\text{SOOKa}$ және $\text{SpN}_2\text{p} + 1\text{SOOY}$) сұйық бетінің бір бөлігін осы БАЗ алады және осыған байланысты булану кезіндегі сұйықтық шығыны азаяды.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] А.С. 1652214 СССР. Дыхательный клапан резервуара для легкоиспаряющихся жидкостей. / В.Х. Сандт, А.М. Абдулкеримов, К.К. Цедрих и др. //Открытия. Изобретения. - 1991. - №20. - 63 с.
- [2] А.С. 1684179 СССР. Способ улавливания легких фракций из резервуаров с углеводородной жидкостью. / В.П. Метельков, А.К. Мухаметзянов, 1995.
- [3] Абузова Ф.Ф. Исследование потерь от испарения нефти и нефтепродуктов и эффективности средств сокращения их в резервуарах. - Дисс. на соиск. учен. степени докт. техн. наук. - Уфа, 1975. - 334 с.
- [4] Абузова Ф.Ф. Потери нефтепродуктов и нефти при испарении из подземных резервуаров / Ф.Ф. Абузова, В.И. Черников. М.: Недра, 1966. - 286 с.

Исследование потерь легких фракций нефти в резервуарах для снижения в условиях промышленного сбора и подготовки

Бейсенгазы А.Е.  Калиев Б.З. 

Аннотация. Предварительные результаты экспериментальных исследований по использованию ПАВ в запасах нефти показывают уменьшение количества пар.

Разработаны физико-химические и технологические основы метода, обоснованы прогностические критерии применения ПАВ. С древних времен многие аспекты этой проблемы не изучены, требуют сакрального места и отдаленного иссечения.

Механизм взаимодействия растворенных ПАВ с нефтью в разных типах запасов сложен и многогранен. Поэзия далеко идущих экспериментальных и коммерческих задач требуется на современной научной основе.

В соответствии с Классификацией, утвержденной Министерством энергетики, Нормированная технология в нефтесборе Графика сбора нефти потерь

- течи масла через прокладочные уплотнения и разъемные соединения;
- транспортировка нефти по воде;
- абсорбция капающей нефти сепарационным газом;
- испарение нефти из резервуаров.

Полевые исследования показывают общую величину нормированных технологических потерь на Западном месторождении.

Добыча в Западе колеблется от 0,4 до 0,9%. В абсолютном выражении эти средние потери нефти составляют около 1,2 млн тонн в год.

Ключевые слова: жидкость, измерение, масло, испарение, резервуар, поверхностно-активное вещество, исследование,

Research of losses of light fractions of oil in reservoirs for reduction in conditions of field collection and preparation

A. E. Beysengazy , B.Z.Kaliev 

Abstract: Preliminary results of experimental studies on the use of surfactants in oil reserves show a decrease in the number of pairs.

Developed physicochemical and technological bases of the method, reasonable predictive criteria for the use of surfactants. Since ancient times, many aspects of this problem have not been studied, they require a sacred place and a remote issection.

The mechanism of interaction of dissolved surfactants with oil in different types of reserves is complex and multifaceted. Poetry of far-reaching experimental and commercial problems required on a modern scientific basis.

In accordance with the Classification approved by the Ministry of Energy, Normalized technology in the oil gathering Schedule of oil recovery losses

- oil leaks through gasket seals and detachable connections;
- transportation of oil by water;
- absorption of dripping oil by separation gas;
- evaporation of oil from tanks.

Field studies show the total value of normalized technological losses at the Zapadnoye field.

Production in the West ranges from 0.4 to 0.9%. In absolute terms, these average oil losses are about 1.2 million tons per year.

Keywords: liquid, measurement, oil, evaporation, tank, surfactant, research,

PDC ҚАРУ-ЖАРАҒЫМЕН ПИКОБУР ҚАШАУЛАРЫ ЖҰМЫСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУДЫҢ КОНСТРУКТОРЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

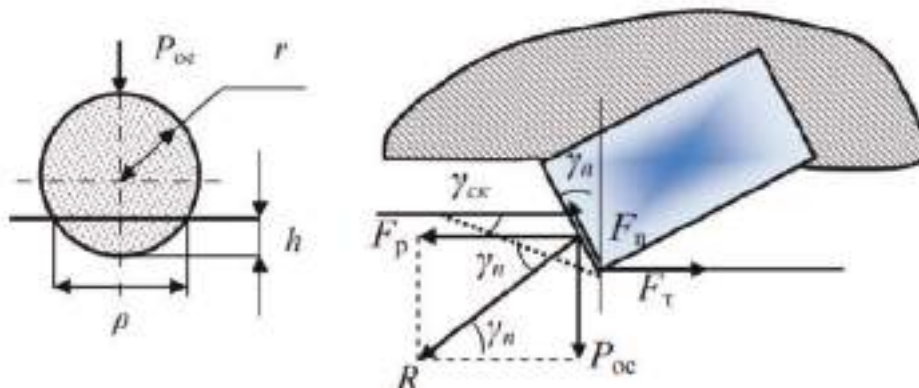
Жалил С.К.  Карманов Т.Д. ,
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы
*zhalilsk98@gmail.com

Андатпа. PDC кескіштерімен тау жыныстарын бұзу механикасы динамикалық кесу және тау жыныстарын бөлу процестерін және ортаның кедергісін ескере отырып қарастырылады. Қоршаған орта-бұл шламмен қаныққан бұрғылау ерітіндісі, сондай-ақ қазірдің өзінде жойылған, бірақ әлі жойылмаған тау жынысы қабаты. Ал бұл жағдайда ортаның тығыздығы жоғары мәнге жетуі мүмкін, ал сызықтық жылдамдықты ескере отырып бетіндегі кескішкер сондай-ақ PDC кескіштерінің мөлшері өте үлкен болуы мүмкін (10-25 мм), қоршаған ортаға әсері айтарлықтай болуы мүмкін. Есептеу кезінде бұрғылау құралының параметрлерін жобалау кезінде жоғары сапалы бұрғылар мен бұрғылау бастарын жасау үшін динамикалық кесу және жару процестерінің әсерін және компьютерлік модельдеуді қоса алғанда, қоршаған сыртқы ортаның әсерін ескеру қажет.

Негізгі сөздер: бұрғылау, PDC, бұрғылау қашауы, тау жыныстарының бұзылуы

Орташа қаттылықтағы жұмсақ тау жыныстарында, сондай-ақ ішінара қатты жыныстарда әртүрлі мақсаттағы ұңғымаларды бұрғылау үшін PDC типті поликристалды алмаз карбидті кескіштері бар қашау қолданылады. Қашауларды қаруландырудың осы түрінің келешегі оларды қолданудың жоғары нәтижелерімен дәлелденді. Тәжірибе көрсеткендей, терең ұңғымаларды бұрғылау кезінде PDC қашаулары орташа механикалық бұрғылау жылдамдығы сағатына 35...40 м-ге дейін 1000 м-ден астам аспапқа үңгілеуді қамтамасыз етеді. Сондықтан, қазіргі уақытта Сібір аймағында PDC класты қашауларды қолдана отырып қазу көлемі өнеркәсіптік бұрғылау ұңғымаларының жалпы көлемінің 85...90% құрайды. Сонымен қатар, PDC қашауларын жобалауды одан әрі оңтайландыру үшін қашаудың ұшына кескіштерді орналастыру схемаларын есептеу кезінде өнімді бұрғылаудың барлық негізгі аспектілерін ескеретін және тау жыныстарын бұзатын кескіштердің жоғары тозуға төзімділігін қамтамасыз ететін кесу-жару процестерінің механикасын дәлірек түсіну қажет екенін атап өткен жөн. Бұл жұмыста PDC кескішімен тау жыныстарын кесу-илеу режимін талдау жасалды. Кескіш моменттің әсерінен қозғалғанда, тұрақты режимде және тау жынысын кесу тереңдігі кескіштің келесі жұмыс схемасына сәйкес келеді (сурет. 1). Параметрлердің кесу тереңдігіне әсерінің нәтижесінде пайда болатын тәуелділікті алу үшін тұрақты кесу-айналдыру режимінде алынған R күшінің әсер ету бағытын негіздеу маңызды, онда тұрақты сыртқы параметрлермен тау жынысын кесу тереңдігі өзгермейді. R – нәтижесінде пайда болған осьтік күш өсті және FR жынысының тангенциалды кесу күші пайда болды. Егер бұл күш кескіш жазықтыққа дұрыс бұрышпен бағытталса, онда оның кескіш жазықтыққа проекциясы нөлге тең болады. Бұл h Кесу тереңдігін өзгертпестен тұрақты процесс режимі (сур. 2, а).

Өнеркәсіптің өндіруші салаларының қазіргі заманғы дамуы ұңғымаларды бұрғылау технологиясын жетілдіруді, ұңғыманың механикалық жылдамдығын арттыруды, қашауға үңгілеуді, физикалық-механикалық қасиеттердің жоғары өзгергіштігі жағдайында бұрғылау процесінде дірілді төмендетуді талап етеді. Көмірсутек шикізатын өндіруге арналған күрделі профильді ұңғымалардың терең және ұзын ұңғымаларын бұрғылау кезінде қашаулардың пайдалану параметрлеріне қойылатын талаптар әсіресе жоғары. Мұндай жағдайларда қашаудың дизайнын таңдау, кесу схемалары мен бұрғылау режимінің параметрлері тау жыныстарын бұрғылау процесінің техникалық-экономикалық көрсеткіштері үшін үлкен маңызға ие.



1 – сурет - PDC кескішімен тау жыныстарын кесу процесін талдау схемасы

PDC кескішінің жалпы жұмыс схемасы келтірілген, одан F_p тау жынысының кесу-жару күші, p кескішке осьтік жүктеме, F_{y1} үйкеліс күші, R күші, R_y тау жыныстарының реакциясы сияқты белсенді күштердің мәні туралы негізгі аналитикалық тұжырымдар келтірілген және F_p , сондай-ақ негізгі өлшемдер, соның ішінде тереңдік h .

Тау жынысын бұзу процесі сығымдау ядросында және ядро айналасында жыныстың деформациясымен бірге жүреді[1]. Сондықтан, аналитиканы шығару кезінде деформация процестеріне энергия мен сыну күштерінің шығындарын ескеру қажет — қабаттардың, тау жыныстарының бір-біріне қатысты ығысуы, олар жойылу энергиясының айтарлықтай жоғалуына әкелуі мүмкін.

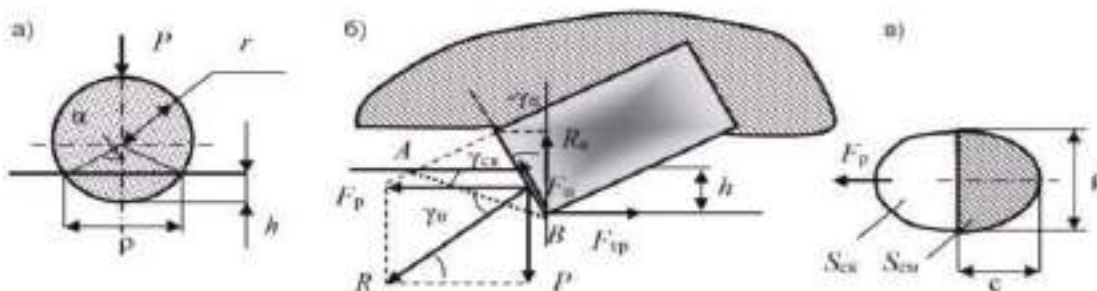
Мұны тау жыныстарының қабаттары бұзылған кезде Деформацияланатын ішкі үйкеліс коэффициенті арқылы жасауға болады[4].

Ортаның кескіштің жұмысына әсерін нақтылау үшін суретті қарастырыңыз. 2.

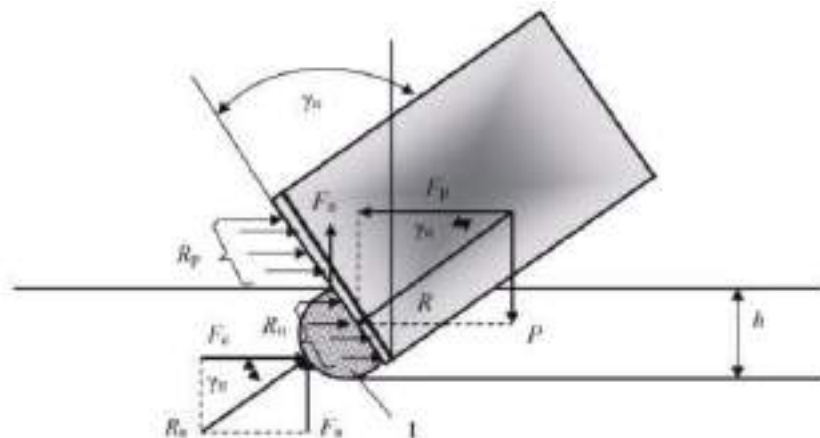
Схемадан теріс алдыңғы бұрышпен орнатылған жазықтық кескіште — h тереңдетілген тау жынысы h тереңдігіне және v_p жылдамдығымен қозғалады, ортаның кедергісі — R_p түбіндегі бұрғылау ерітіндісі және толығымен жойылмаған тау жынысы R_p әсер етеді.

PDC кескіштері бар тау жыныстарын кесу-илектеу режимі кезінде R күші кескіш жазықтығына дұрыс бұрышпен бағытталады, F_p кесу күштерінің R күші тең болады, ал осьтік күш пропорциядан анықталады.

$$R = \frac{F_p}{\cos \gamma_n} = \frac{P_{oc}}{\sin \gamma_n} \quad (1)$$



2 – сурет - PDC кескішімен тау жыныстарын уату процесінің сызбасы: алдыңғы кескіштің көрінісі (а); бүйірдегі кескіштің көрінісі (б); цилиндрлік PDC кескішімен тау жыныстарын уату және уату алаңдарының пішіні мен өлшемдері (в)



3 – сурет - PDC кескішімен тау жыныстарын кесу-жару процесін талдау схемасы: 1-ядро тау жыныстарының қысылуы

Бұл формуладан тау жыныстарын кесу күшін арақатынастан анықтауға болады:

$$F_p = S_{ck} \sigma_{ck} (1 + \tan \varphi) + f P_{sc} \quad (2)$$

мұндағы σ_{ck} — кескішке осьтік жүктеме, Н; F_p — кескіштің алдыңғы бетіне әсер ететін жылдамдық қысымына байланысты орта кедергісінің әсерінен жоғары бағытталған күш, Н; φ — кескішті орнатудың алдыңғы бұрышы, град[2].

S_{ck} жынысының жарылу алаңының өлшемі жарты осьтері 0,5 ρ және АВ болатын эллипстің ауданы ретінде күріш схемасына сәйкес есептеледі.

$$S_{ck} = 0,5 \pi \rho \cdot AB = 0,5 \pi \sqrt{dh} \cdot \frac{h}{\sin \gamma_{ck}} \quad (3)$$

мұндағы d — кескіштің диаметрі, м; h — кескішті жынысқа енгізу тереңдігі, м; γ_{ck} — кескіштің алдыңғы бетіндегі жыныстың жарылу бұрышы, град.

Алынған формуланы (3) формулаға ауыстырғаннан кейін, кескішті орнату мүмкіндігін ескере отырып, тау жынысын кескішпен кесу-жару күшін анықтаймыз (2-суретті қараңыз).

$$F_p = \frac{\sigma_{ck} \pi \sqrt{dh} h (1 + \tan \varphi)}{\sin \gamma_{ck}} + f P_{sc} \quad (4)$$

R_p және R_r күштерін келесілер негізінде анықтаймыз, Бернуллидің негізгі тәуелділіктері және Навье-Стокс теңдеулері.

Кесу тереңдігі мына формула арқылы табылады:

$$h = \sqrt{\left[\frac{P_{sc} \sin \gamma_{ck} (1 - f \tan \varphi)}{\pi \sigma_{ck} \cos \varphi \tan \gamma_{ck} \sqrt{d} (1 - \tan \varphi)} \right]^3} \quad (6)$$

Мұндағы

$$A = 0,125 v^2 \rho_c \pi d^2 C_x \cos \gamma_n \quad (7)$$

Алынған формуладан PDC кескіштерімен тау жыныстарын кесу-жару тереңдігіне әсер ету туралы бірқатар маңызды тұжырымдар келтірілген:

- * алдыңғы бұрышы кескіш уп;

- * кескіштің айналу бұрышы

тау жыныстарын кесу-жару бағыттары ФР;

- * ұңғыманың түбіндегі кескіштің сызықтық жылдамдығы ретінде анықталған тау жыныстарының кесу жылдамдығы[3].

Формуладан көрініп тұрғандай, ир алдыңғы теріс бұрышының жоғарылауы осьтік күштің бір бөлігін қоршаған орта реакциясымен өтеу арқылы тау жынысын кесу тереңдігінің төмендеуіне әкеледі (жойылған тау жынысы және пайда болған шламмен қаныққан бұрғылау ерітіндісі). Кескіштің айналу бұрышын арттыру ФР

бұл h кесу тереңдігінің жоғарылауына әкеледі, өйткені бұзылу борозының енінің төмендеуіне байланысты тау жынысының кесу-жару кедергісі төмендейді.

Алынған тәуелділікті PDC кескіштері бар бұрғылау қашауларын жобалау кезінде қолдануға болады, олар үшін кескіштердің біркелкі тозуының маңызды шарты кескіштің соңғы бетінің әртүрлі нүктелерінде орналасқан барлық кескіштердің кесу-тегістеу біркелкілігі болып табылады. Мысалы, кесу кезінде кескіштің қозғалу жылдамдығы белгілі болғандықтан - Тау жынысын тесу оны енгізу тереңдігіне айтарлықтай әсер етеді, нәтижесінде алынған аналитикалық тәуелділікті ескере отырып, соңында кескіштерді орнатудың ұтымды схемасын анықтауға болады.

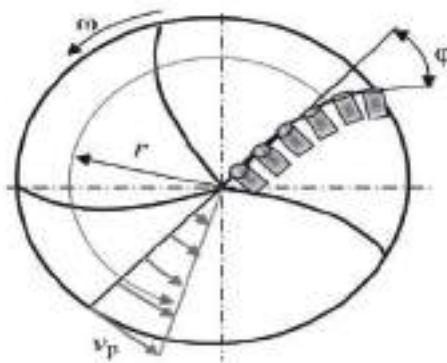
Кескіштің траекториясының R радиусына байланысты сызықтық кесу жылдамдығы (сурет. 4) қашаудың ұшына орналастырылған және айналу жиілігі

ω кескіні өрнекпен анықталады:

$$v_r = 2\pi\omega R.$$

4 – сурет бойынша кескіштердің кесу жылдамдығын бөлу сызбаларын және қашаудың ұшына кескіштерді орнатуды көрсетеді.

Берілген тәуелділіктер мен тізбектерден, егер қашау ұшының орталық нүктесіндегі сызықтық жылдамдығы тең болса онда, мысалыға қашаудың айналу жиілігі 300 мин⁻¹ (5 с⁻¹) кезінде диаметрі 190,5 мм (0,1905 м) қашау үшін қашаудың сыртқы радиусында орналасқан кескіштің сызықтық жылдамдығы 3 м/с тең болады, егер қашаудың диаметрі 250,8 мм (0,2508 м) болса, онда қашаудың сол жылдамдық мәні сызықтық жылдамдық шамамен 4 м / с болады.



4 – сурет - Кесу-жару жылдамдығын ескере отырып, қашаудың ұшына кескіштерді орнату схемасы

Кесу жылдамдығының осындай таралуының нәтижесінде жақын орналасқан кескіш кескіштер сыртқы диаметрге қарай тау жынысында аз тереңдік болады, бұл кескіштің ұшының ортасына жақын орналасқан кескіштерге қарағанда аз, өйткені олар кескіштің сызықтық қозғалыс жылдамдығының жоғарылауымен өсетіні белгілі тау жыныстарын кесуге жоғары

қарсылықты сезінеді. Осылайша, бір қарағанда парадоксалды фактіні атап өтуге болады: әр түрлі кесу-жару сызықтарына орналастырылған қашау кескіштері, сол тау жынысының жойылуын жүзеге асырады, кесу-жаруға әр түрлі қарсылықты сезінеді[5].

Кесу-жару жағдайларын және тереңдігін теңестіру мәселесін шешу үшін, қашаудың ұшындағы барлық кескіштер кесу-жаруға тең қарсылық жағдайында жұмыс істейтін болады, оларды қашаудың ұшында орналастырған кезде формуладан (6) туындайтын жалпы техникалық ұсыныстарды қолданған жөн.:

- Кескіштердің диаметрі кесу жылдамдығын ескере отырып азайтылуы мүмкін
- Тау жыныстарын теңескен кесу тереңдігімен тегістеу үшін алдыңғы бұрыш шамасымен белсенді түрде түрленуі мүмкін;
- Φ_r кескішінің бұрылу бұрышы $0—10^\circ$ аралығында өзгеруі мүмкін және орталықтан шетіне қарай ұлғаюы мүмкін[6].

Қорытынды. Тау жыныстарын PDC типті кескіштермен кесу-жару тереңдігін есептеу тәуелділігі алынды (6), онда құраушы арқылы кескіштің сызықтық қозғалыс жылдамдығы мен құралдың қоршаған ортаның тығыздығының әсері, атап айтқанда шламмен қаныққан бұрғылау ерітіндісінің кедергісі және кескіштің алдында орналасқан бұзылған тау жынысы анықталады.

Есептеулер көрсеткендей, қоршаған ортаға төзімділігі айтарлықтай болуы мүмкін және тау жынысының бұзылу қатпарларының тереңдігін төмендеуіне алып келеді.

Кескіштің ұшында орналасқан кескіштер әр түрлі сызықтық жылдамдыққа ие болғандықтан, олардың ұшының ортасына қатысты орналасуына байланысты бұрғылау құралын қаруландыруды жобалау кезінде кескіштердің әр тобы үшін қарсылықты ескеру қажет, бұл біркелкі жүктеме мен кернеуді қамтамасыз етеді, яғни кескіштердің материалы жоғары ресурстық қасиетке ие болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Башкатов Д.Н. Обоснование угла установки резцов в долотах лопастного типа //Инженер-нефтяник. — 2010. — № 3. — С. 21—24.
- [2] Третьяк А.Я., Попов В.В., Гроссу А.Н., Борисов К.А. Инновационные подходы к конструированию высокоэффективного породоразрушающего инструмента // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2017. — № 8. — С. 225—230. DOI: 10.25018/0236-1493-2017-8-0-225-230.
- [3] Huang H., Lecampion B., Detournay E. Discrete element modeling of tool-rock interaction I: rock cutting // International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. 2013. Vol. 37, No 13, Pp. 1913—1929.
- [4] Dong G., Chen P. 3D numerical simulation and experiment validation of dynamic damage characteristics of anisotropic shale for percussive-rotary drilling with a full-scale PDC bit // Energies. 2018. Vol. 11, No 6, Pp. 1326.
- [5] Brook B. Principles of diamond tool technology for sawing rock // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2002. Vol. 39, No 1, Pp. 41—58.
- [6] Saksala T. 3D numerical modelling of bit rock fracture mechanisms in percussive drilling with a multiple-button bit // International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 2013. Vol. 37, Pp. 308—324.

Конструкторские и технологические методы повышения эффективности работы долот пикобура с оружием PDC

С.К. Жалил¹ Карманов Т.Д. 2²

Аннотация. Рассмотрена механика разрушения горных пород резцами PDC с учетом динамических процессов резания-скалывания горной породы и сопротивления среды. Под средой понимается буровой раствор, насыщенный шламом, а также слой уже разрушенной, но еще не удаленной из зоны разрушения породы. В этом случае плотность среды может достигать высокого значения, и с учетом линейной скорости перемещения резцов по забою, а также того, что размеры

резцов могут быть достаточно велики (10— 25 мм), влияние среды может быть существенно. Возникает необходимость учитывать как влияние динамических процессов резания-скалывания, так и влияние среды при выполнении расчетов, в том числе при компьютерном моделировании при проектировании параметров буровых инструментов с целью создания долот и буровых головок высоких эксплуатационных качеств.

Ключевые слова: бурение, PDC, буровое долото, разрушение горных пород

Design and technological methods for improving the efficiency of picobur bits with PDC weapons

S.K. Zhalil  **T.D. Karmanov** 

Abstract. The article analyzes mechanics of rock destruction by PDC cutters with regard to the dynamic processes of cutting–shearing of rocks and resistance of the medium. The medium is understood as the drill fluid with bit cuttings and the layer of fractured unremoved rock. The density of such medium can be high, and, in view of the linear velocity of the cutters and their size (10–25 mm), the influence of such medium can be considerable. It is necessary to take into account both the cutting–shearing dynamics and the influence of the medium when calculating, including computer modeling, and designing drilling bits of high functional quality.

Keywords: drilling, PDC, drilling bit, rock fracture.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Е.Е.Жандар, К. К. Елемесов

Satbayev university, Казахстан, г.Алматы

[*erbol.zhandar@mail.ru](mailto:erbol.zhandar@mail.ru)

Аннотация. Сочетание технологий горячей обработки с термическим путем в контролируемых условиях дает возможность достичь требуемых механических свойств при меньших затратах. Замена традиционной прокатки и термической обработки после прокатки интегрированными стратегиями контролируемой формовки и охлаждения подразумевает значительное снижение энергопотребления, повышение производительности и более компактные установки в сталелитейной промышленности. Тем не менее, металлургические проблемы, которые подразумевает эта интеграция, являются актуальными и впечатляющими достижениями, достигнутыми за последние 40 лет. Разработка новых марок стали и технологий обработки, предназначенных для термомеханически обработанных продуктов, увеличивается, и их внедрение распространяется на продукты и приложения с более высокой добавленной стоимостью.

Ключевые слова: Термический путь, сталь, термомеханика, лабораторные эксперименты, перспективная технология

Достижение механических свойств и стабильности процесса во время процесса термомеханического контроля (ТМСР) зависит от химического состава, контроля и оптимизации параметров процесса, а также стратегий охлаждения после формования и термообработки.

Поэтому этот специальный выпуск включает материалы по различным областям, темам, сортам стали и технологиям формования с использованием процесса ТМСР из стали.

В дополнение к взаимосвязи между металлургическими характеристиками и химическим составом, процессами и конечными свойствами, влияние передовых методов определения характеристик и инновационных стратегий моделирования предлагает новые инструменты для дальнейшего внедрения технологии ТМСР.

Граница аустенитного зерна считается еще одним фактором, снижающим температуру B_s в результате увеличения межфазной энергии зарождения.

Shao, Y., Li, X., Ma, J., Liu, C. и Yan, Z. Было исследовано влияние температуры деформации, уменьшения деформации и скорости деформации на формирование микроструктуры, ферритное и мартенситное фазовое превращение, деформационно-деформированное поведение и микротвердость низкоуглеродистой ферритовой нержавеющей стали. Повышение температуры деформации способствовало образованию диффузионного равноосного феррита при динамическом деформационном преобразовании и подавляло мартенситное превращение. Увеличение деформации эффективно способствует превращению феррита в динамическое превращение за счет деформации (выше), и достигается многофазное превращение, вызванное эффектом деформационного упрочнения метастабильного аустенита. [1, с. 463].

Uranga P. в своей анализирует лабораторные термомеханические модели, воспроизводящие межкритические условия прокатки, выполненные в простых низкоуглеродистых и NbV-микролегированных сталях. С помощью метода дифракции обратно рассеянных электронов (ДОЭ) достигается дискретизация между межкритически деформированным ферритом и новыми зернами феррита, образовавшимися после деформации. Кондиционирование аустенита перед межкритической деформацией в стали, содержащей Nb, влияет на баланс конечных выделений, изменяя распределение по размерам и происхождение Nb (C, N). Этот факт мог модифицировать субструктуру межкритически деформированных зерен [2, с. 1049].

Его исследование также предлагает будущие методы использования второй фазы для контроля роста зерен сплавов Fe-Al-Cr для получения лучших механических свойств. В сплаве Fe-Al-Cr аустенитное превращение происходит путем добавления аустенитных элементов,

что приводит к образованию второй фазы и сегрегации вдоль границ зерен и предотвращает рост зерен. Образование зародышей γ -фазы в сплаве Fe-Al-Cr контролировалось соотношением никеля к хрому. При соотношении сплава Ni/Cr (eq), превышающем 0,19, кристаллическая фаза может образовываться в сплавах Fe-Al-Cr. Взаимосвязь между аустенитизацией и образованием зародышей фазы FeCr(C) определяется термодинамическими расчетами.

Han Y. в своем исследовании он исследовал влияние температуры и скорости деформации на свойства при растяжении в горячем состоянии ферритовой нержавеющей стали 0—Cr—18alsi, потенциального конструкционного материала в сверхкритической промышленности. Это исследование обеспечивает глубокое понимание поведения и механизма горячей деформации нержавеющей стали на основе феррита, включая алюминий, и обеспечивает базовое рассмотрение конструкции для ее широкого применения. Предел текучести и предел прочности при растяжении увеличиваются с увеличением скорости деформации. При высоких температурах и низких скоростях деформации происходит длительная деформация образования шейки, что в некоторой степени определяет пластичность стали. [3, с. 86].

Pereda V. основное внимание было уделено изучению поведения при высокотемпературной обработке микросплавной стали Ti-Nb с высоким содержанием Ti (>0,05%). После анализа испытания на кручение было обнаружено, что добавки 0,1% и 0,15% Ti снижают скорость размягчения при всех температурах [4, с. 165].

Считается, что это замедление обусловлено главным образом эффектом сопротивления растворенного вещества, оказываемого Ti в твердом растворе. Охарактеризовано состояние осаждения стали после повторного нагрева и деформации и оценена применимость существующей модели эволюции микроструктуры.

Манчини анализирует производство полос из ферритовой нержавеющей стали. В своей работе они анализируют происхождение некоторых дефектов кромок, возникающих при горячей прокатке полосового проката этой марки, выполняют расчеты горячей механической и микроструктуры и улучшают качество готовой продукции за счет уменьшения дефектов зазубренных кромок горячекатаных изделий. В результате было установлено, что этот дефект был вызван условиями обработки, которые вызвали аномальный нагрев, что привело к неконтролируемому росту зерна по краям. Склепанные и продолговатые зерна не будут перекристаллизовываться при горячей деформации. В результате они имеют тенденцию выдавливать более мягкую, перекристаллизованную матрицу по периметру к концу стержня, где возникают трещины, характеризующие дефекты поверхности. [5, с. 186].

Также перспективным выглядит новую микроструктуру стали со средним содержанием марганца (6,5 мас. % Mn) с 0,1 мас. % Nb, разработанную с использованием программного обеспечения для термодинамического моделирования Thermo-Calc и JMatPro.

Микроструктура литейного состояния состоит в основном из смеси мартенсита, феррита и небольшого количества аустенита, и микроструктура в условиях гомогенизации сохраняется, соответствующая мартенситу и аустениту, и подтверждается рентгеноструктурным анализом. Чтобы спроектировать дальнейшие этапы производства стали, гомогенизированные образцы были подвергнуты испытаниям на горячее сжатие, чтобы определить их поведение во время пластического течения.

После моделирования различных условий аустенита ТМСР в термомеханических симуляторах Gleeble результаты различных методов определения характеристик были объединены для отслеживания выбросов микросплавов. Атомно-зондовая томография (APT), сканирующая просвечивающая электронная микроскопия в сканирующем электронном микроскопе с сфокусированным ионным пучком (STEM-on-FIB) и измерения электрического сопротивления, связанные с состоянием осадков Осадки, образующиеся при охлаждении или изотермическом воздействии, можно отличить от осадков из-за деформации, подтвердив измерения STEM с использованием APT результаты.

Webel J. была проведена оценка влияния термомеханической обработки на эволюцию микроструктур аустенита и связанного с ним конечного феррита. Моделирование

механической обработки стана горячей прокатки низкоуглеродистой стали с использованием титана и молибдена было проведено с использованием испытания на горячее кручение, и было исследовано влияние больших различий в накоплении деформации аустенита на морфологию аустенита и развитие микроструктуры после изотермического превращения. Чем больше накопление деформации сдвига аустенита, тем больше уменьшается размер зерна исходного аустенита и полигонального феррита. Кроме того, распределение размеров частиц полигонального феррита было предопределено, и присутствие твердого компонента вторичной фазы было сведено к минимуму за счет большого накопления деформации аустенита. [7, с. 243].

Результаты показывают, что для достижения желаемой микроструктуры феррита требуется интенсивное накопление деформации аустенита перед разложением.

Пушкарёва исследовала добавку V к изотермически сформированным бейнитам в среднеуглеродистых сталях, содержащих остаточный аустенит, с использованием высокоэнергетической рентгеновской дифракции (HEXRD) и спектроскопии потерь энергии электронов *in situ* (EELS) и рентгеновского анализа дисперсии энергии (EDX) в просвечивающей электронной микроскопии (TEM). Не наблюдалось существенного влияния V в твердом растворе на скорость превращения бейнита, процентное содержание конечной фазы и ширину бейнитной полосы при превращении в диапазоне 375–430°C. При самой низкой температуре превращения стабильность аустенита была повышена благодаря хорошему измельчению и размерным эффектам блочного мартенсит-аустенита (Ma). В целом, добавка V приводит к незначительному повышению уровня прочности [8, с. 387].

Заключение

Развитие термомеханической обработки в последние годы было впечатляющим. В настоящее время применение термомеханических процессов, снижающих стоимость и время, необходимое для окончательной термообработки, распространяется на широкий спектр марок стали и продуктов, как показано в статьях, собранных в текущем специальном выпуске. Эти разработки, тем не менее, требуют высокого уровня интенсивных исследований и переноса в промышленность, а также понимания основных механизмов, которые при надлежащем контроле обработки обеспечат надежность этих технологических маршрутов в самых сложных условиях эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Shao, Y.; Li, X.; Ma, J.; Liu, C.; Yan, Z. Microstructure Formation of Low-Carbon Ferritic Stainless Steel during High Temperature Plastic Deformation. *Metals* 2019. p. 463.
- [2] Uranga, P. Interaction between Microalloying Additions and Phase Transformation during Intercritical Deformation in Low Carbon Steels. *Metals* 2019. p. 1049.
- [3] Han Y. Tensile Properties and Microstructural Evolution of an Al-Bearing Ferritic Stainless Steel at Elevated Temperatures. *Metals* 2020. p. 86.
- [4] Pereda, B. Effect of High Ti Contents on Austenite Microstructural Evolution During Hot Deformation in Low Carbon Nb Microalloyed Steels. *Metals* 2020. p.165.
- [5] Mancini S. Defect Reduction and Quality Optimization by Modeling Plastic Deformation and Metallurgical Evolution in Ferritic Stainless Steels. *Metals*. 2020. p.186.
- [6] Webel J. Tracing Microalloy Precipitation in Nb-Ti HSLA Steel during Austenite Conditioning. *Metals* 2020. p.243.
- [7] Pushkareva I. Vanadium Additions on Isothermally Formed Bainite Microstructures in Medium Carbon Steels Containing Retained Austenite. *Metals* 2020. p.387

Үлкен диаметрлі құбырларды өндіру үшін болатты термомеханикалық өңдеу технологиясын жасау

Е.Е.Жандар, К. К. Елемесов

Термоөңдеу технологияларының бақыланатын жағдайларда жылу жолымен үйлесуі қажетті механикалық қасиеттерге төмен бағамен қол жеткізуге мүмкіндік береді. Дәстүрлі илемдеу және илектенген кейінгі термиялық өңдеуді біріктірілген бақыланатын қалыптау және салқындату стратегияларымен алмастыру болат өнеркәсібіндегі қуатты үнемдеуді, жоғары өнімділікті және

неғұрлым ықшам зауыттарды білдіреді. Дегенмен, бұл интеграцияны білдіретін металлургиялық қиындықтар соңғы 40 жылдағы өзекті және әсерлі жетістіктер болып табылады. Термомеханикалық өңделген өнімдерге арналған болаттың жаңа сорттары мен өңдеу технологияларының дамуы артып келеді және оларды қабылдау қосылған құны жоғары өнімдер мен қолданбаларға таралуда.

Негізгі сөздер: Жылулық әдіс, болат, термомеханика, зертханалық тәжірибелер, озық технология

Development of technology for thermomechanical processing of steel for the production of large diameter pipes

Zhandar Y. Y., **K.K. Yelemesov**

The combination of heat treatment technologies with heat under controlled conditions allows to achieve the required mechanical properties at a low cost. Replacement of traditional rolling and post-rolling heat treatment with integrated controlled forming and cooling strategies means energy savings, higher productivity and more compact plants in the steel industry. However, the metallurgical challenges that this integration represents are relevant and impressive achievements of the last 40 years. The development of new grades and processing technologies for steel for thermomechanically processed products is growing and their adoption is spreading to high value-added products and applications. The results show that in order to achieve the desired ferrite microstructure, intensive accumulation of austenite deformation is required before decomposition.

Keywords: Thermal path, steel, thermomechanics, laboratory experiments, advanced technology

УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ПОТРЕБНОГО ОБОРОТНОГО ФОНДА АГРЕГАТОВ ДЛЯ САМОХОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ

Т.М. Ильгульдинова , Г.Ж. Хамитова 

С. Сейфуллин атындағы Қазақагротехникалық университеті., Қазақстан, Нұрсұлтан қ.
ilguldinova.05@mail.ru, gulzh2006@mail.ru

Аннотация. В статье определены основные факторы, влияющие на потребность в запасных частях для технического обслуживания и ремонта транспортно-технологических машин. Обоснована необходимость разработки усовершенствованного метода управления запасами, учитывающего условия потребления запасных частей в процессе эксплуатации транспортно-технологических машин. Разработан метод определения оптимального числа агрегатов оборотного фонда с учетом вероятностных характеристик долговечности агрегатов. . Как показала практика, применение систем ремонта с использованием старых методов снабжения запчастями и обменными агрегатами при эксплуатации подземного СО оказалось малоэффективной. Из-за несовершенства ремонтной службы на подземных рудниках наблюдаются значительные простои технологического оборудования. Агрегаты, капитально отремонтированные необходимо рассматривать как невосстанавливаемые изделия, так как прошедшие капитальный ремонт агрегаты при отказе заменяются другими, а отказавшие агрегаты списываются.

Ключевые слова: Запасные части, потребность, ремонт, оборотный фонд агрегатов, обработка статистических данных, надежность.

Особенности эксплуатации самоходного оборудования (СО) накладывает определенные требования к ремонтным службам шахт и рудников, а именно: применение современных методов планирования, организации и оперативного управления техническим обслуживанием и ремонтом; обеспечение ремонтных рабочих и ИТР ремонтной документацией, инструментом, приспособлениями; управление запасами оборотного фонда агрегатов, сборочных единиц для проведения технического обслуживания и ремонта; создание стационарных и мобильных ремонтных средств под землей; специализация ремонтного персонала.

Поддержание в работоспособном состоянии современного сложного СО потребовало разработки новых систем ремонта, в том числе и снабжения запасными частями, выбора методов управления запасами оборотного фонда агрегатов. Как показала практика, применение систем ремонта с использованием старых методов снабжения запчастями и обменными агрегатами при эксплуатации подземного СО оказалось малоэффективной. Из-за несовершенства ремонтной службы на подземных рудниках наблюдаются значительные простои технологического оборудования. Длительность простоев колеблется от 12 до 30 % общего времени.

Одна из основных стратегий, принятой в адаптивной системе ремонта, являются: оперативное планирование и управление ремонтными работами, расчет мощности мастерских, числа ремонтников и ремонтных средств, количества запчастей должны вестись с учетом изменения уровня надежности каждой машины в зависимости от длительности их эксплуатации /1/.

Для эффективного управления оборотным фондом агрегатов самоходных машин необходимо знать потребное количество их на определенный промежуток времени, и места их хранения (под землей или на поверхностном складе рудника, на центральных базах хранения оборотного фонда).

В связи с этим предлагается метод определения потребного числа новых и прошедших капитальный ремонт агрегатов с использованием вероятностно-оптимизационных моделей и учетом факторов старения агрегатов.

Случайный характер процесса ремонта (или спроса) требует использования вероятностных методов для оптимизации оборотного фонда.

Вероятностный метод определения потребного количества агрегатов применяется в том случае, когда имеются достаточные статистические данные для получения показателей технического ресурса каждого типа съемных агрегатов, законы распределения ресурса и их параметры.

Прежде чем приступить к определению потребного количества агрегатов по вероятностному методу необходимо обработать информацию о съемных агрегатах СО и статистические данные по ресурсу ремонтных единиц.

Сбор и обработка статистических данных производились на основании комплекса государственных стандартов по системе сбора и обработки эксплуатационной информации о надежности, по полной и усеченной выборкам с использованием методов теории вероятностей и математической статистики.

Задача статистической обработки информации заключается в том, чтобы, исходя из данных эксперимента, получить выводы, характеризующие всю совокупность исследуемых свойств надежности рассматриваемых изделий [1].

С помощью разработанных методик, алгоритмов и программ расчетов на ЭВМ, для каждого съемного агрегата были построены графики законов распределений ресурсов и получены следующие показатели надежности: математическое ожидание m_R , машино-часы (маш.-ч); дисперсия $D_{R\text{маш.-ч.}}$; среднее квадратическое отклонение σ_R , маш.-ч.; коэффициент вариации v , нижняя R_H и верхняя R_B доверительные границы ресурса, маш.-ч. (табл. 1).

Обработка статистических данных по ресурсу пяти основных агрегатов автосамосвалов TORO-40D и погрузочно-доставочных машин (ПДМ) TORO-501DL показала, что плотность распределения ресурса главного редуктора, колесного редуктора и двигателя подчиняется нормальному закону, а коробки гидромеханической передачи и гидротрансформатора – закону Вейбулла.

Таблица 1 - Показатели надежности агрегатов автосамосвала TORO-40D

№	Агрегат	Закон распределения	Математ. ожидание m_R , маш.-ч.	Доверительные границы, машино-час.	
				нижняя	верхняя
1	Двигатель	Н*	9511	8857,51	10164,49
2	Гидротрансформатор	В**	12758	11613,335	13902,66
3	Коробка передач	В	11000	9946,892	12053,108
4	Главный редуктор	Н	12910	11865,238	13954,762
5	Колесный редуктор	Н	19980	18948,116	21011,884

Примечание. Н* - нормальный, В** - Вейбулла.
продолжение таблицы 1

№	Среднее квадратическое отклонение, σ_R , маш.ч.	Коэффициент вариации, v	Дисперсия D_R , тыс. маш.ч.	Критерий согласия, W
1	2385	0,25	5688	0,9786
2	5576	0,437	31091,5	0,96
3	5130	0,466	26312,5	0,958
4	3813	0,295	14538,9	0,9594
5	3766	0,188	14182,8	0,97

Потребное количество агрегатов N , не прошедших капитальный ремонт:

$$N = Q(R_i) \cdot N_i, \quad (1)$$

где N_i – количество агрегатов, введенных в эксплуатацию в определенном периоде.
Вероятность отказа агрегата:

$$Q(R_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(R_i - \bar{R})^2}{2 \cdot \hat{S}^2}}, \quad (2)$$

где $\bar{R}$ - математическое ожидание ресурса, маш.-ч;

R_i – значение ресурса, маш.-ч;

$\hat{S}$ - несмещенная оценка для генерального среднего квадратического отклонения S_R нормального распределения, маш.-ч.

Вероятность безотказной работы агрегатов до капитального ремонта:

$$P(R_i) = 1 - Q(R_i) \quad (3)$$

Вероятность безотказной работы агрегата, распределение ресурса которого подчинен закону Вейбулла:

$$P(x) = \begin{cases} 1, & R \leq c \\ \exp\left[-\left(\frac{R-c}{a}\right)^b\right], & t > c, \end{cases} \quad (4)$$

где a, b, c – параметры распределения.

Среднюю наработку агрегата до отказа находят по формуле

$$R_{cp} = c + a \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \quad (5)$$

Значения функции $\Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right)$ приведены в ГОСТ 11.007-75 /2/.

Определяя вероятность отказа по формуле (2), можно определить вероятность безотказной работы агрегата за рассматриваемый период, количество агрегатов N , отправляемых на капитальный ремонт, и таким образом можно узнать потребность в капитальных ремонтах и время их проведения.

При определении вероятности безотказной работы и отказа необходимо учитывать возраст (до капитального или после капитального ремонта) и наработку агрегата.

К невосстанавливаемым агрегатам относятся те, у которых отказ наступает вследствие усталостного разрушения. Агрегаты, капитально отремонтированные необходимо рассматривать как невосстанавливаемые изделия, так как прошедшие капитальный ремонт агрегаты при отказе заменяются другими, а отказавшие агрегаты списываются.

Определяем вероятность безотказной работы двигателей, прошедших капитальный ремонт до списания.

Вероятность безотказной работы капитально отремонтированных агрегатов находится из формулы

$$P(R_i) = F_0\left(\frac{\bar{R} - R_i}{\hat{S}}\right), \quad (6)$$

Значения вероятности безотказной работы в зависимости от $x = \frac{\bar{R} - R_i}{\hat{S}}$ приведены в таблицах 4 /3/ и 1.2 /4/.

Вероятность отказа за рассматриваемый период:

$$Q(R_i) = 1 - P(R_i) \quad (7)$$

Потребное число агрегатов, требующих списания находим по формуле (1).

Результаты расчетов даны в таблице 2, в качестве примера взяты двигатели автосамосвалов TORO-40D, введенных в эксплуатацию с 2013 - 2017 годы.

Показатели вероятности безотказной работы $P(R_i)$ и вероятности отказа $Q(R_i)$ агрегатов в зависимости от наработки показаны на рисунке 1.

Таблица 2 – Общее потребное количество двигателей TORO-40D, отправляемых на капитальный ремонт и списание

Рудник	2014г.		2015г.		2016г.		2017г.		2018г.		2019г.		2020г.		2021г.	
	капремонт	списание	капремонт	списание	капремонт	списание	капремонт	списание	капремонт	списание	капремонт	списание	капремонт	списание	капремонт	списание
№ 1	5	-	7	-	2	5	1	4	4	3	-	3	-	2	-	2
№ 2	-	-	5	-	3	2	2	1	4	3	-	2	-	3	-	3
№ 3	2	-	6	-	3	3	1	3	3	3	-	2	-	2	-	2
№ 4	3	-	3	-	1	1	-	4	1	2	-	-	-	-	-	1
Всего	10	-	21	-	9	11	4	12	12	11	-	7	-	7	-	8
Итого	10		21		20		16		23		7		7		8	

Примечания: рудники условно были пронумерованы в целях политики безопасности и конфиденциальности информации.

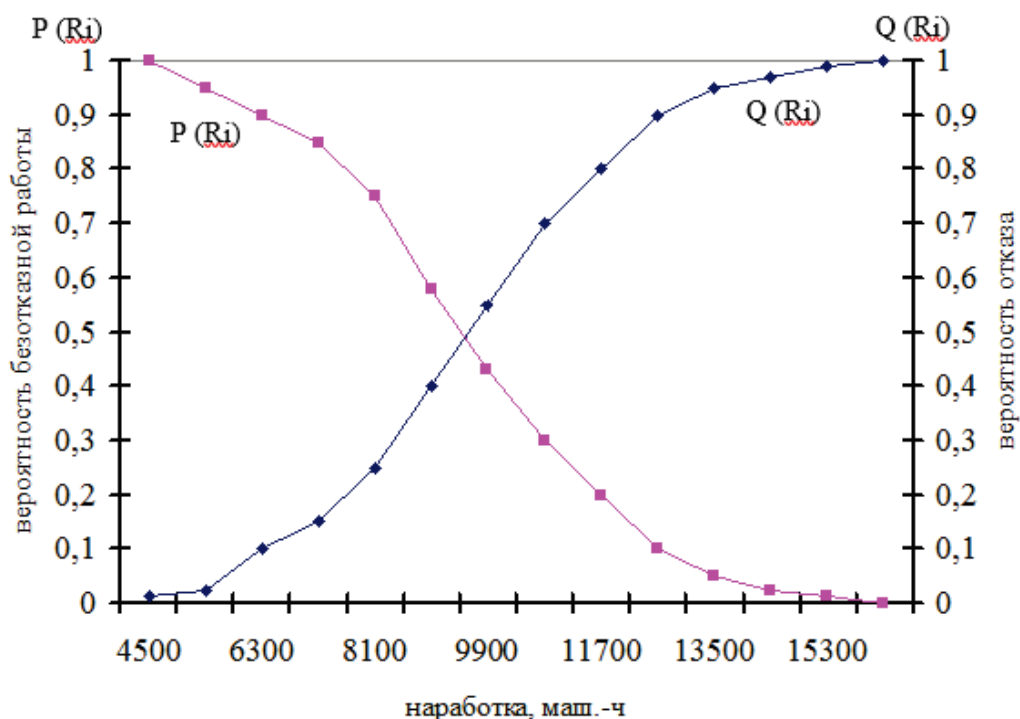


Рисунок 1 – Показатели вероятности безотказной работы $P(R_i)$ и отказа $Q(R_i)$ двигателя в зависимости от наработки

Таким образом, при оптимизации оборотного фонда агрегатов необходимо учитывать не только численность машин, условия эксплуатации и ремонта, но и исследовать старение машины, долговечность и срок службы агрегатов, не стационарность спроса, влияющие на номенклатуру и оптимальный размер оборотного фонда. Кроме того, немаловажную роль в оптимизации оборотного фонда играет схема размещения складов оборотного фонда агрегатов и расчета их количества на каждом складе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Филимонов А.Т. Ремонт самоходного оборудования на подземных рудниках. - М.: Недра, 1987, 279 с.
- [2] ГОСТ 11007-75. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров распределения Вейбулла. -М.: Издательство стандартов, 1980, 30 с.
- [3] ГОСТ 19460-74. Надежность в технике. Расчет показателей безотказности невосстанавливаемых объектов. -М.: Издательство стандартов, 1974, 16 с.
- [4] Шор Я. Б., Кузьмин Ф. И. Таблицы для анализа и контроля надежности. М.: Советское радио, 1968.
- [5] Шрайбфедер, Дж. Эффективное управление запасами / Джон Шрайбфедер; пер. с англ. – 2-ое изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 304 с.
- [6] Борозенец, В.Н. Прогнозирование потребности в запасных частях: дис. ...канд. экон. наук: 08.00.05 и 05.20.03 / В.Н. Борозенец. – Ставрополь, 1999. – 142 с.
- [7] Пославский О.Ф. Методы расчета числа запасных частей. М.: Знание. 1997. 48 с.

Жерасты кеніштерінің өздігінен жүретін жабдығы үшін агрегаттардың қажетті айналым қорының оңтайлы санын белгілеу

Т.М. Ильгульдинова , Г.Ж. Хамитова 

Аннотация. Мақалада көлік технологиялық машиналарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу үшін қосалқы бөлшектерге қажеттілікке әсер ететін негізгі факторлар анықталған. Көлік және технологиялық машиналарды пайдалану процесінде қосалқы бөлшектерді тұтыну шарттарын ескере отырып, қорларды басқарудың жетілдірілген әдісін әзірлеу қажеттілігі негізделген. Агрегаттардың ұзақ мерзімділігінің ықтималды сипаттамаларын ескере отырып, айналым қорының агрегаттарының оңтайлы санын анықтау әдісі әзірленді.

Негізгі сөздер: Қосалқы бөлшектер, қажеттілік, жөндеу, агрегаттардың айналым қоры, статистикалық мәліметтерді өңдеу, сенімділік.

Establishing the optimum number of units required for self-propelled equipment in underground mines

Ilguldinova T.M. , Khamitova G.Zh. 

Abstract: The paper identifies the main factors influencing the need for spare parts for maintenance and repair of transport technological machines. The necessity of developing an improved method of inventory management, which takes into account the conditions of spare parts consumption in the process of operation of transport-technological machines has been substantiated. A method for determining the optimal number of units of the circulating stock taking into account the probabilistic characteristics of the longevity of units has been developed.

Key words: spare parts, demand, repair, units revolving stock, statistical data processing, reliability.

УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ КЛАПАННЫХ УЗЛОВ ШТАНГОВОГО ГЛУБИННОГО НАСОСА ПУТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАВНОМЕРНОГО ИЗНОСА ЗАПОРНОГО ЭЛЕМЕНТА

А.А. Казамбаева^{ID}, С.А. Заурбеков^{ID}

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

s.zaurbekov@mail.ru, aidana-kazambaeva@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе авторы рассмотрели вопросы насосной добычи нефти с применением скважинного штангового насоса (СШН) с усовершенствованием конструкции клапанного узла.

Объем насосной добычи нефти в Казахстане и в мире растет, но при этом наблюдается рост отказов в работе именно штангового глубинного насоса из-за осложненных условий эксплуатации. В статье изложен анализ отказов работы штангового глубинного насоса. В работе описана конструкция скважинного глубинного насоса, клапанного узла, являющегося одним из основных узлов, от которого зависит работоспособность всего насоса. Показано, что элементы конструкции клапаны подвержены гидравлическому и абразивному изнашиванию. В следствии износа шара клапана происходит снижение подачи в среднем на 27% от начального значения. При таких значениях эксплуатация скважинного глубинного насоса неэффективна. На основе его было проведено исследование по упрощению конструкции клапана, повышению технологичности изготовления и повышению работоспособности клапана за счет изменения конструкции клапанного узла, что позволит снизить износ запорного элемента.

Ключевые слова: штанговые насосы, клапанные узлы, герметичность, износ, шарик.

В нынешнее время в Казахстане и за рубежом запасы нефти имеют тенденцию к сокращению, а условия добычи нефти постоянно усложняются. Из года в год компаниям, которые занимаются добычей нефти, требуется большое количество оборудования, способное работать в осложненных условиях эксплуатации. Штанговые глубинные насосные установки не стали исключением (ШГНУ), при помощи них в Казахстане добывают скважинную жидкость почти в 60% нефтяных скважин. Около 25% выхода из строя ШГНУ связано с запорным элементом клапанного узла.

Анализ около 8 тысяч отказов штанговых насосов показал, что первое место занимают отказы, причиной которых стали обрывы колонны штанг, второе место – отказы, связанные со снижением работоспособности запорного элемента клапанного узла, третье место – отказы, из-за потери герметичности плунжерной пары (рисунок 1).

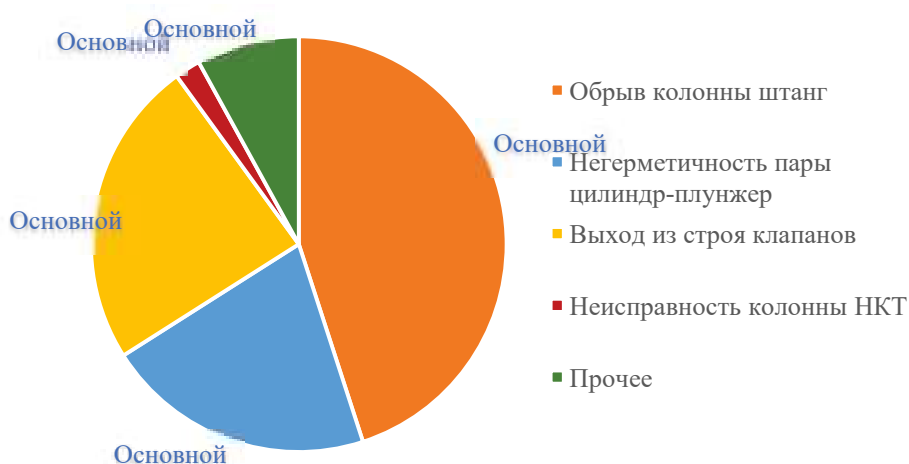


Рисунок 1 - Происхождение отказов штанговой насосной установки

Рассмотрим происхождение отказов штанговой насосной установки. В ходе возвратно-поступательного движения колонна штанг трётся об колонну насосно-компрессорных труб (НКТ). При таком трении изнашиванию подвергаются и колонна НКТ и штанги, что по итогу приводит к обрыву колонны штанг и колонны НКТ. Плунжерная пара при наличии

абразивных элементов в откачиваемой жидкости подвержена изнашиванию. Попадая в зазор, механические примеси вызывают истирание поверхности, что ведет за собой увеличение зазора и, как следствие, негерметичность пары [1]. Из диаграммы приведенной на рисунке 1 видно, что второе место отказов занимают выход из строя клапанов.

Учитывая то, что более 90% клапанных узлов штанговых глубинных насосов реализовано с шаровым сегментом, работы по совершенствованию конструкции клапанного узла являются актуальными. В данной статье описано решение, которое позволит увеличить срок службы клапанного узла штангового насоса.

Эксплуатация нефтяных скважин штанговыми насосными установками – это самый распространенный метод добычи не только в Казахстане, но и во всем мире. Это объясняется экономичностью, гибкостью и широкими возможностями применения данной системы [2].

Особенности, благодаря которым ШГНУ получили широкое распространение:

- Относительно несложная конструкция;
- возможность выполнения техобслуживания и ремонта в полевых условиях;
- высокое значение коэффициента полезного действия;
- возможность применения в скважинах небольших диаметров;
- применение двигателей различного типа.

Конструктивной особенностью ШСНУ является то, что насосно-компрессорные трубы соединяют цилиндр скважинного насоса с устьевым оборудованием, и образуют канал для движения откачиваемой жидкости от насоса к устью скважины [2].

Привод 1 размещают в непосредственной близости от устья скважины и посредством канатной подвески 2 соединяют с устьевым штоком 3. Для обеспечения герметичности верхней части колонны НКТ устьевой шток устанавливают в сальнике 4, расположенного в корпусе с боковыми отводами, один из которых соединяет внутреннюю полость НКТ с промысловым коллектором. К нижнему концу устьевого штока подвешивают колонну штанг 7, которая служит для передачи вертикального возвратно – поступательного движения плунжеру скважинного насоса [2].

Скважинный насос 8 представляет собой плунжерный насос, чаще всего дифференциального действия. Он состоит из цилиндра, спускаемого на колонне насосных штанг или НКТ, и полого плунжера, соединенного со штангами. Цилиндр насоса в нижней части имеет всасывающий клапан, а плунжер – нагнетательный клапан. В зависимости от конструкции насоса расположение и количество клапанов меняется [2].

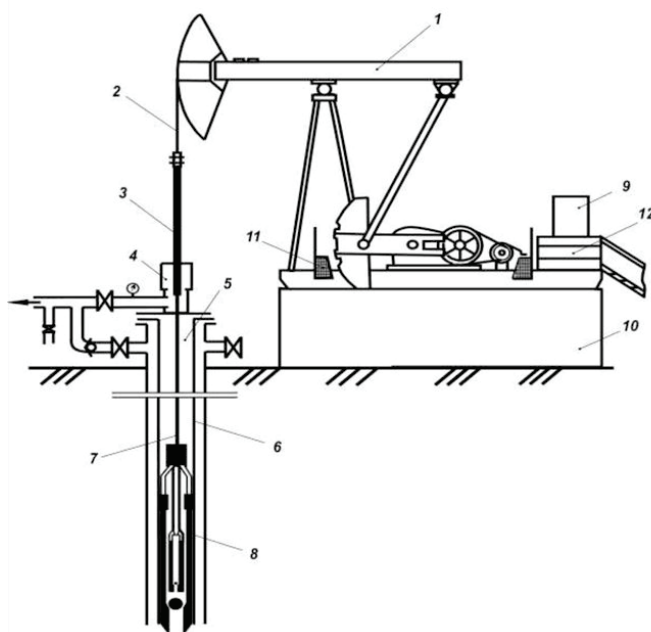


Рисунок 2 – Конструкция штанговой насосной глубинной установки

Принцип работы штанговой скважинной насосной установки заключается в следующем. При совершении колонной штанг возвратно-поступательного движения вместе с плунжером, всасывающий клапан открывается, одновременно с ним закрывается нагнетательный клапан и полость насоса заполняется жидкостью, при ходе колонны штанг вниз, нагнетательный клапан открывается, всасывающий закрывается и жидкость, находящаяся в цилиндре переходит в НКТ. Данный процесс носит циклический характер.

Наиважнейшей единицей глубинного насоса является клапан, который определяет работу всего насоса.

Запорный элемент в виде шара используется при механической добыче нефти. Он недопускает обратный поток жидкости в случае прекращения работы насоса.

Клапан штангового глубинного насоса представляет собой корпус в виде цилиндра, по краю которого имеется резьба для установки его в колонну насосно-компрессорных труб. Внутри корпуса установлена клапанная пара «шарик-седло». На рисунке 3 изображена клапанная пара «шарик-седло» насосов, выпускаемых по ГОСТ 31835-2012 – «Насосы скважинные штанговые. Общие технические требования» [4,5].

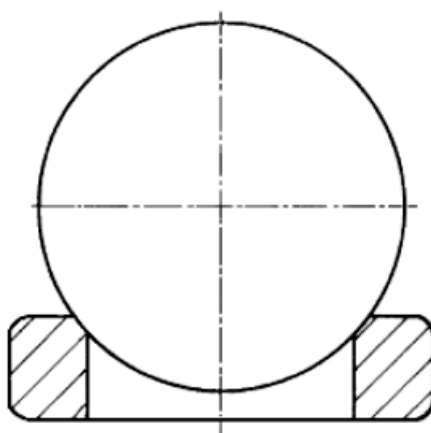


Рисунок 3 – Клапанная пара «шарик-седло» серийного насоса

При работе насоса, поток жидкости приподнимает шарик над седлом и поступает в колонну насосно-компрессорных труб.

При остановке насоса шарик садится на седло, обеспечивая необходимую герметизацию.

Клапаны подвержены гидравлическому и абразивному изнашиванию. Основные причины отказов клапанных узлов - коррозия шарика в виде язв, выработка, поверхностное выкрашивание седла в результате износа пары шарик-седло, при этом твердость седла выше твердости запорного элемента. В следствии износа шара клапана происходит снижение подачи в среднем на 27% от начального значения. При таких значениях эксплуатация штангового насоса неэффективна [6].

В данной статье описано исследование по увеличению срока службы шара клапана, путем модификации конструкции шара. Данное усовершенствование поможет повысить технологичность изготовления клапана, увеличить действенное функционирование клапана за счет сбавления действия переменных нагрузок, воздействующих на место посадки запорного элемента. Выше расписанное положение, может быть достигнуто следующим образом.

Основными элементами описанной конструкции являются корпус, седло и запорный элемент. Необходимо в седле выполнить отверстие, чтобы его ось была под углом 10-12 градусов. В отверстие, расположенного по середине введен небольшой кусочек металлического листа, имеющего форму прямоугольника. Этот лист при необходимости может быть заменен. Размер листа рассчитывается следующим образом. Его ширина составляет 20-30% от диаметра отверстия седла. Лист должен быть расположен по всей длине отверстия седла. Данное изобретение изображено на рисунке 4.

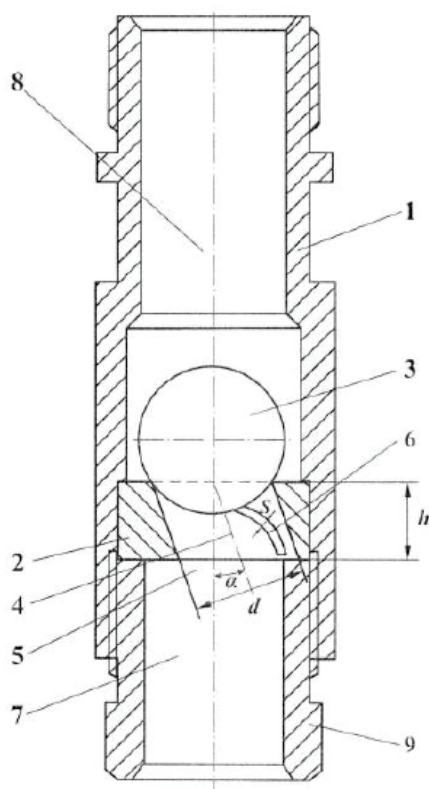


Рисунок 4 – Продольный разрез предлагаемой конструкции

Устройство предлагаемой конструкции состоит из корпуса 1, внутри которого плотно прилегает седло 2 с отверстием по центру и с шариком 3. Ось 4 седла с отверстием по центру имеет сдвиг относительно вертикальной оси симметрии 5, смещение составит 10-12 градусов. Лист рекомендуется изготавливать из конструкционной стали марки сталь 70.

Принцип работы шарикового клапана. При совершении плунжером возвратно-поступательного движения клапан насоса открывается, жидкость переходит в полость 8, расположенную над клапаном. Шаровый запорный элемент 3 захватываемый течением перекачиваемой жидкости устремляется вверх до контакта с отверстием корпуса. Проходя через щель между шариком 3 и корпусом.

Предлагаемая конструкция придает запорному элементу завихрение каждый раз при прохождении через него жидкости. Непрямолинейное движение потока создает металлический лист 6. При такой траектории течения жидкости, создается прерывистый захват шара 3. Это заставляет запорный элемент поворачиваться вокруг своей оси. Смещение положения запорного элемента при каждом движении жидкости через клапан, должно привести к тому, что ходе насоса вниз шар прижимается на седло новым положением, за счет того, что на него воздействует давление столба откачиваемой жидкости. Башмак 9 фиксирует седло 2 в корпусе насоса.

Реализация устройства предлагаемого шарикового клапана дает возможность снизить интенсивность изнашивания, минимизировать износ запорного элемента, вследствие чего увеличится долговечность клапанного узла [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Костыченко Е.В. Клапанные узлы глубинных насосов конструкции Костыченко Е.В., НХ, №8, 1953, 23с.;
- [2] Г.И. Бикбулатова, Е.Б. Думлер. Эксплуатация штанговых насосных установок. Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2008. – 116 с;
- [3] Степанова И.С. Исследование работоспособности клапанных узлов глубинных насосов. Труды АЗНИИ ДН, выпуск XX, 1968, с. 17.

[4] ГОСТ 31835-2012 Насосы скважинные штанговые. Общие технические требования.

[5] Standart API SPEC 11 X Насосы штанговые погружные в части конструкции, типов и исполнения самих насосов и их основных узлов, диаметров насосно-компрессорных труб, условных диаметров скважинных насосов, точности изготовления цилиндров и плунжеров, групп материалов для изготовления узлов скважинных насосов в зависимости от условий эксплуатации.

[6] Адонин А.Н. Испытание новых конструкций клапанов для глубинных насосов. Научно-исследовательские работы нефтяников, вып. III, Гостоптехиздат, Москва, 1944, с. 78.;

[7] Патент (19) KZ (13) В (11) 34582 Шариковый клапан глубинного насоса. Заурбеков С.А., Заурбеков К.С., Балгаев Д.Е., Кадыров Ж.Н.

Бекіту элементінің біркелкі тозуын қамтамасыз ету арқылы штангалық тереңдік сорғының клапандық тораптарының жұмыс ресурсын ұлғайту

А.А. Казамбаева^{id}, С.А. Заурбеков^{id}

Андатпа. Бұл жұмыста авторлар клапан қондырғысының дизайнын жетілдіре отырып, ұңғымалық штангалық сорғыны қолдана отырып, мұнайды сорғы өндірісі мәселелерін қарастырды.

Қазақстанда және әлемде мұнайды сораптық өндіру көлемі өсуде, бірақ бұл ретте күрделі пайдалану жағдайларына байланысты дәл штангалық тереңдік сорғының жұмысында істен шығулардың өсуі байқалады. Мақалада штангалық тереңдік сорғысының істен шығуына талдау жасалады. Жұмыс ұңғыманың терең сорғысының, бүкіл сорғының жұмысына байланысты негізгі түйіндердің бірі болып табылатын клапан қондырғысының дизайнын сипаттайды. Клапанның құрылымдық элементтері гидравликалық және абразивті тозуға бейім екендігі көрсетілген. Клапан шарының тозуы нәтижесінде берілістің бастапқы мәннен орта есеппен 27% - ға төмендеуі байқалады. Осындай мәндерде ұңғыманың тереңдік сорғысын пайдалану тиімсіз. Оның негізінде клапанның дизайнын жеңілдету, өндірістің тиімділігін арттыру және өнімділікті арттыру бойынша зерттеулер жүргізілді.

Негізгі сөздер: штангалық сораптар, клапан тораптары, герметикалығы, тозу, шар.

Increasing the service life of the rod deep well pump valve assemblies by ensuring uniform wear of the shut-off element

A.A.Kazambayeva^{id}, S.A.Zaurbekov.^{id}

Abstract. In this paper, the authors considered the issues of pumping oil production using a downhole rod pump (SHP) with the improvement of the valve assembly design.

The volume of pumping oil production in Kazakhstan and in the world is growing, but at the same time there is an increase in failures in the operation of the rod deep pump due to complicated operating conditions. The article presents an analysis of the failures of the rod deep pump. The paper describes the design of a downhole deep pump, a valve assembly, which is one of the main components on which the operability of the entire pump depends. It is shown that the valve design elements are subject to hydraulic and abrasive wear. As a result of the wear of the valve ball, the supply decreases by an average of 27% from the initial value. At such values, the operation of a downhole deep pump is inefficient. Based on it, a study was conducted to simplify the design of the valve, increase the manufacturability and increase the operability.

Keyword: rod pumps, valve assemblies, leaks, wear, ball.

ҚАБАТТЫ МАГНИТТІК ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙ ҰНҒЫМАЛАРЫНДАҒЫ ОРТАДАН ТЕПКІШ БАТЫРМАЛЫ СОРАПТАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.

С.А Қайып^{id}, Т.Д Карманов^{id}

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

baimoorzayev.s@gmail.com

Андатпа. Қазіргі уақытта электр орталықтан тепкіш сорғыларды орнатумен жабдықталған мұнай ұнғымалары жоғары өнімділікпен мұнай өндірудің басқа түрлерінен (мысалы, штангалық игеру) ерекшеленеді. Мұның бір себебі-үздіксіз жұмыс істей алатын жаңа технологиялық жетілдірілген жабдықтарды қолдану. Бірақ бұл қондырғы ұнғыманың түбінде жұмыс істейтіндіктен, оның тегіс жұмысына кедергі келтіретін көптеген факторлар бар.

УЭЦН-мен жабдықталған ұнғыманың техникалық сипаттамаларына негізгі теріс әсерді геологиялық асқынулар тобы әсер етеді, атап айтқанда: зиянды газдар, байланысты су, тұз және парафин шөгінділері, қабатта зиянды қоспалардың болуы.

Бұл мақаланың басты мақсаты-УЭЦН жұмысының техникалық көрсеткіштерін арттыру мақсатында өндірілетін қабат сұйықтығын магниттік өңдеу технологиясын қолдану мүмкіндігі мен болашағын көрсету. Бұл тәсіл арттыру перспективалы тұрғысынан қарапайымдылығы техникалық шешімдер, жоғары өнімділігі мен значительности жететін әсері, ал тағы есебінен жан-жақты әсер ету асқынулар.

Негізгі сөздер: ұнғыма, сорап, батырмалы электрқозғалтқышы, гидрокорғау, электр ортадан тепкіш қондырғы, соленоид, асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділер, магнит өрісі, магниттік индукция, парамагнетизм, реологиялық қасиеттер.

Кіріспе

Батырмалы ортадан тепкіш сорап қондырғысы (ОТСҚ) суасты штангасыз сораптық қондырғылар қатарына жатады. Бұл сораптардың негізгі арналуы – ұнғымадағы өнім сұйығын жоғары көтеру және әрмен қарай оны айдау, сондай-ақ сол ұнғымадағы қысымды бірқалыпты деңгейде ұстап тұру болып табылады. Бұл қондырғы (сораптық компрессорлық құбыр) СКҚ бағанасында тігінен ұнғымаға түсетін батырмалы бөліктен (яғни батырмалы сорап, электроқозғалтқыш, гидрокорғау және т.б) және жер үсті бөлігінен тұрад, олар бір-бірімен күштік кабельмен жалғанылған.[1]

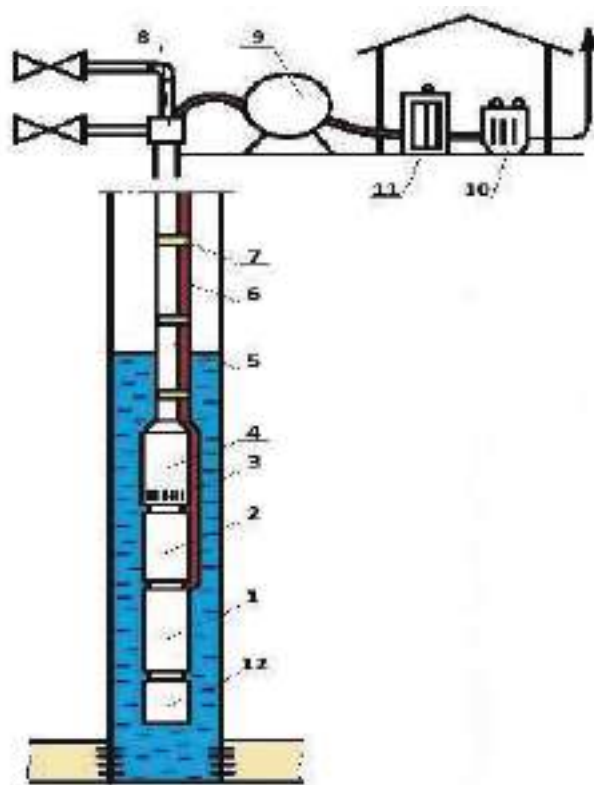
Батырмалы ортадан тепкіш сораптық қондырғы құрылысы бойынша көп сатылы немесе көп секциялы болып келеді (1-сурет). Себебі сорап түгелімен алғанда, батырмалы электроқозғалтқыш (ПЭД) пен оның гидрокорғау жүйесі және сораптың бір-бірімен жалғанысатын жеке секциялық жүйелер ретінде қарастырылады.

Электроқозғалтқышқа келетін болсақ, бұл жер астына түсіруге ыңғайлы болатындай жасалынған ерекше формадағы және қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды, үш фазалы, екі полюсті айнымалы қозғалтқыш. Қозғалтқыштың жер астында қалыпты жұмыс атқаруы үшін оны аз тұтқыр маймен толтырады. Ол ротордың мойынтіректерін майлау және ұнғымалық өнімдер ағынымен жуылатын қозғалтқыш корпусының қабырғаларына жылуды кетіру қызметін атқарады. Электроқозғалтқыш жоғарыдан кабельдік жүйе арқылы сораптық қондырғының аспалы аймағына, сорғылардың айналуының механикалық энергиясына беріледі.

Сораптық модуль сыртқы корпуста, орталық біліктен, қадамдар пакеттерінен (жұмыс дөңгелектері мен бағыттаушы құрылғылар), жоғарғы және төменгі радиалды мойынтіректерден, өстік тіректен, бағыттаушыдан, негізден тұрады. Білігі, радиалды мойынтіректері және өстік тірегі бар қадамдар пакеті корпуста бекітуші бұрандалы бөлшектермен қысылады.

Батырмалы ортадан тепкіш сораптардың сан алуан модификациядағы түрлері бар және де олар бір-бірімен жұмыс органдарының материалдары бойынша, корпус бөліктерімен, үйкеліс буындарымен, конструкциясымен және радиалды мойынтіректер санымен өзгешеленеді.

Сораптардың түрлерінің сан алуандығы қолданылу аясына, жұмыс жағдайына байланысты болып келеді. Сол себептен де мұндай қондырғылардың тиімділігін арттыру тәсілдері де түрліше болып келеді.



- (1- Электр қозғалтқыш; 2- гидрокорғау буыны немесе протектор ;
 3- сұйықтық алуға арналған сорғының қабылдау торы; 4- көп сатылы орталықтан тепкіш сорғы ;
 5-СКҚ; 6- брондалған үш желілі электр кабелі ; 7- кабельді СКҚ-ға бекітуге арналған белбеулер;
 8- сағалық арматура ;9- барабан; 10- трансформатор немесе автотрансформатор;
 11- автоматикасы бар басқару станциясы және компенсатор-12.)
 1-сурет. Мұнай өндіруге арналған батырылмалы электрлі ортадан тепкіш сораптық қондырғы.

Кез келген мұнай-газ өндіру саласындағы кез келген агрегат мына шартқа толық сай болуы қажет: мейлінше аз шығынмен барынша тиімді пайда немесе кіріске кеңелу. Сондықтанда батырылмалы ортадан тепкіш сорап қондырғысының тиімділігін арттыру үшін инновациялық технологияларды енгізу осы қағидаларға міндетті түрде сай болуы қажет.[2]

Мұнай өндіру кезінде орын алатын эксплуатациялық қиындықтардың сан алуандығына байланысты тиімділікті арттыру жолы барлық жағдайға қолайлы, кешенді түрде болуы ең тиімді жолдардың бірі болып саналынады. Себебі, бір ғана индивидуалды параметр бойынша тиімділікті арттыру тәсілін қолдансақ, ұңғымада орын алатын басқа қиыншылықтар есебінен мұндай әдісіміз өз тиімділігін толық жоғалтуы мүмкін. Мысалы, қарқынды құм пайда болған кезде құмға қарсы сүзгілерді қолданған жағдайда, сүзгілер тез бітеліп, олардың жұмысын қалпына келтіру мәселесі туындайды. Бұл өз алдында экономикалық шығындарды көбейтеді. Сондай-ақ, теріс факторлардың жиынтығы (механикалық қоспалар, тұз қоспалары, парафинмен тұндыру) пайда болған кезде жер асты жабдықтарын қорғаудың бірқатар әдістерін қолдану қажет, бұл өндірілген өнімнің өзіндік құнын арттырады. Осылайша, ОТСҚ-ның ең тиімді жұмысына қол жеткізудің жалғыз жолы-бірқатар асқынулардың алдын-алуды қамтамасыз ететін кешенді қорғаныс әдісін іздеу, бұл өз кезегінде экономикалық тұрғыдан тиімді болып табылатын ОТСҚ-ның суасты жабдықтарының істен шығуының орташа деңгейіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.[5]

Осы талапқа толығымен сай бола алатын, ОТСҚ-ның тиімділігін артырудың мүмкін болып табылатын әдісі жоғары энергиялы магниттік қосылыстарды қолдана отырып, техникалық шешімдер арқылы сорылатын ортаға магниттік әсер ету арқылы қол жеткізу болып табылады.

Жалпы мұнайды магниттік өңдеу әдістері бізге бұрыннан белгілі, бірақ салыстырмалы түрде тәжірбие жүзінде қолданысқа енді ғана іске қосылып жатыр.

Мұнайды магнитті өңдеу әдісінің негізгі ерекшелігі болып агрегаттық шешімдердің салыстырмалы қарапайымдылығы, жоғары өнімділік және қол жеткізілген әсердің жұмыс жағдайына тигізетін маңыздылығы болып табылады. Магниттік өңдеу сұйық ортаның құрылымын аз энергия шығындарымен қайта құруға мүмкіндік беретін төмен энергетикалық технологиялар тобына жатады (акустикалық, діріл, магниттік және т.б.).[3]

Бұл тәсілдің тиімділігін Ресей өлкесінде орналасқан Таймурзин мұнай кен орнына жүргізілген талдау бойынша көрсетуге болады. Таймурзин мұнай кен орны ЖШС "Башнефть - Добыча" компаниясымен 2009 жылдан бері игеріліп келе жатыр. Игерудің негізгі тәсілі болып дәл осы батырмалы ортадан тепкіш сорап қондырғылары болып табылады.

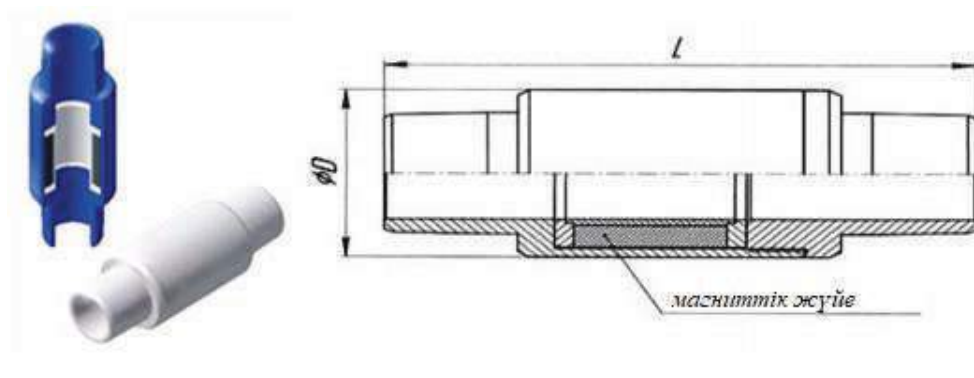
1-кесте. Таймурзин мұнай кен орнының қысқаша геологиялық-физикалық сипаттамасы.

Мұнай кен орыны	Орташа тереңдігі, м	Коллектор типі	Орташа жалпы қалыңдығы, м	Кеуектілігі, бірлік үлесі.	Өткізгіштігі, мкм ²	Бастапқы қабаттық температура, °С	Қабаттық жағдайдағы мұнайдың тұтқырлығы, мПа·с
Таймурзин	1160	кавернді-кеуекті	5,6	0,13	0,029	30	22,5

Жыл сайын бұл мұнай кен орнына көптеген күрделі жөндеу қызметтері, техникалық тапсырмалар, зерттеулер орындалынып жатады. Сондай бір зерттеу жұмысының бірі ретінде қабаттарға магниттік өңдеу жүргізілген болатын. Зерттеулердің нәтижелеріне сүйене отырып, көптеген мамандар мұнайды магнит өрісі арқылы өңдеудің тиімді екенін растайды және соған сүйене отырып, белгілі бір тұжырымдар жасайды.

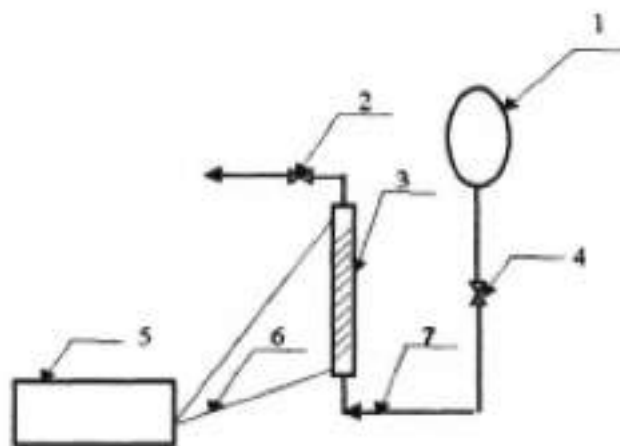
Магнит өрісінің мұнайға әсері оның химиялық құрамын өзгертпей мұнайдың жаңа физикалық қасиеттерге ие болуына әкеліп соқтырады. Одан бөлек, электро-спиндік күйге және парамагниттік радикалды асфальт жұптарының дамуына арнайы әсер етуімен байланысты, бұл молекулааралық асфальт құрылымдарының құрамы бойынша өзгеріске ұшырап, қайта құрылуына және тұтастай алғанда мұнай макропараметрлерінің өзгеруіне әкеледі. Асфальтендердің ерекшелігі-парамагниттік орталықтардың құрамымен 1018-1019 спин/г мөлшерінде анықталатын парамагниттік қасиеттер, сондықтан осы заттардың молекулалары белгілі бір бағытта магниттелген өріске бағыттталып, сұйықтықта еріген заттар үшін кристалдану орталықтарын құрайды, нәтижесінде "асфальтен — темір сульфиді" кешені пайда болады. Бұл өз кезегінде қабаттағы көптеген қиындықтарды шешуге, сәйкесінше сораптың барынша тиімділігін арттыруға көптеген септігін тигізеді.

Магниттік өңдеуді жүзеге асыруға төменде көрсетілгендей (2-сурет) сұйықтықты тұрақты немесе айнымалы магнит өрісімен өңдеуге негізделген магниттік активаторлор қолданылады. Тұрақты магнит өрісін құрайтын бұл құрылғылар құрылысы жағынан қарапайым: магниттік емес материалдан жасалған корпус және сирек кездесетін металдардан жасалған сақиналы магниттер жүйесінен тұрады (әдетте, Nd-Fe-B немесе Sm-Co).



2-сурет. АМС-73 типті магниттік активатор.

Айнымалы магнит өрісін құрайтын құрылғылар келесідегідей құрамдас бөліктерден тұрады: әртүрлі пішіндер мен жиіліктердің сигналдарын шығаратын сигнал көзі; магниттік индукцияның белгілі бір мәндерін жасау үшін қажетті сигнал күшін қамтамасыз ететін күшейткіш; электромагниттік өрісті құратын құрылғы(соленоид). Бұл құрылғылардың артықшылығы-жиілікті, сигнал формасын, магниттік индукция мәндерін және кернеуді өзгерту мүмкіндігі, бұл жоғары дәлдікпен мұнай өңдеудің оңтайлы режимін таңдауға мүмкіндік береді. Мысал ретінде импульстік-магниттік қондырғыны(ИМУ-1) алсақ болады, оның схемасы 3-суретте көрсетілген.[4]



1-зерттелетін сұйықты сақтайтын ыдыс, 2,4-шүмек, 3-реактор, 5-басқару блогы бар төмен жиілікті импульстік генератор, 6-электрофидер, 7-жалғағыш түтіктер.

3-сурет. ИМУ-1 принципіалды сұлбасы

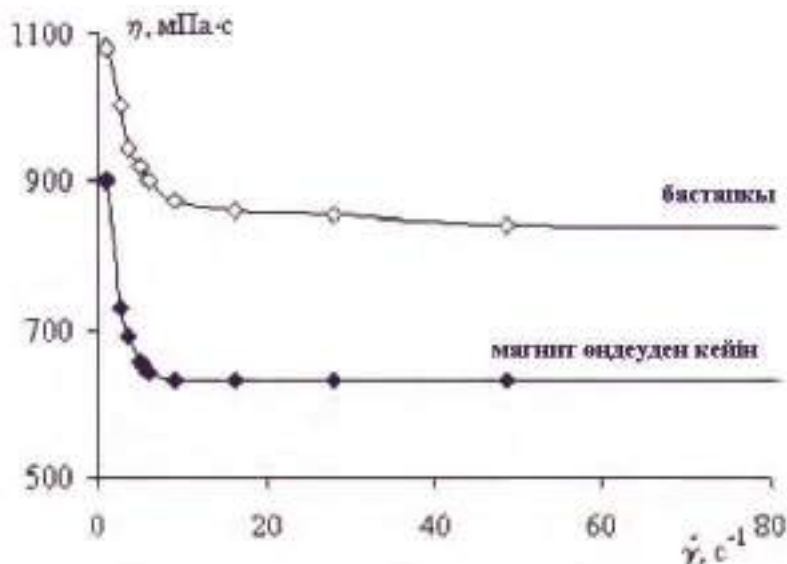
Зерттеу нәтижелеріне келетін болсақ мұнайды магниттік өңдеудің көмегімен мұнайдың дисперсті-коллоидты құрылымына әсер етіп, оның тұтқырлығын бірнеше мөлшерге төмендетуге болатынын көре аламыз (2-кесте).

2-кесте. Таймурзин мұнайын магниттік өңдеуге дейінгі және кейінгі реологиялық параметрлері

Мұнай	η , мПа.с	ζ , Па	E_a , кДж/моль
Өңдеуге дейін	778,1	303,2	12,8
Өңдеуден кейін(0 сағ)	605,0	257,3	8,2
24 сағаттан кейін	754,6	284,5	10,9

Таймурзин мұнайын магниттік өңдеу статистикалық ығысу кернеуінің төмендеуіне (4-сурет) және тұтқыр дененің активтену энергиясына (E_a) әсерін көрсетеді. Суреттегі

эксперименттік деректер мұнайдың магниттік өңделуіне ұшыраған кезде ығысу жылдамдығына байланысты динамикалық тұтқырлықтың өзгеруін көрсетеді. Нәтижелерді графикалық бейнелеуден динамикалық тұтқырлықтың 200 мПа-ға өзгеруі байқалады магнит өрісі әсер еткен кезде. Сонымен қатар, бұл зерттеулер белгілі бір уақыт аралығында магниттік өңделген майлардың реологиялық қасиеттерінің[6] ішінара немесе толық қалпына келуін көрсетеді. Таймурзин мұнайын магнит өрісі өңдеген жағдайда релаксация 24 сағаттан кейін пайда болады.



4-сурет. Таймурзин мұнайының динамикалық тұтқырлығының ығысу жылдамдығына бастапқыдағы мен магнит өңдеуден кейінгі тәуелділігі

Одан бөлек, тұз шөгінділерінің алдын-алу және қарқындылығын төмендету механизмі мұнайға магниттік әсер қосымша кристалдану орталықтарын құруға ықпал етуі мүмкін екендігі де ерекше атап өтіледі.[7]

Белгілі бір жағдайларда магнит өрісі мен термохимиялық әдістердің үйлесімінде эмульсияны бөлу әдістері тиімді болуы мүмкін екендігі көрсетілген. Сонымен қатар, магнит өрісінің күрделі сұйықтықтарға әсер ету мәселелері әлі де аз зерттелгенін атап өткен жөн.

Қорытынды.

Мұнайды магнитті өңдеу әдісі жалпы қабаттың мұнай бергіштігін жақсартып қана қоймай, сондай-ақ сол ұңғымаларда қолданылатын ортадан тепкіш батырмалы сорап қондырғыларының жұмыс режимін жақсартуға, көрсеткіштерін арттыруға мүмкіндік бере алатындығын байқадық. Себебі сораптың жақсы жұмыс атқаруы ондағы жабдықтардың қымбат, жаңа және мықты болуына ғана байланысты емес, оны тиісті түрде, қалыпты жағдайларда қолданғанымызға да қатысы бар болып табылады. Және де бұл тәсіл қабаттағы негізгі өзекті мәселелердің шешімі бола алатындықтан, бұны елемей сораптың жұмысын басқалай жақсартуымыз қиынырақ болып қалуы мүмкін.

Десекте, теориялық және тәжірбиелік тұрғыдан бұл тәсілдің аз зерттелуіне байланысты оны қолдану кезінде өзіндік қиыншылықтар туындауы мүмкін. Ол әрине жер қабаттарының әртүрлі болып келетін құрылымына, қажетті құрал-жабдықтармен тиісті түрде қамтамасыз етілмегеніне және арнайы мамандырылған қызметкерлердің болмауына байланысты болуы мүмкін.

Алайда, қажетті көрсеткіштерді алуға кедергі келтіретін бұл сұрақтар өз шешімдерін оңай таба алады деп ойлаймын. Себебі, дәл осы әдісті Қазақстанның көптеген мұнай кен-орындарында(мыс. Оңтүстік Торғай мұнайлы-газды облысындағы кен орындарында) асфальт-шайырпарафинді шөгінділерден тазалау мақсатында жұмыстар жүргізіліп, жақсы нәтижелерді

көрсеткенін байқауға болады. Одан бөлек, Қазақстандағы алдыңғы қатардағы мұнай өндіру компанияларының бірі болып келетін «ПетроҚазақстан Құмкөл Ресорсиз» АҚ МГӨБ жұмыс агентіне тұрақты магнит өрісінің әсерімен ұңғымаларды ыстық мұнаймен өңдеу технологиясын жүзеге асырып, өздерінің ұсыныстарын көрсетті.

Осы нәтижелерге сүйене отырып, біз мұнайды магнитті өңдеуді жүзеге асыру қазіргі таңда мүмкін екенін, оның тиімді нәтижелерді көрсете алатындығын, қойылған мәселелерді шешуге мүмкіншілігі бар екеніне көзіміз жетті. Сонымен қатар, мұнайды магнитті өңдеу батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмыс режимінің тиімділігін арттыра алатындығына сенімді арттырды. Сол себептен, ұсынылған әдісіміздің орындылығы мен болашағы оны қолданудың оң тәжірибесімен расталады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Нұрсұлтанов Ғ.М., Абайұлданов Қ.Н. Мұнай және газды өндіріп, өңдеу. – Алматы: «Өлке», 2000 ж.

[2] Смирнов Н.И. Исследование влияния износа на ресурс УЭЦН // Сборник трудов международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы трибологии». 2007. Т. 1. С. 410–416.

[3] Злобин А.А. Изучение механизма магнитной активации нефти для защиты добывающих скважин от асфальтеносмолопарафиновых отложений // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2017. – Т. 16, № 1. – С. 49–63.

[4] Шубин С.С. Методическое и экспериментальное обеспечение определения технического состояния установок электроцентробежных насосов в процессе эксплуатации: дис. канд. техн. наук. Уфимский государственный нефтяной технический университет. Уфа, 2014.

[5] Ведерников В.А., Гапанович В.С., Козлов В.В. Особенности применения погружных электроцентробежных насосов на нефтяных месторождениях Среднего Приобья // Вестник кибернетики. 2008. № 7. С. 27–32

[6] Гумеров К.О. Повышение эффективности эксплуатации скважин электроцентробежными насосами в условиях вязких водонефтяных эмульсий: дис. канд. техн. наук. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Санкт-Петербург, 2015.

[7] Сейткасымов Б. С. Повышение эффективности методов борьбы с асфальто-смолопарафиновыми отложениями на месторождениях Южно-Тургайского прогиба Республики Казахстан. Автореф.... канд. техн. наук. - Москва: РГУНГ им. Губкина, 2006. - 22 с.

Повышение эффективности работы центробежных погружных насосов в нефтедобычных скважинах методом магнитной обработки пласта

С.А Қайып^{id}, Т.Д Карманов^{id}

Аннотация. В настоящее время нефтяные скважины, оснащенные установкой электроцентробежных насосов (УЭЦН), отличаются от других видов добычи нефти (Например, Штанговое освоение) высокой производительностью. Одной из причин является применение новых технологически усовершенствованных оборудования, которые способны работать бесперебойно. Но так как эта установка работает на дне скважины, то существует множество факторов, препятствующих ее плавной работе.

Основные негативные влияние на технические характеристики работы скважины, оснащенной УЭЦН, оказывает геологическая группа осложнений, а именно: вредоносные газы, связанная вода, солевые и парафиновые отложения, присутствие вредных примесей в слое.

Главная цель данной статьи - показать возможность и перспективу применения технологии магнитной обработки добываемого пластового флюида с целью повышения технических показателей работы УЭЦН. Этот способ повышения перспективен с точки зрения простоты технических решений, высочайшей производительности и значительности достигаемого эффекта, а еще за счет всеохватывающего влияния на осложнения.

Ключевые слова: скважина, насос, погружной электродвигатель, гидрозащита, электроцентробежная установка, соленоид, асфальтосмолопарафиновые отложения, магнитное поле, магнитная индукция, парамагнетизм, реологические свойства.

Improving the efficiency of centrifugal submersible pumps in oil wells by magnetic treatment of the formation.

S. A.Kayip  **T.D.Karmanov** 

Abstract. Currently, oil wells equipped with the installation of electric centrifugal pumps (ESP) differ from other types of oil production (for example, Rod development) by high productivity. One of the reasons is the use of new technologically advanced equipment that can work smoothly. But since this installation works at the bottom of the well, there are many factors that prevent its smooth operation.

The main negative impact on the technical characteristics of the operation of a well equipped with an ESP is exerted by a geological group of complications, namely: harmful gases, bound water, salt and paraffin deposits, the presence of harmful impurities in the layer.

The main purpose of this article is to show the possibility and prospect of using the technology of magnetic processing of the extracted reservoir fluid in order to improve the technical performance of the ESP. This method of increasing is promising from the point of view of simplicity of technical solutions, the highest productivity and the significance of the effect achieved, and also due to the all-encompassing effect on complications.

Keywords: borehole, pump, submersible electric motor, hydraulic protection, electric center installation, solenoid, asphalt-resin-paraffin deposits, magnetic field, magnetic induction, paramagnetism, rheological properties.

КҮРДЕЛІ ПАЙДАЛАНУ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ШҰСҚ ШТАНГА ТІЗБЕГІНІҢ ЖҰМЫСЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІНЕ ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ ҚИСАЮЫНЫҢ ӘСЕР ЕТУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Керімбай Қ.С.  Столповских И.Н. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

kerimbay.kanagat@mail.ru

Аннотация. Аталған жұмыста штангалы ұңғымалы сорапты қондырғы (ШҰСҚ) тізбегінде қисық ұңғымалар аймағындағы штангалық бағанға жүктемені азайтудың әдістері мен техникалық құралдарын әзірлеу тізбектері көрсетілген. Қисық ұңғымалар кеңістігіндегі сорғы штангаларының топсалы қосылыстарының жұмысын бағалау кешендері сипатталады. Сыртқы жүктеменің әсерінен туындайтын қосымша моментке, есепке алынған бастапқы айналу моменттінің, оқпанның формасына тәуелділігін, штангалық колоннадағы жергілікті айналу моменттерін анықтау үшін есептеу формулаларын нақтылау жүргізілді. Екі цилиндрлі сорғысы бар штангалық сорғы қондырғысының дизайны ұсынылды. Штангалық ұңғымалық сорапты қондырғы қисық ұңғымаларда жұмыс істегенде, жабдықтың сенімділігі мен өнімділігін шектейтін негізгі элементтердің бірі – штангалы тізбек. Штангалы тізбектің сенімділігін арттыру үшін ұңғымалардың қисаюынан туындайтын кері әсер етуші факторларды азайту немесе штангалы тізбектің конструкциясына сол әсерлерге төзімді өзгерістер енгізу керек.

Негізгі сөздер. Штангалы ұңғымалы сорапты қондырғы, ұңғыма қондырғысы, айналу моменті, штангалы тізбек, қисаю, ұңғыма оқпанының қисықтығы, екі цилиндрлі сорғы, иілу моменті.

Мәселе тұжырымдамасы. Штангалық ұңғымалық сорапты қондырғы (ШҰСҚ) мұнай өндіру саласында әлем бойынша кеңінен қолданылады. Қазіргі таңда біздің елімізде мұнай-газ кен орындарындағы қолданыстағы пайыздық мөлшері 40%-ды құрайды. Аталған қондырғының кең ауқымда қолданылуы оның сенімділігін және экономикалық тиімділігін көрсетеді [1,4].

Өзен мұнай-газ өндіру басқармасында штангалық бағанның сенімділігі бойынша статистика келесідей мәліметтерді берді. ШҰСҚ-ның штангалары мен муфталарының үзілуі мен бұралуынан туындаған штангалық бағаналардың 58-і істен шыққан.

Нәтижелер мен талқылаулар. Штангалық бағаналардың сенімділігін жеңілдетіп бағалау үшін ШҰСҚ-ны пайдалану практикасында пайдаланылатын, бағаналардың үзілуі мен бұралуы санының қолданыстағы ұңғымалар қорына қатынасымен анықталатын істен шығу коэффициенті қабылданды. Жұмыста 2016 және 2018 жылдар бойынша істен шығу коэффициентін есептеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген. 2016 жылдар бойынша істен шығу коэффициентінің өзгеруі 0,02 - ден 0,04-ке дейінгі аралықта, 2018 жылғы айлар бойынша - 0,03-тен 0,05-ке дейінгі аралықта, яғни істен шығу коэффициентінің 0,02-ге тең мәндерінің бірдей интервалында штангалық бағаналардың істен шығуының өсуі байқалды. 2016 жылы штангалық бағаналардың істен шығу коэффициенті 0,36, ал 2020 жылы - 0,58 құрады. Әр жылдардағы сәтсіздік коэффициентінің мәндерінің таралуын бағалайтын аралықтардың теңдігі қазіргі факторлардың тұрақтылығы туралы айтуға мүмкіндік береді.

ШҰСҚ штангалық бағанының кеңістіктегі қисық ұңғымалардағы кернеулі деформацияланған күйі мәселесінің қазіргі жағдайын талдау оларды шешудің іс жүзінде қолайлы бағытын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл сорғы қондырғысының жетек бөлігіне жүктемені төмендетуден тұратынына көз жеткіздік.

Қисық кеңістіктегі ұңғымада штангалық бағандағы моментті анықтау үшін ғылыми-әдістемелік кешен негізделген және құрылған, ол штангалық бағанның иілу кезіндегі кернеулі деформацияланған күйінің ұқсастығына негізделген. Штангалық бағанның бұралудан кернеулі деформацияланған күйі жергілікті сипатта болатыны және ол сыртқы жүктеменің әсерінен күшейтілетіні анықталды [2,3,5,6].

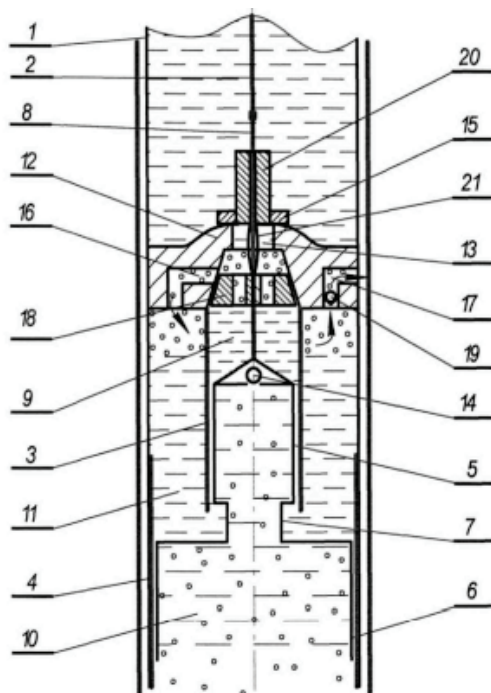
1 Кесте – Штангалық бағаналардың істен шығуының бөлінуі

Ай	Жылдар бойынша қолданыстағы ұңғымалар қоры		Жылдар бойынша үзілулер мен бұралулар саны		Жылдар бойынша істен шығу коэффициенті	
	2016	2018	2016	2018	2016	2018
Қаңтар	757	911	13	36	0,02	0,04
Ақпан	816	879	17	39	0,02	0,04
Наурыз	712	867	23	51	0,03	0,06
Сәуір	849	981	21	69	0,03	0,07
Мамыр	746	991	28	40	0,04	0,04
Маусым	821	919	27	42	0,03	0,05
Шілде	726	945	24	33	0,03	0,04
Тамыз	798	986	27	41	0,03	0,04
Қыркүйек	687	909	31	24	0,04	0,03
Қазан	898	937	32	32	0,04	0,03
Қараша	792	903	33	29	0,04	0,03
Желтоқсан	819	955	23	26	0,03	0,03
Қорытынды					0,38	0,45

Топсалы қосылыстарды қолдану кеңістіктегі қисайған ұңғымалар үшін штангалық бағанның сенімділігін арттырмайды, керісінше төмендетеді, өйткені осыдан бұралу және иілу моменттері тоқтамайды, ал сорапты компрессорлы құбырларда үйкеліс күші артады.

Жоғарыда көрсетілген мәселелерді шешу үшін № 1015113 патенттелген штангалы ұңғымалы сорапты қондырғы бойынша зерттеулер жүргізілді. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей штангалық бағандағы жүктеме мөлшері ұңғыма сорғысының диаметріне байланысты. Екі цилиндрлі сорғысы бар штангалық сорғы қондырғысының дизайны патент негізінде жасалды (1-сурет).

Екі цилиндрлі сорғысы бар штангалық сорғыны қолдану тек штангалық бағанмен ғана емес, сонымен бірге ШҰСҚ-ның мұнай өндірісінің тиімділігін арттыру мәселесін шешуді қамтамасыз етеді және мұнай өндіруді төмендетпестен сорғы қондырғысының жетек бөлігіне жүктемені азайтуға мүмкіндік береді.



- 1-сорапты компрессорлы құбыр; 2-штангалы бағана; 3-4-екі цилиндрлі сорғы;
 5-6-екі плунжер; 7-шток; 8-жылтыратылған шток; 9-орталық жұмыс камерасы;
 10- газдыан алдын ала бөлу камерасы; 11-камера сақинасы; 12-қалқа; 13- орталық өткізу арнасы;
 14-сору клапаны; 15-айдау клапаны; 16-17 -газды сақиналы камераға жіберу каналдары;
 18-басқарушы клапан; 19-кері айдау клапаны; 20-цилиндрлі төлке; 21-икемді қосылыс
- Сурет 1 - Екі цилиндрлі сорғысы бар штангалық сорғы қондырғысы

Қорытынды. Қисық ұңғымалардағы штангалық бағанның сенімділігін арттыруға ұңғымалық сорғының диаметрін азайту және динамикалық деңгейді арттыру арқылы және екі цилиндрлі сорғысы бар штангалық сорғы қондырғысын пайдалану арқылы штанга тізбегінің жұмысының сенімділігіне ұңғымалардың қисаюына әсер ету ерекшеліктерін азайту арқылы қол жеткізуге болатыны анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Балыкин В. Н., Салихов и.А., Зубаиров с. Г. Штангалық бағаналардың беріктігін арттыру бойынша ұйымдастыру және техникалық шаралар/Материалдар/Уфа-2004ж. - б. 130-135.
- [2] Валеев М.Д., Габдрахманов Н.Х., Уразаков К. Р. Жөндеу аралық кезеңді және штангалық қондырғыларды беру коэффициентін зерттеу./ Ғылыми еңбектер жинағы / БашНИПИнефть.- 2000, №104. - Б. 65 - 77.28.Ғадиев С..У. бұта ұңғымаларын пайдалану ерекшеліктері. -М.: Гостоптехиздат, 1963, - 122 б.
- [3] А. Г. Молчанов Мұнай-газ кәсіпшілігі жабдықтарына қажеттілікті анықтау мәселесі // Мұнай және капитал. – 1998. – № 12. – С. 62-67.
- [4] Александров М.М. Құбыр бағанының ұңғыма қабырғаларымен өзара әрекеттесуі. М.: Жер Қойнауы, 1982.
- [5] Адонин А.Н., Сердюк В. И. Штангалық сорғының поршеньдік жұпындағы үйкеліс күшін зерттеу. // Машиналар және мұнай жабдықтары / -1972.-№7.С.-34-38.
- [6] Акрамов Р. Ф., Уразаков К. Р., Шарин Л. К. және т. б. Штангалық сорғы цилиндрінің бойлық иілісі және оның көлбеу бағытталған ұңғымадағы ескертуі//Тр. Башнипинефть.-1992.- Вып.85.

Особенности влияния искривлений скважин на надежность работы штанговой колонны ШСНУ в сложных условиях эксплуатации

Керімбай Қ.С. Столповских И.Н.

Аннотация. В данной работе представлены схемы разработки методов и технических средств снижения нагрузки на штанговую колонну в зоне кривых скважин в цепях штанговых скважинных насосных установок. Описываются комплексы оценки работы шарнирных соединений насосных штанг

в пространстве кривых скважин. Проведено уточнение формул для определения дополнительного момента, возникающего под действием внешней нагрузки, зависимости расчетного начального крутящего момента, формы ствола, локальных вращательных моментов в стержневой колонне. Предложена конструкция штангового насосного агрегата с двухцилиндровым насосом. При работе штангового скважинного насосного агрегата в криволинейных скважинах одним из основных элементов, ограничивающих надежность и производительность оборудования, является штанговый контур. Для повышения надежности штангенциркульного контура необходимо уменьшить факторы обратного воздействия, вызванные перекосом скважин, или внести в конструкцию штангенциркуль изменения, устойчивые к этим воздействиям.

Ключевые слова: Штанговая скважинная насосная установка, скважинная установка, вращающий момент, штанговая колонна, наклон, кривизна ствола скважины, двухцилиндровый насос, изгибающий момент.

Features of the influence of well curvature on the reliability of the SRPU rod string in difficult operating conditions

K.S. Kerimbay  **I.N. Stolpovskich** 

Abstract. This paper presents schemes for the development of methods and technical means of reducing the load on the rod column in the zone of well curves in the chains of rod borehole pumping units. The complexes of evaluation of the operation of articulated joints of pumping rods in the space of well curves are described. The calculation formulas were refined to determine the additional torque arising under the action of an external load, the dependence of the calculated initial torque, the shape of the barrel, and local rotational moments in the core column. The design of a rod pumping unit with a two-cylinder pump is proposed. When operating a rod downhole pumping unit in curved wells, one of the main elements limiting the reliability and performance of the equipment is the rod contour. To increase the reliability of the caliper circuit, it is necessary to reduce the factors of reverse action caused by the skewing of wells, or to make changes in the design of the caliper that are resistant to these influences.

Keywords: Rod downhole pumping unit, downhole installation, torque, rod column, slope, curvature of the wellbore, two-cylinder pump, bending moment.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВЫХ И РАЗДВИЖНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРЁХКАМЕРНЫХ СИЛЬФОННЫХ ПНЕВМОБАЛЛОНОВ

А.Кусаинов , Е.Е.Сарыбаев , А.Санак , Б.С.Бейсенов 

Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы

sarybaev.erjan@gmail.com

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований силовых и раздвижных параметров трехкамерных сильфонных пневмобаллонов. Разработан стенд и отработана методика исследования параметров сильфонов. Представлены результаты конструктивной проработки системы подачи воздуха в сильфон, которые в дальнейшем будут использованы в пусковом устройстве с использованием реечного механизма. Построены графики зависимости расхода воздуха от давления в рабочем пневмобаллоне и времени раздвижки от давления, по которым могут выбраны параметры цеховой пневмомагистрали для обеспечения работоспособности пусковых устройств на базе трехкамерных сильфонных пневмобаллонов. Получили подтверждение того, что нет необходимости в установке момента пуска в точке максимальной раздвижки, толкающее усилие может повысится на 10%, при уменьшении на 20 мм. Но в то же время ход раздвижки должен быть существенным для придания импульсу более существенного эффекта.

Ключевые слова: пусковое устройство, пневмобаллон, реечный, сильфон, трехкамерный, пусковой ток.

Проблемы пуска технологических машин с тяжелым ротором известны – это и большие пусковые токи, которые приводят к выходу из строя электродвигатели и перегрузки элементов привода и повышенный износ опорных узлов из-за необходимости преодоления сил трения покоя в момент пуска, при длительных остановках и т.д.

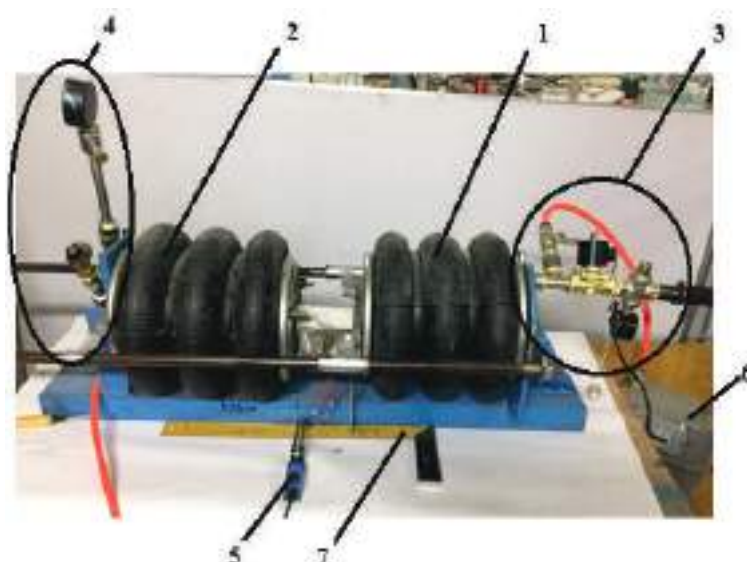
Для решения этой проблемы на кафедре ТМиТ СУ с 2000-х годов ведутся работы в этом направлении. Были разработаны варианты пуско-вспомогательных приводов на базе сильфонных и клиновых пневмокамер /1,2/, которые подтвердили свою эффективность при испытаниях на специально разработанных стендах. Пусковые токи удалось снизить 30% и 40% соответственно, но в конструктивном отношении они были достаточно сложны.

В настоящее время мы вышли на вариант пускового устройства с использованием реечного механизма, на который еще в 2021 году была оформлена заявка на предполагаемое изобретение, которая находится на стадии рассмотрения, по существу. Но для реализации этого проекта нам были нужны сильфонные пневмобаллоны с максимальной раздвижкой (ходом). Имеющиеся в нашем распоряжении 2-х камерные сильфонные пневмобаллоны давали максимум 100...110 мм. этого было явно недостаточно. В итоге мы вышли на трехкамерные сильфонные пневмобаллоны диаметром 300 мм по которым информация практически отсутствовала.

Вопреки мнению, что исследования должны начинаться с определения или подтверждения силовых параметров, мы, принимая во внимание результаты исследований в которых утверждается, что максимальное силовое воздействие для сильфонного пневмобаллона оказывает при использовании максимального полезного объема. Наши исследования мы построили на первом этапе с определения раздвижных и объемных параметров с последующим учетом полученных данных.

Для исследования раздвижных и объемных (расходных) характеристик последних нами был разработан стенд, представленный на рисунке 1.

В основу методики исследования свойств трехкамерных сильфонных пневмобаллонов взяли принцип создания сопротивления раздвижки путем использования такого же баллона, наддувом последнего контролируемым избыточным давлением.



1 – рабочий сильфонный пневмобаллон; 2 – пневмобаллон для имитации силового сопротивления;
3 – система подачи рабочего давления; 4 – система обеспечения параметров сопротивления (давления); 5 – конечный выключатель; 6 – газовый счетчик; 7 – линейка.

Рисунок 1 – Общий вид стенда для исследования возможностей пневмобаллонного вспомогательного привода.

Для наддува рабочего сильфонного пневмобаллона разработали систему подачи рабочего давления 3 (рис.1). В систему (рис.2) перед электроклапаном 2 установили редуктор давления 1 с манометром 3. Для определения объема воздуха используемого для наддува баллона после электроклапана предусмотрели отвод снабженный шаровым краном 4 соединенный с газовым счетчиком 5. Таким образом получили возможность контролировать давление и объем воздуха, использованного при наддуве под определенным давлением

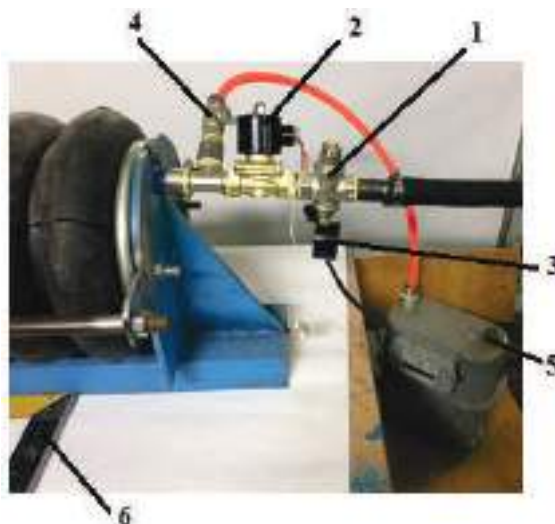


Рисунок 2 – Общий вид системы подачи рабочего давления.

Для поддержания давления в системе имитации сопротивления раздвижки (рис.3) использовали предохранительный клапан 1, настроенный на определенное давление.



1 – предохранительный клапан; 2 – рукав для поддержания давления сопротивления; 3 – манометр.
Рисунок 3 – Общий вид системы обеспечения параметров сопротивления (давления).

Для автоматической отсечки подачи воздуха по мере достижения максимального хода раздвижки на рабочем столе станда предусмотрели конечный выключатель, управляющий работой клапана подачи воздуха. При этом засекали время цикла наддува.

Методика исследований включала следующие пункты:

- на первом этапе настроили давление в рабочем сильфонном пневмобаллоне 0,1 МПа, при этом фиксировали максимальный ход раздвижки с установкой в этом положении конечного выключателя;

- посредством шарового крана опорожняли рабочий (исследуемый) пневмобаллон, а при подаче в баллон для имитации сопротивления раздвижки давления в 0,05 МПа последний приводил рабочий, в исходное состояние. После этого шаровый клапан должен быть закрыт, а показания газового счетчика зарегистрировано;

- кнопкой пуск открываем электроклапан в системе подачи рабочего давления и начинаем осчет цикла раздвижки до достижения максимального хода, при этом электроклапан отключит подачу избыточного давления. Время раздвижки фиксировали. Плавным открыванием шарового клапана опорожняли рабочий пневмобаллон через газовый счетчик и также фиксировали показания;

- настраивая давления в системе подачи в рабочий пневмобаллон с шагом 0,05 МПа начиная с 0,15 МПа фиксировали время раздвижки и объем выхлопа. Каждый цикл повторяли три раза;

- на втором этапе поднимали давление в системе имитации сопротивления перемещению на 0,05 МПа до 0,1 МПа, и повторяли циклы наддува рабочего пневмобаллона, но уже с 0,15 МПа. Все данные фиксировали в рабочем журнале.

Удалось провести серию опытов с наддувом рабочего пневмобаллона до 0,5 МПа, а баллона для имитации сопротивления до 0,1 МПа. По результатам экспериментов построили графики зависимости расхода воздуха от давления в рабочем пневмобаллоне $V(p)$ рис.4 и времени раздвижки от давления $t(p)$ рис.5.

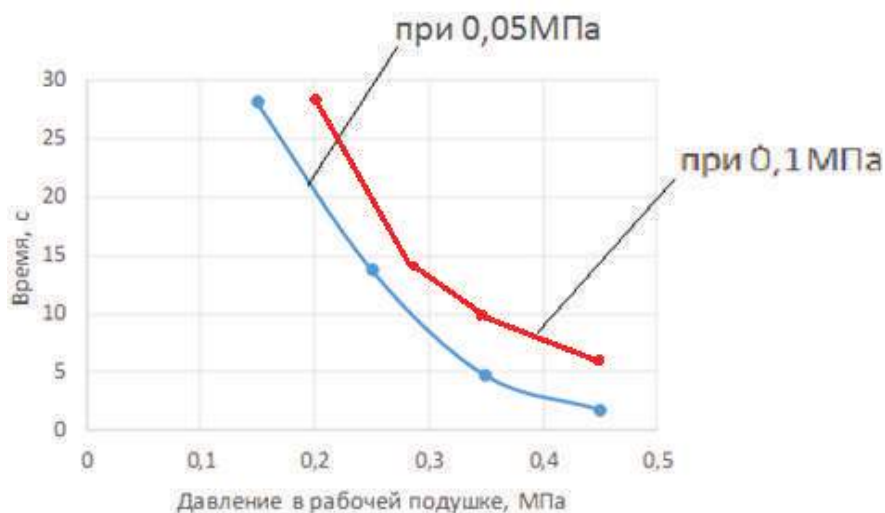


Рисунок 4 – График зависимости времени хода раздвижки от рабочего давления и давления в системе имитации сопротивления.

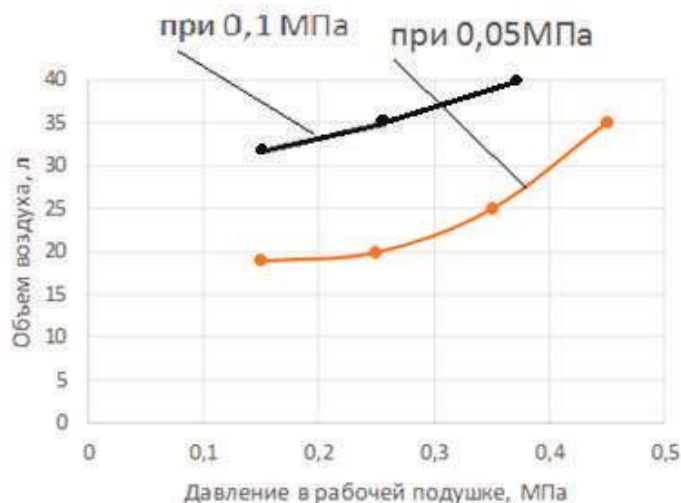


Рисунок 5 – График зависимости расхода воздуха от давления в рабочем сильфоне и давления в сильфоне для имитации сопротивления.

Общий итог проведенных исследований мы вышли на расходные (по воздуху) и раздвижные характеристики. В дальнейшем по этим графикам мы сможем определиться какими параметрами должна обладать цеховая пневмомагистраль для обеспечения работоспособности реечного пускового устройства. При необходимости может быть задействована рампа с баллонами для сжатого воздуха.

Принимая во внимание данные полученные в процессе исследования параметров раздвижки и то, что сильфонный пневмобаллон развивает максимальное толкающее усилие при использовании его максимального полезного объема мы разработали методику установления зависимости между толкающим усилием и избыточным давлением с использованием ручного гидравлического пресса на 100 кН.

На первом этапе мы оттарировали пресс. Для этого пресс был переделан для исследования на разрыв, т.е на штоке пресса была установлена специальная приставка и между поперечиной и нижней опорой приставки закреплен динамометр растяжения на 5 кН (рис.6). Последовательно повышая давление в надпоршневом пространстве рабочего цилиндра пресса и фиксируя показания динамометра установили связь между этими параметрами.



Рисунок 6 – Общий вид пресса с приставкой для его тарировки.

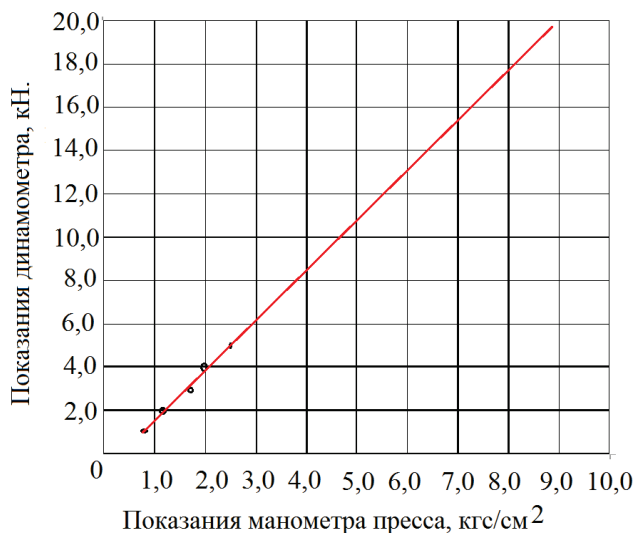
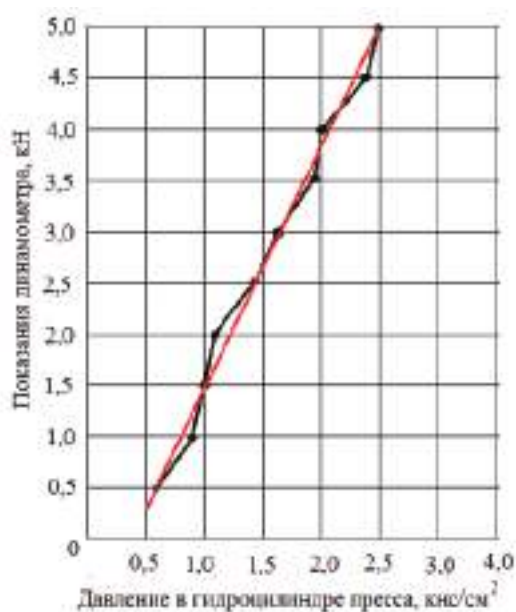


Рисунок 7 – Тарировочные графики манометра пресса.

После обработки данных получили то, что в среднем на каждые 0,1 МПа давления манометра пресса приходится 1,5 кН. Для построения графика зависимости между рабочим давлением в полости сильфонного пневмобаллона и его толкающего усилия последний разместили в рабочем пространстве пресса согласно рис.7, а в сильфон на первом шаге подали сжатый воздух под давлением 0,1 МПа. Под давлением сильфон раздвинулся, затем, подкачивая плунжерной парой пресса его рабочим штоком, поджали сильфон до размера 360 мм (180 мм – высота сильфона сжатом состоянии + 180 мм – максимальный ход раздвижки). Давление в рабочей полости пресса, отображенное на манометре пресса, определило первую точку на графике F(p).



Рисунок 7 – Схема расположения сильфона в рабочей зоне пресса.

Последовательно повышая давление в полости сильфона с шагом 0,1 МПа и фиксируя давление в рабочем цилиндре по манометру пресса после компенсации раздвижки т.е. возврата к общей высоте сильфонного пневобаллона в 350 мм, построили график $F(p)$ (рис.8). Эти же эксперименты повторили для ходов раздвижки 160 мм (340мм.), 140 мм (320 мм.), а полученные данные использовали для построения графиков на том же графике $F(p)$ (рис.8).

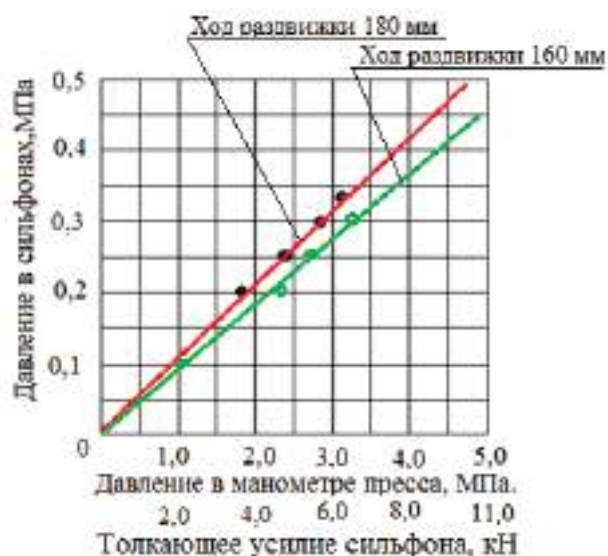


Рисунок 8 – График зависимости толкающего усилия от давления в полости сильфона при различных ходах раздвижки.

Таким образом мы получили возможность контролировать толкающее усилие по давлению и определять ход раздвижки, обладающий максимальным толкающим усилием. Т.е. нет необходимости в установке момента пуска в точке максимальной раздвижки, толкающее усилие может повысится на 10%, при уменьшении на 20 мм.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тихоходный привод на базе пневмобаллонов. Л.А.Крупник, К. К. Елемесов, Б.С.Бейсенов, Е.Е.Сарыбаев. Горный журнал №10, 2018г. Язык: русский. Номер: 10. Год: 2018 Страницы: 40-43.МРНТИ: 55.03.43

2.[2] Разработка и исследование параметров пневмобаллонного привода с прерывистым (пошаговым) циклом движения в качестве вспомогательного привода барабанных мельниц. Хайруллаев Д.Х., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е. Труды Сатпаевских чтений «Сатпаевские чтения – 2021», т.1, стр.1230-1233.

Үш камералы сальфонды пневмобаллондардың күштік және жылжымалы параметрлерін зерттеу

А. Құсайынов, Е. Е. Сарыбаев , А. Санақ, Б. С. Бейсенов 

Андатпа: Бұл мақалада үш камералы сальфонды пневмобаллондардың Күштік және жылжымалы параметрлерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Стенд жасалып, сальфондардың параметрлерін зерттеу әдістемесі әзірленді. Сальфонға ауа беру жүйесін конструктивті пысықтау нәтижелері ұсынылған, олар бұдан әрі тірек механизмін пайдалана отырып, іске қосу құрылғысында пайдаланылатын болады. Үш камералы сальфонды пневмобаллондар базасында іске қосу құрылғыларының жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін цехтық пневмомагистраль параметрлері таңдалуы мүмкін ауа шығынының жұмыс істеп тұрған пневмобаллондағы қысымға және сырғыма уақытының қысымға тәуелділігінің графиктері салынды. Максималды сырғыту нүктесінде іске қосу сәтін орнатудың қажеті жоқ екендігі расталды, итеру күші 20 мм төмендеген кезде 10% - ға артуы мүмкін, бірақ сонымен бірге сырғыманың жүрісі импульсті неғұрлым маңызды әсер беру үшін маңызды болуы керек.

Негізгі сөздер: іске қосу құрылғысы, пневмобаллон, тірек, сальфон, үш камералы, іске қосу тогы.

Investigation of power and sliding parameters of three-chamber bellows pneumatic cylinders

A. Kusainov, E. E. Sarybayev , A. A. Sanak, B. S. Beisenov 

Abstract. This article presents the results of studies of power and sliding parameters of three-chamber bellows pneumatic cylinders. A stand has been developed and a methodology for studying the parameters of bellows has been worked out. The results of the constructive study of the air supply system to the bellows, which will be used in the starting device using a rack mechanism, are presented. Graphs of the dependence of air flow on the pressure in the working pneumatic cylinder and the sliding time on the pressure are constructed, according to which the parameters of the shop pneumatic line can be selected to ensure the operability of starting devices based on three-chamber bellows pneumatic cylinders. We have received confirmation that there is no need to set the starting moment at the point of maximum sliding, the pushing force can increase by 10%, with a decrease of 20 mm. But at the same time, the sliding stroke should be significant in order to give the impulse a more significant effect.

Keywords: starting device, pneumoballoon, rack, bellows, three-chamber, starting current.

СУТЕГІ ЭНЕРГЕТИКАСЫНЫҢ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

М.З. Мақсұтқанова С.С. Абдуллаев

Satbayev University, Казахстан, г.Алматы

* maksutkanova.m@mail.ru

Андатпа. Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті "Технологиялық машиналар және көлік" кафедрасының ПОК және инженерлері Судан сутегі мен оттегін алуға арналған құрылғы конструкциясын әзірледі, 2003 жылы шығарылған Ситроен-5 автомобильінің тәжірибелік үлгісі сыналды, көлемі 2,0 л сутегі мен бензинде болды. Жұмыста автомобильдің ДЖҚ сутегі генераторын сынау қарастырылады.

НнО машинасында жанармай шығыны мен пайдаланылған шығарындыларды азайту үшін отын да бірге жағылады. Көптеген зерттеулер дәстүрлі отынмен салыстырғанда сутегі генераторы бар автомобильді пайдаланудың сөзсіз артықшылығын дәлелдейді. Ішкі жану қозғалтқыштарында таусылған жанғыш қоспаны пайдалану пайдаланылған газдың көлемін азайтуға және жылу тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Эксперименттік нәтижелер концентрациясы бар (35 -50 г/л) Коh калий электролизергидроксидіне қосылған кезде отын шығыны төмендеуі мүмкін (8.4-43.6%), ал пайдаланылған газдардың ластаушы заттарының шығарындылары азаяды. Осылайша, ішкі жану қозғалтқышына сутегі қосу отын шығынын азайтып, автомобильдердің шығарындыларын азайтады. Электролитке немесе суға арналған сыйымдылықты, Корпусы мен конустық пішінді электродтары бар және цилиндрлік негізі бар электролиттік ұяшықтарды (бір немесе бірнеше) қамтитын ДЖҚ-ға арналған сутегі генераторы, бұл ретте корпусының түбінде ерітіндіні электрод аралық камераларға беруге арналған арна болады, газдардың шығуына арналған келте құбыр қақпақ конусының жоғарғы бөлігінде орналасқан.

Негізгі сөздер: ішкі жану қозғалтқышы, автомобиль, сутегі генераторы, отын, электролиз, жану, гидролизі.

1. Сутекті пайдалану және сутегі энергетикасын дамыту перспективалары

Сутегі энергетикасы-төмен көміртекті немесе көміртексіз отын түрлеріне көшу жағдайында энергия ресурстары нарығын жандандыруға қабілетті, 21 ғасыр экономикасының драйвері. Үлкен және үлестірілген энергетика, энергияны жинақтау және көліктің барлық түрлері саласындағы сутегін пайдаланатын, автомобильдерден ұшақтарға және теңіз кемелеріне дейінгі прогрессивті жобалар саны өсу үрдісіне ие, бұл Қазақстанға айтарлықтай қысқа уақыт аралығында технологиялық серпіліс жасауға және сыншылардың болжамдарына қарамастан, ЭЫДҰ прогрессивті елдерімен тең тұруға мүмкіндік береді. Сутегі энергетикасының ағымдағы жай-күйі мен даму перспективалары Қазақстан Республикасының Ұлттық сутегі стратегиясын әзірлеуде мынадай бағыттарға ерекше назар аудару қажеттігін болжайды:

1) сутегін өндіру жөніндегі қуаттарды құру, оның ішінде мұнай-газ секторын және қуаты Артық/"істен шыққан" электр станцияларын әртараптандыру есебінен (Екібастұз МАЭС, МАЭК);

2) жұмыс істеп тұрған газ тасымалдау қуаттарының мүмкіндіктерін қоса алғанда, сутегін жеткізу және сақтау жөніндегі инфрақұрылымды дамыту болып табылады;

3) сутекті отын элементтерінде көлік өндірісі;

4) орталықтандырылған энергетикалық инфрақұрылымнан алшақ аудандар мен объектілерді көлікке және жергілікті энергиямен жабдықтауға арналған қуаты әртүрлі отын элементтерін өндіру;

5) сутекті өндіру мен тұтынуды қолдаудың нормативтік құқықтық базасын қоса алғанда, сутегі көлігіне сұранысты ынталандыру жөніндегі шаралар;

6) сутегі энергетикасы саласында, оның ішінде сутегін сақтауға және отын элементтерін өндіруге арналған жаңа материалдар жасау бойынша ҒЗТКЖ жүргізу;

7) Технологиялық реттеу мен стандарттауды қоса алғанда, сутегі энергетикасы саласындағы халықаралық ынтымақтастықты қамтиды.

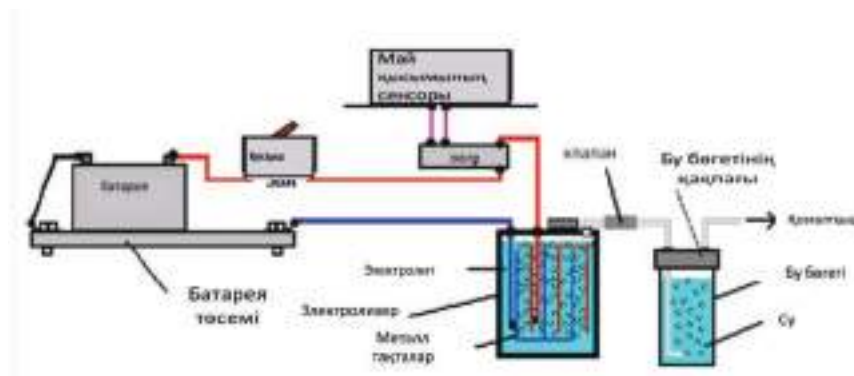
Сутегі энергетикасын дамыту Қазақстанның артықшылықтарын іске асыруға және

көмірсутек секторын әртараптандыруға мүмкіндік береді, экономиканың озық жаңа технологиялық жолға айналуын және елдің серпінді әлеуметтік-экономикалық дамуы үшін қажетті ауқымды пайда алуды қамтамасыз етеді.

2. Сүтегі отынындағы іштей жану қозғалтқышы

Көптеген машина иелері отынды үнемдеу жолдарын іздейді. Бұл мәселені түбегейлі шешу автомобиль үшін сутегі генераторына мүмкіндік береді.

Автомобильдердің отыны ретінде сутекті пайдаланудағы еңсерілмейтін кедергі болып табылатын негізгі техникалық себеп көлік құралына газдың жеткілікті мөлшерін сыйғыза алмау болды. Сутегі үшін жанармай бағының мөлшері автомобильдің параметрлерімен салыстырылады. Газдың үлкен жарылғыштығы аздап ағып кету мүмкіндігін болдырмауы керек. Сұйық түрінде криогендік қондырғы қажет. Бұл әдіс автомобильде де аз жүзеге асырылады.



Сурет-3. Сутегі өндіру қондырғысы

Бүгін сутегі генераторлар у автоэуесқойлар алады танымалдығы. Алайда, бұл емес болса, ол туралы да сөз қозғалып, жоғарыда. Электролиз арқылы су Браун деп аталатын газға айналады, ол отын қоспасына қосылады. Бұл газ шешетін негізгі міндет-отынның толық жануы. Бұл қуаттың өсуіне және отын шығынын лайықты пайызға төмендетуге қызмет етеді. Кейбір механиктер 40% үнемдеуге қол жеткізді.

Газдың сандық шығуында электродтардың беткі ауданы өте маңызды. Электр тогының әсерінен су молекуласы екі сутегі атомына және бір оттегіне ыдырай бастайды. Мұндай газ қоспасы жанған кезде молекулалық сутектің жануына қарағанда 4 есе көп энергия шығарады. Сондықтан бұл газды ішкі жану қозғалтқыштарында қолдану отын қоспасының тиімді жануына әкеледі, атмосфераға зиянды шығарындылардың мөлшерін азайтады, қуатты арттырады және жұмсалған отынның мөлшерін азайтады.

Автомобильге арналған сутегі генераторын осындай жүйелерді жинау мен орнатуды ағынға жеткізген сатушылардан сатып алуға болады. Бүгінгі таңда көптеген ұсыныстар бар. Бірақ сіз мұндай жүйені өзіңіз жинай аласыз-онда күрделі ештеңе жоқ.

Төменде сутегі генераторын өз қолыңызбен оңай жинауға болатын схема берілген. Браун газын шығаратын негізгі қондырғының сызбалары өте қарапайым және қарапайым. Схема ешқандай инженерлік қиындық тудырмайды.

Біздің ұсыныс

ДВС – да сутегі генераторын газды пайдалану отын қоспасының тиімді жануына әкеледі (негізгі бензин-ауа қоспасына Браунның-ННО газын 10% - ға дейін қосу).

Артықшылықтары:

1. Атмосфераға зиянды шығарындылар санын 80-ге дейін азайтады%,
2. Қуатты 25-ке дейін арттырады%
3. Жұмсалған отынды 40% - ға дейін азайтады.

Сутегі генераторы тұрады:

1. Суды электролиздеуге арналған қондырғылар.
2. Жинақтаушы резервуардан.
3. Газдан ылғал ұстағыш.
4. Электрондық басқару блогы (ток модуляторы) және т. б.

Реактор

Алынған қоңыр газ көлемінің мөлшері электродтардың ауданына және олардың материалына байланысты. Егер сіз мыс немесе темір пластиналарды электродтар ретінде алсаңыз, онда реактор пластиналардың тез бұзылуына байланысты ұзақ уақыт жұмыс істей алмайды. Титан парақтарын қолдану өте ыңғайлы. Алайда, оларды пайдалану құрылғыны құрастыру шығындарын бірнеше есе арттырады. Жоғары легирленген тот баспайтын болаттан жасалған плиталарды қолдану оңтайлы болып саналады.

Қажетті ұсыныс

Отынды шынымен үнемдеу үшін автомобильге арналған сутегі генераторы қозғалтқыштың 1000 жұмыс көлеміне 1 литр мөлшерінде әр минут сайын газ шығаруы керек. Осы талаптарға сүйене отырып, реакторға арналған тақталар саны таңдалады. Электродтардың бетін үлкейту үшін бетті тегістеуішпен перпендикуляр бағытта өңдеу керек. Мұндай емдеу өте маңызды-бұл жұмыс

аймағын ұлғайтады және газ көпіршіктерінің бетіне "жабысуын" болдырмайды.



Сурет-4. Пластина тақталары

Соңғысы электродты сұйықтықтан оқшаулауға әкеледі және қалыпты электролизге кедергі келтірмейді. Электролизердің қалыпты жұмыс істеуі үшін су сілтілі болуы керек екенін ұмытпаңыз. Катализатор қарапайым сода болуы мүмкін.

Егер сіз оны төмендетпесеңіз, онда судың қайнауы мүмкін, ал реактор Браун газын шығаруды тоқтатады. Реактордың жұмысын реттейтін арнайы контроллер жылдамдықтың жоғарылауымен өнімділікті өзгертуге мүмкіндік береді.

Бұл заманауи сутегі технологиясы отын шығынын 20-60 пайызға азайтуға мүмкіндік береді, бұл келесі заттардың шығарындыларының айтарлықтай азаюын қамтамасыз етеді:

- CO;
- NOx;
- CO₂;
- HC

Қорытынды

Электролитке немесе суға арналған сыйымдылықты, Корпусы мен конустық пішінді электродтары бар және цилиндрлік негізі бар электролиттік ұяшықтарды (бір немесе бірнеше)

қамтитын ДЖҚ-ға арналған сутегі генераторы, бұл ретте корпусының түбінде ерітіндіні электрод аралық камераларға беруге арналған арна болады, газдардың шығуына арналған келте құбыр қақпақ конусының жоғарғы бөлігінде орналасқан. Корпус, қосымша электродтар мен қақпақтар корпусының цилиндрлік негіздерінің тесіктеріне, қосымша электродтар мен қақпақтарға салынған болттармен қосылады. Анод, қосымша электродтар мен катод арасындағы окшаулау диэлектрлік сақиналармен, диэлектрлік шайбалармен және диэлектрлік гильзалармен қамтамасыз етіледі. Ерітінді резервуардан канал арқылы интерэлектродтық кеңістікке жіберіледі. Газдар түтік арқылы шығады және электр клапанынан, қысым реттегішінен және су қақпағынан өтіп, ішкі жану қозғалтқышының қуат жүйесіне енеді

Техникалық нәтиже-судың сутегі мен оттегіге төмен амперлік электролиттік ыдырауы және сутектің бөліну жылдамдығын Іштен жану қозғалтқышының жұмыс режимімен автоматты түрде синхрондау.

Электролитке арналған сыйымдылығы, электролиттік жасушасы бар, Корпусы мен конустық электродтары бар және цилиндрлік негізі бар ішкі жану қозғалтқышына арналған NNO газын алуға арналған Генератор, бұл жағдайда корпусының түбінде ерітіндіні электродтар арасындағы камераларға беруге арналған арна бар, газдардың шығуына арналған құбыр қақпақтың конусының жоғарғы бөлігінде орналасқан, ол Шығыс құбырмен жабдықталған электр клапанымен, қысым реттегішімен және су ысырмасымен.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мұнайдың орнына сутегі: Жаңа энергетика Ресей үшін күмәнді болды. - <https://www.mk.ru/economics/2021/06/30/vodorod-vmesto-nefti-novaya-energetika-okazalas-dlya-rossii-somnitelnoy.html>

[2] Халықаралық энергетикалық қауымдастықтың есебі, 2018 ж.

[3] 3 климаттың өзгеруі туралы БҰҰ негіздемелік конвенциясының сайты. [Электрондық ресурс]. Қатынау режимі: <http://www.ipcc.ch>

[4] А. Қазақстан Республикасы экономикасының өндіруші салаларын Декарбонизациялау: монография / ҚР ҰҒА академигі, т.ғ. д., профессор ред. Даукей А. - Нұр-сұлтан: би-ПРИНТ, 2021. – 220

[5] Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 31 желтоқсандағы № 1521 қаулысы. "Қазақстан Республикасында электр энергетикасын дамыту жөніндегі 2010-2014 жылдарға арналған бағдарламаны бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2010 жылғы 29 қазандағы № 1129 қаулысына өзгерістер мен толықтырулар енгізу туралы.

[6] "Қазақстан Республикасының отын-энергетика кешенін дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2014 жылғы 28 маусымдағы № 724 Қаулысы.

Перспективы развития водородной энергетики

З.М.Максутканова, С.С. Абдуллаев

Аннотация. ППС и инженеры кафедры "Технологические машины и транспорт" Казахского национального исследовательского технического университета имени К. И. Сатпаева разработали конструкцию устройства для получения водорода и кислорода из воды, испытан опытный образец автомобиля Ситроен-5 2003 года выпуска, объемом 2,0 л на водороде и бензине. В работе рассматривается испытание водородного генератора ДВС автомобиля. В машине H_2O топливо также сжигается вместе, чтобы уменьшить расход топлива и выхлопные газы. Многочисленные исследования доказывают неоспоримое преимущество использования автомобиля с водородным генератором по сравнению с традиционным топливом. Использование разряженной горючей смеси в двигателях внутреннего сгорания позволяет уменьшить объем выхлопных газов и повысить тепловую эффективность. Экспериментальные результаты показали, что при добавлении к электролизергидроксиду калия KOH с концентрацией (35 -50 г/л) Расход топлива может снизиться (8.4-43.6%), а выбросы загрязняющих веществ отработавших газов уменьшатся. Таким образом, добавление водорода в двигатель внутреннего сгорания снижает расход топлива и снижает выбросы автомобилей. Генератор водорода для ДВС, содержащий емкость для электролита или воды, электролитические ячейки (один или несколько) с корпусом и электродами конической формы и с

цилиндрическим основанием, при этом на дне корпуса имеется канал для подачи раствора в межэлектродные камеры

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, автомобиль, генератор водорода, топливо, электролиз, горение, гидролиз.

Prospects for the development of hydrogen energy

Z.M. Maksutkanova, **S.S. Abdullaev**

Abstract. The teaching staff and engineers of the Department of "Technological Machines and Transport" of the Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev developed the design of a device for producing hydrogen and oxygen from water, a prototype Citroen-5 car of 2003, with a volume of 2.0 liters on hydrogen, was tested and gasoline. The paper considers the testing of a hydrogen generator of the internal combustion engine of a car. In the H₂O car, the fuel is also burned together to reduce fuel consumption and exhaust gases. Numerous studies prove the undeniable advantage of using a car with a hydrogen generator compared to traditional fuel. The use of a discharged combustible mixture in internal combustion engines reduces the volume of exhaust gases and increases thermal efficiency. Experimental results have shown that when added to potassium electrolysis hydroxide KOH with a concentration of (35-50 g/l) Fuel consumption may decrease (8.4-43.6%), and emissions of pollutants from exhaust gases will decrease. Thus, the addition of hydrogen to the internal combustion engine reduces fuel consumption and reduces vehicle emissions. A hydrogen generator for an internal combustion engine containing a container for electrolyte or water, electrolytic cells (one or more) with a conical body and electrodes and with a cylindrical base, while at the bottom of the body there is a channel for supplying solution in m

Keywords: internal combustion engine, car, hydrogen generator, fuel, electrolysis, combustion, hydrolysis.

КРИОЛИТОЗОН ЖАҒДАЙЫНДА ТЕРЕҢ КАРЬЕРЛЕР ПРОБЛЕМАЛАРЫН ШЕШУ ЖОЛДАРЫ

I.M. Медет.  Утегенова Ә.Е. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

iliyasmdt@mail.ru

Андатпа. Терең карьерлерді қазудың негізгі проблемалары еңістің тік бұрыштарында карьерлер борттарының орнықтылығын қамтамасыз ету, төменгі горизонттардағы жұмыс аймағының қысыңқы жағдайлары және тау-кен массасын көтеру болып табылады. Бұл проблемаларды шешу арнайы көлік түрлері мен қазу жабдықтарын қолдана отырып, карьерлерді кезең-кезеңмен игеру кезінде мүмкін болады. Қазіргі уақытта кен карьерлерінің көпшілігі жоспарда және тереңдікте айтарлықтай мөлшерге жетті, бірақ оларды пайдалану мүмкіндіктері әлі де таусылған жоқ. Карьерді одан әрі тереңдету айтарлықтай шығындармен байланысты екенін атап өткен жөн, оны төмендету үшін карьердің бортын конструкциялауды шекті жағдайға қоюмен оңтайландыру, сондай-ақ шектеулі жағдайларда карьердің жұмыс аймағын құру қажет.

Терең карьерлерді аяқтау мәселесі едәуір тереңдікке, жұмыс аймағының тығыздығына және ашылғаннан кейін көпжылдық қатып қалған жыныстардың қасиеттерінің өзгеруіне байланысты, бұл маусымдық еріту, сулану және техногендік сипаттағы жыныстардың бұзылуына байланысты шөгінділердің тұрақты күйіне әсер етеді.

Негізгі сөздер: криолитозон; терең карьерлер; жұмыс аймағы; көлік; көтеру; үйінді жасау.

Кіріспе. Қазіргі уақытта кен карьерлерінің көпшілігі жоспарда және тереңдікте айтарлықтай мөлшерге жетті, бірақ оларды пайдалану мүмкіндіктері әлі де таусылған жоқ. Карьерді одан әрі тереңдету айтарлықтай шығындармен байланысты екенін атап өткен жөн, оны төмендету үшін карьердің бортын конструкциялауды шекті жағдайға қоюмен оңтайландыру, сондай-ақ шектеулі жағдайларда карьердің жұмыс аймағын құру қажет.

Терең карьерлерді аяқтау мәселесі едәуір тереңдікке, жұмыс аймағының тығыздығына және ашылғаннан кейін көпжылдық қатып қалған жыныстардың қасиеттерінің өзгеруіне байланысты, бұл маусымдық еріту, сулану және техногендік сипаттағы жыныстардың бұзылуына байланысты шөгінділердің тұрақты күйіне әсер етеді.

Карьерлерді жетілдіру – бұл ашық игеру аяқталған кезеңде кен орнының төменгі горизонттарының қорларын тиімді және қауіпсіз игеруге мүмкіндік беретін жаңа әдістер мен технологиялық әдістерді мақсатты түрде енгізу екенін атап өткен жөн.

Тік құламалы кен орындарын ашық игеру тәжірибесі карьерлерді пайдалану кезеңінде елеулі өзгерістерге ұшырайтындығын көрсетеді және мұндай карьерлерді жобалау кезінде олардың тереңдіктен орташаға, карьердің көлбеу борттарымен игерудің соңғы кезеңінде төменгі деңгейжиектерді өңдеу технологиясымен терең және өте тереңге ауысуы көзделуі тиіс. Терең карьерлердің тау-кен техникалық жағдайлары тау-кен массасының үлкен көлемімен, тасымалдау қашықтығының артуымен, тау-кен жұмыстарының белсенді фронтының төмендеуімен сипатталады.

Жүргізілген зерттеулер кен орындарын ашық игеру тереңдігі 1000 м-ге дейін мүмкін болатындығын көрсетеді, бұл ретте, әдетте, тереңдігі бойынша сараланған кертпештер мен борттар учаскелерінің еңістері қолданылады, бұл карьердің еңісінің бас бұрышын 55-60°-қа дейін арттыруға, борттардағы аршу көлемін азайтуға, карьерлердің тереңдігін 100-200 м-ге арттыруға мүмкіндік береді. Тәжірибе көрсеткендей, бұл арнайы жұмыс кешендерінің көмегімен беткейлерді нығайта отырып, кен денелерін толық қуатпен өңдеуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, құламалы кен орындарын ашық игеру кезінде мынадай заманауи үрдістер байқалды, оларды іске асыру карьерлердің еңістері мен борттарын нығайту кезінде елеулі экономикалық тиімділік береді:

- 1) карьерлердің ернеулері мен кертпештердің жұмыс істейтін және жұмыс істемейтін құламаларының параметрлерін ұлғайту;
- 2) жабдықтың бірлік қуатының өсуі;
- 3) аршу жұмыстарының жоспарлы көлемдерден артта қалуы;

4) өндіру және аршу жұмыстарының жұмыс аймақтары арасында алшақтықтың пайда болуы;

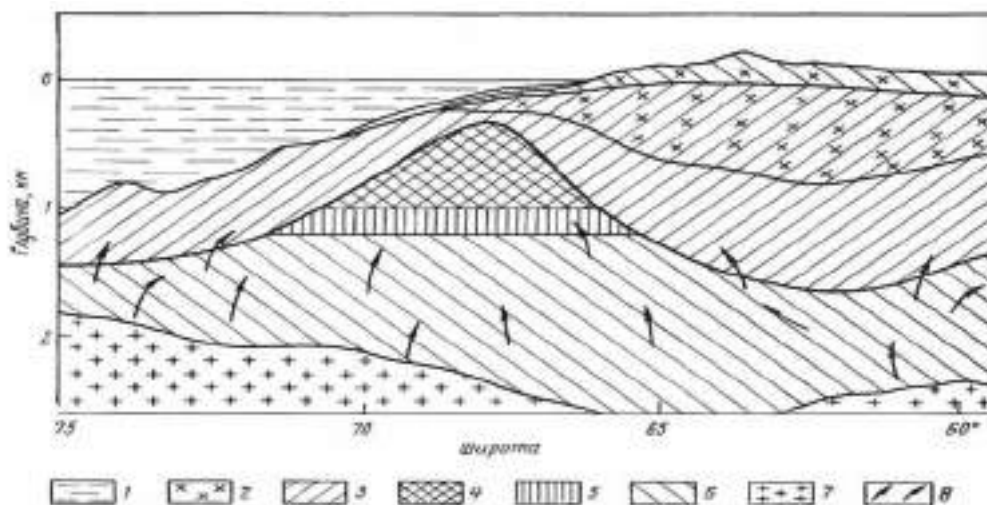
5) уақытша ішкі үйінділерді қалыптастыру.

Кен орындарын игеру және қоршаған ортаға әсер ету шығындарын төмендетудің түбегейлі жолдарының бірі – беткейлерді нығайтудың арнайы әдістерін қолдана отырып, карьердің көлбеу бұрышын арттыру. Өз кезегінде карьер ернеуінің еңіс бұрышының ұлғаюы кертпеш еңісінің биіктігі мен бұрышының ұлғаюы, сондай-ақ бермалардың саны мен енінің азаюы есебінен мүмкін болады. Тік құламалы кен орындарын игеру тәжірибесі көрсетіп отырғандай, тұрақты борттардың тіктігін ұлғайтудың негізгі резерві тік қосарланған немесе салынған кемерлерге көшуді білдіреді.

Нәтижесінде карьерде кен орнын ашық игерудің барлық технологиялық процестері мен оның сатыларының өндірісі тән карьер бортының динамикалық конструкциясы қалыптасады. Бұл ретте, әдетте, карьерішілік көліктен тау массасын жер бетіне көтеретін басқа көлікке қайта тиеу және қабылдау – қайта тиеу құрылғыларының қалыпты жұмыс істеуі мүмкіндігі бар құрамдастырылған көлік қолданылатын болады.

Жоғарыда айтылғандар кимберлит карьерлерін жетілдіру кезінде терең горизонттарды жер асты өңдеуге көшпес бұрын карьердің түбін қалыптастыруға байланысты бірқатар күрделі ғылыми-техникалық міндеттер туындайтындығын көрсетеді. Осы кезеңдегі тау-кен техникалық жағдайлардың ерекшелігі тау-кен жұмыстарының дамуы және шекті жағдайға шегіну карьерлердің тығыз жұмыс аймағында, қоршаған орта температурасының күрт маусымдық ауытқуы жағдайында және тереңдетілген жұмыстарды қарқындату процесінде ашылғаннан кейін тау жыныстарының қасиеттерінің өзгеруі жағдайында болатындығымен сипатталады. Сонымен қатар, кеннің борттық кемерлерін мәжбүрлеп қалдыру және оларды жер асты және ашық әдістермен өңдеудің күрделілігіне байланысты карьердің борттарындағы кен шығындарын азайту үшін қосымша технологиялық қиындықтар туындайды. Аталған нақты факторлар мен талаптар ашық әзірлемелерді аяқтау кезеңінде жұмыстарды тиімді және қауіпсіз орындауға бағытталған түбегейлі жаңа технологиялық шешімдерді құруды талап етті.

Терең мыс өндіретін карьерлердегі технологиялық прогресс кимберлит түтігінің айналасында тереңдейтін спираль бойынша карьердің бортынан өткен жер асты қазбаларының терең горизонттарын ашу кезінде пайдалану үрдісін айқындады [1]. Осы қазбалардың оңтайлы орналасуы, олардың конструкциялық орындалуы желдету және тасу қазбаларымен бір кешенде карьердің бортындағы ұзын автомобиль құламаларын жою арқасында карьерлік кеңістіктен алынатын аршу жыныстарының көлемін едәуір азайтады және нәтижесінде оны қазудың соңғы сатысында тау-кен жұмыстарының режимін жақсартады.



1 Сурет - Криолитозонның сызбасы

Түбегейлі жаңа міндет қойылуына байланысты тау-кен массасын алу және көтеру үшін тау-кен көлік кешенін таңдау мәселелері қойылады. Шектеулі жұмыс аймағында тау-кен техникасын пайдалану ұйымдастырушылық себептерге байланысты қиындайды, карьерге кіретін агрессивті тұздықтар жұмыс кеңістігінің газдануын арттырады, нәтижесінде жабдықтың өнімділігі төмендейді және карьердің тоқтап қалуы артады. Сондықтан карьерлерді жетілдірудің тиімділігін арттырудың маңызды факторларының бірі – техниканы неғұрлым маневрлік түрде ескере отырып, тау-кен кешенін дұрыс таңдау. Бұл мәселені шешуге қорғаныс өнеркәсібі техникасын (шынжыр табанды автосамосвал, бронетранспортер) конверсиялау үлкен қызығушылық тудырады. Оларды қолдану ашық тау-кен жұмыстарында доңғалақты көлікті тиімді пайдалану саласын кеңейтуге мүмкіндік береді.

Терең кимберлитті карьерлерді қазу кейде жұмыс істемейтін борттағы резервтік жұмыс алаңдарын сақтай отырып жүргізіледі. Резервтік алаңдарды құру таңдалған учаскедегі карьер бортының тұрақты тұруын ескере отырып, жекелеген қауіпсіздік бермаларын жою есебінен де мүмкін. Резервтік алаңдардың болуы карьерге аршу үшін де, кен үшін де уақытша карьерішілік үйінділерді пайдалана отырып, үлкен тереңдікте тау-кен жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл тұрғыда "Қазақмыс" карьерлерінде тау-кен массасын карьерішілік ауыстырып тиеумен жұмыс жүргізуде жеткілікті тәжірибе жинақталған, оның мәні карьерішілік кеңістікте уақытша үйінділер жасау, кейіннен қоймаланған жыныстарды (кенді) автокөлікпен сыртқы үйінділерге (фабрикаға) шығару болып табылады. Бұл технология «Мир» карьерін қайта құрудың ең қиын кезеңінде, оны үлкен тереңдікте пайдалану кезінде автомобиль көлігі өз мүмкіндіктерін таусылған кезде өзін ақтады [2].

Тереңдіктен бөлінетін кимберлит түтіктерін өңдеу кезінде (мысалы, "Удачная"), перспективалы инновациялық әзірлеуде баяндалған қағидаттарға сәйкес оның жұмыс аймағын ұтымды қалыптастыру есебінен карьердің ішкі кеңістігін пайдалану мүмкіндігі пайда болады [3]. Карьерлерді өңдеу кезінде карьерішілік үйінділердің мүмкіндіктері әлі де таусылмағанын, негізінен шетелдік және отандық ашық әзірлемелер техникасын қолдануға бағытталған жаңа техникалық идеялар, қағидаттар мен әзірлемелер қажет екенін атап өткен жөн.

Кен орнын ауыстырудың тік схемасын және аршуды дәстүрлі емес тәсілдермен қолдана отырып, карьерлердің терең қабаттарынан тау-кен массасын көтеру мәселелерін шешуде өткір мәселе тұр. Белгілі техникалық шешімде тау жыныстарын тасымалдау үшін арнайы ыдыстарды қолдану ұсынылады. Бұл схема кішкентай кимберлит түтіктерін тік биік тіректермен өңдеу кезінде ұсынылады. Алайда, мұндай технологияның кемшіліктері бар, олар көтергіш қондырғының күрделі құрылымын құрудың техникалық мәселелерін шешуден тұрады. Тау-кен массасын көтерудің ең үнемді тік схемасын дамыту шеңберінде және қайта тиеу жұмыстарын ұйымдастыруда ұтқырлықты, маневрлікті арттыру мақсатында авторларды арнайы ыдыс-контрейлерлер ретінде пайдалану ұсынылады, бұл үшін одан тікелей автосамосвал шанағына контрейлерді шығарып, күрделі емес конструкцияның қайта тиеу алаңын талап етеді [4].

Қорытынды

Мүздатылған горизонттар астында жұмыс істеу жағдайында криолитозондар қоршаған ортаға зиянды шығарындыларды күрт арттырады. Тұздықтар, негізінен күкіртсутегі қаныққан, тау жыныстарынан үйінділерге ағып, өзен желісіне түсіп, табиғи ортаға және халықтың денсаулығына зиян келтіреді. Сондықтан қауіпсіз үйінділерді жобалау бойынша ғылыми ұсыныстарды жүзеге асыру аймақтың экологиясын айтарлықтай жақсартады. Олардың конструктивтік орындалуы дәстүрлі үйінділерден ерекшеленеді және әртүрлі сазды жыныстардың бірнеше экрандаушы қабаттарын қамтиды, олар тұздықтардың сыртқы табиғи ортаға сіңуін және күкіртсутектің ащы иісін жою үшін қоймаланатын жыныстарға цеолиттер қоспасын ұстап тұрады [5]. Агрессивті жыныстарды сақтау үшін ашық жер асты үйінділерін құру мүмкін, содан кейін оларды қоршаған ортадан оқшауланған қорымдар түрінде қалыптастыруға болады.

Ашық жұмыстардың нәтижесінде терең ойықтар қалады. Карьерді қайта толтыру арқылы беткі рельефті қалпына келтіру экономикалық себептерге байланысты мүмкін емес. Соңғы жылдары әртүрлі халықтық-шаруашылық объектілері мен спорттық сауықтыру кешендерін салу

үшін карьерлердің пайдаланылған кеңістігін пайдалану үрдісі пайда болды [6]. Бүгінгі таңда мансаптық қызметті пайдалану бойынша маңызды ғылыми-техникалық әзірлемелер жоқ.

Криолитозон жағдайында мыстың байырғы кен орындарын жоғары тиімді және қауіпсіз өңдеу бойынша қойылған міндеттерді кешенді шешу қоршаған ортаны барынша сақтай отырып, тау-кен өндіруші кәсіпорындардың тұрақты дамуын қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Пат. 2233982 РФ, МКИ Е 21 С 41/00. Способ вскрытия и отработки глубоких горизонтов кимберлитовых трубок / А.С. Зельберг, А.Д. Андросов, Н.П. Крамсков, А.А. Андросов и др. – опубл. в БИ – 2004.-№22.

[2] Власов В.М., Андросов А.Д. Технология открытой добычи алмазов в криолитозоне / Отв.ред. О.И. Слепцов – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2007-388с.

[3] Пат.2199664 РФ, МКИ Е 21 С 41/26. Способ отработки глубоких карьеров / А.Д. Андросов, И.В. Скобеев, А.Н. Акишев, А.А. Андронов и др. – Опубл. в БИ.-2003-№6.

[4] Федоров Л.Н. Послойно-скваженный способ разработки глубоких карьеров // Актуальные проблемы разработки кимберлитовых месторождений: современное состояние и перспективы решения: сб.докл. Междунар. научнопрактической конференции «Мирный – 2003» - М.: Изд.дом «Руда и металлы», 2002.-с.352-355.

[5] Пат. 2310076 РФ, МКИ Е 21 С 41/00. Способ экологически безопасного отвалообразования / А.Д. Андросов, Б.С. Ягнышев, М.В. Ганченко, А.А. Андросов и др. – Опубл.-2007. 11.10.

[6] Ельчанинов Е.А., Ельчанинова Е.А. Новый подход к восстановлению ресурса земельных участков нарушенных глубокими карьерами // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГТУ, 2008.-№8.-с.181-190.

Пути решения проблем глубоких карьеров в условиях криолитозоны

И. М. Медет^{ID} Утегенова Ә.Е.^{ID}

Аннотация. Основными проблемами разработки глубоких карьеров являются обеспечение устойчивости бортов карьеров в вертикальных углах откоса, сжатые условия рабочей зоны в нижних горизонтах и подъем горной массы. Решение этих проблем возможно при поэтапной разработке карьеров с использованием специальных видов транспорта и оборудования для разработки. В настоящее время большинство горных карьеров достигли значительных размеров в плане и глубине, но возможности их использования еще не исчерпаны. Следует отметить, что дальнейшее углубление карьера связано со значительными затратами, для снижения которых необходимо оптимизировать конструкцию борта карьера с постановкой его в предельное положение, а также создать рабочую зону карьера в ограниченных условиях.

Проблема завершения глубоких карьеров связана со значительной глубиной, плотностью рабочей зоны и изменением свойств многолетнемерзлых пород после вскрытия, что сказывается на стабильном состоянии отложений из-за сезонного оттаивания, обводнения и разрушения пород техногенного характера.

Ключевые слова: криолитозона; глубокие карьеры; рабочая зона; транспорт; подъем; отвалообразование.

Solutions to the deep pit problems in permafrost conditions

I. M. Medet^{ID} A.E.Utegenova^{ID}

Abstract. The main problems of the development of deep quarries are ensuring the stability of the sides of the quarries in the vertical angles of the slope, the compressed conditions of the working area in the lower horizons and the rise of the rock mass. The solution to these problems is possible with the phased development of quarries using special types of transport and equipment for development. Currently, most of the mining pits have reached significant sizes in terms of depth, but the possibilities of their use have not yet been exhausted. It should be noted that further deepening of the quarry is associated with significant costs, to reduce which it is necessary to optimize the design of the side of the quarry with its setting in the limit position, as well as to create a working area of the quarry in limited conditions.

The problem of completing deep quarries is associated with a significant depth, density of the working area and changes in the properties of permafrost rocks after opening, which affects the stable state of sediments due to seasonal thawing, flooding and destruction of rocks of a technogenic nature.

Keywords: permafrost; deep open pits; working area; transport; lifting; stacking.

ӨЗЕН КЕН ОРНЫНДА ҰҢҒЫМАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН АСФАЛЬТТЫ-ШАЙЫРЛЫ-ПАРАФИНДІ ШӨГІНДІЛЕРДІҢ АЛДЫН АЛУДЫҢ ЖЫЛУЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

Г.Т. Меңдіғалиева , Ә.Е. Утегенова 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

gmendigalieva0999@gmail.com

Андатпа. Өзен мұнай кен орындарын пайдалануды қиындататын проблемалардың бірі -жұмыс істеп тұрған ұңғымаларда асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділердің пайда болуы. Қарқынды алдын алу шараларына қарамастан, асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділердің түзілуін толығымен жою мүмкін емес, бұл сәйкесінше қалпына келтіру шараларын жүргізу үшін ұңғымалардың тоқтауына байланысты мұнай өндірудегі шығындарға әкеледі.

Бұл мақалада біз Өзен кен орнындағы жоғарыда аталған күрделі факторлардың алдын-алу шараларын қарастырамыз. Осы шараларды жүзеге асыра отырып, компания жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзартып қана қоймай, қосымша мұнай өндірудің тиімді мүмкіндігіне ие бола алады. . Зерттеулерге сәйкес мұнай ұңғымаларын парафиннен тазарту, алдын-алу үшін қыздыру кабелін қолдану технологиясы мұнай компаниялары үшін экономикалық және экологиялық жағынан да тиімді әдіс болып табылады.

Түйінді сөздер: Мұнай-газ саласы,мұнай өндіру, ұңғыма, сорап, Өзен мұнай-газ кен орыны, ортадан тепкіш сорап, асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділер, жылыту технологиясы

Өзен мұнай кен орынындағы ұңғымаларды пайдалануды және өнім өндіруді қиындататын мәселелердің бірі – жұмыс істеп тұрған ұңғымаларда асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділердің және гидраттардың пайда болуы.

Асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділердің түзелуі құбырларда тығынның пайда болуына, ұңғымалардың өнімділігінің төмендеуіне, жабдықтардың тозуының артуына, электр қуатын тұтыну жағынан үлкен шығындарға әкеледі. Сондықтан асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділермен күрес – мұнай өндіруді қарқындату және жабдықтардың тиімділігін арттыру кезіндегі өзекті мәселе. Осы мәселелерді шешуге дайындалатын іс-шаралар өнім өндіруге кері әсерін тигізетін шөгінділердің түзілуінің алдын алуға немесе түзілген шөгінділерді жою бойынша жұмыстар жүргізуді көздейді.

Парафинді шөгінділермен күресудің негізгі әдістері:

- **жылулық:** ыстық мұнай немесе жылу тасымалдағыш ретінде су, бу, электр пештері, индукциялық жылытқыштар;

- **механикалық:** қырғыштар, қырғыш-центраторлар;

- **химиялық заттар:** еріткіштер.

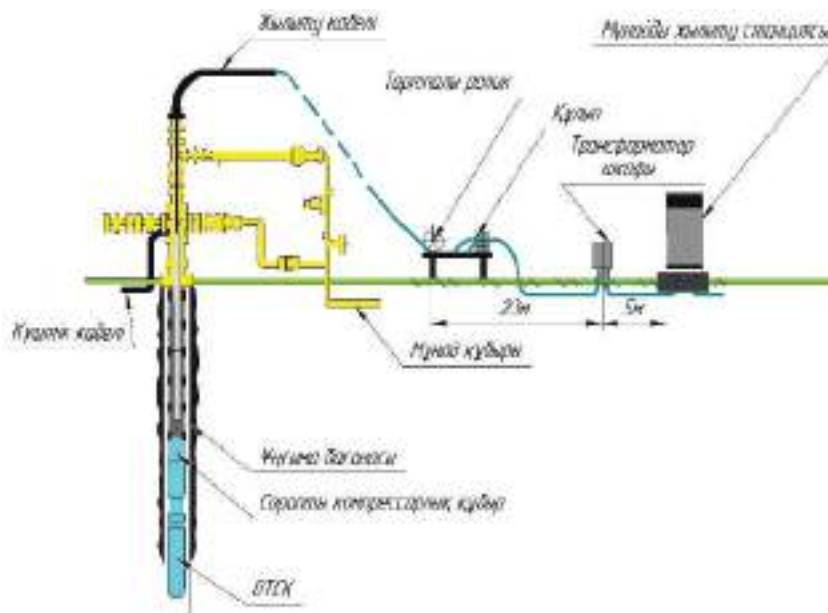
Парафинді шөгінділермен күресудің қолданылатын әдістері әрбір кен орнының жеке геологиялық-физикалық ерекшеліктерін ескере отырып таңдалады. Бұл мақалада біз асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділермен күресудің жылулық әдістеріне, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырамыз.

Парафинді шөгінділерді жоюдың жылу әдістері ыстық су/бу/мұнай қолдану арқылы немесе мұнай жылыту жабдықтарын қолдану арқылы ұңғымада жылыту операцияларын жүргізу [1].

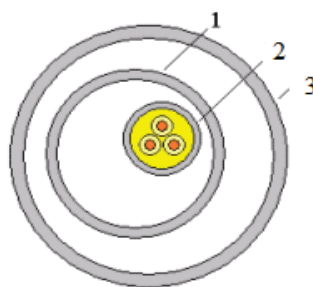
Терең парафин түзілуін жою әдістерінің бірі - **ұңғымаларды жылулық депарафинизациясы** болып табылады, ол парафиндердің балқу процесіне негізделген. Балқу дегеніміз-қатты кристалды заттың сұйық фазаға ауысу құбылысы.

Қазіргі уақытта кен орнында ұңғыманың түп маңы аймағын өңдеу және жерасты жабдығын асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділерден тазарту үшін жаңартылған депарафинизаторлар агрегаттарын (АДПМ-12/150 және АДПМ-Хотойл) пайдалана отырып, ұңғымаларды ыстық мұнаймен өңдеу технологиясы қолданылады. АДПМ-12/150 құрылғысы, мысалы, мұнайды 16 МПа дейінгі қысым кезінде +150 °С температураға дейін қыздыруға арналған тік, цилиндрлік, тура ағынды типті жылытқыш болып табылады. Кен орнындағы зерттеу бойынша жылу өңдеудің табыстылығы 68%. Өңдеуден кейін қалпына келтірілген дебиті бар ұңғыманың орташа жұмыс ұзақтығы-9 күн. Тазалықаралық кезең 52 тәулік. Өзен мұнай кен орнындағы үш ұңғымада 2017 жылы АДПМ 12/150 және ыстық мұнайды жылу тасымалдағыш ретінде пайдалану кезінде

термиялық өндеу жүргізілді. Бірінші ұңғымада мұнай дебиті тәулігіне 1,23-тен 1,29 тоннаға дейін, екінші ұңғымада тәулігіне 3,27-ден 5,16 тоннаға дейін өсті. Алайда, үшінші ұңғымада мұнай дебиті 17,72-ден 14,99 тоннаға дейін төмендеді. Бұл кен орнында ұңғыманың оқпанын АШПШ-дан тазартудың жылу әдісі әрдайым тиімді бола бермейтінін көрсетті.



1 Сурет – Жылыту кабелін қосу схемасы



1-сорап 2– кабель; 3- шегендеуші құбыр
2 Сурет – Жылыту кабельдерінің ұңғымада орналасуы

МЖЖ бірқатар мұнай компанияларында тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтардан өтті және өзінің тиімділігіне тиісті баға алғаннан кейін, электр орталықтан тепкіш сораптармен жабдықталған ұңғымаларды депарафинизациялау үшін табысты қолданады.

Мұнай өндіруде ОТСҚ және МЖЖ-мен жабдықталған ұңғымаларда мұнай дебитінің ұлғаюы байқалған және жабдықтардың қызмет ету мерзімдері мен жөндеу аралық кезеңдері азаюы сияқты нәтижелер алынған. Бұл технологияның басқа жылыту технологияларынан ерекшелігі – экологиялық қауіпсіз болып табылады.

Өзен кен орнындағы № 822 және № 524 ұңғымалары мысалында жылыту кабелін қолдану тиімділігіне талдау жасап көрейік. Осы ұңғымалардағы мәліметтерге сәйкес парафин түзілу мәселесі айқын көрінеді. Электр жылыту бойынша іс-шараларды жүргізгеннен кейінгі ұңғымалардың сипаттамалары мен нәтижелері келтірілген [3].

Ортадан тепкіш сораппен жабдықталған №822 және №524 ұңғымаларға жүргізілген зерттеулер мен есептеулерді талқылайық. Ұңғымалардың тереңдіктері: №822 ұңғымасының тереңдігі 3120м және №524 ұңғымасы - 2920 м. Жылыту кабелі технологиясын қолданғаннан кейінгі нәтижелер: №822 ұңғымасының жылыту кабелін қолданғанға дейінгі мұнай дебиті – 62 т/тәул, ал жылыту кабелін қолданғаннан кейінгі дебиті – 74 т/тәул дейін артқан (1); №524 ұңғымасының жылыту кабелін қолданғанға дейінгі мұнай дебиті – 76 т/тәул, ал жылыту кабелін қолданғаннан кейінгі дебиті – 85 т/тәул дейін артқан (2). Талдау және есептеулер нәтижесінде ұңғымалар мұнай дебитінің орташа мәні (3) және өзгеру коэффициенттері (4) анықталды:

$$\Delta q_{\text{ұңғ.822}} = \Delta q_{\text{дейін}} - \Delta q_{\text{кейін}} = 74 - 62 = 12 \text{ т/тәул}, \quad (1)$$

$$\Delta q_{\text{ұңғ.524}} = \Delta q_{\text{дейін}} - \Delta q_{\text{кейін}} = 85 - 76 = 9 \text{ т/тәул}, \quad (2)$$

$$\Delta q_{\text{орташа}} = \frac{\Delta q_{\text{ұңғ.822}} + \Delta q_{\text{ұңғ.524}}}{2} = \frac{12+9}{2} = 10,5 \text{ т/тәул}. \quad (3)$$

Ұңғымалар мұнай дебитінің өзгеру коэффициенті:

$$K_{\text{өзг. } q} = \frac{\sum \Delta q_{\text{кейін}}}{\sum \Delta q_{\text{дейін}}} = \frac{74+85}{62+76} = \frac{159}{138} = 1,15. \quad (4)$$

Зерттеу нәтижесі: ұңғыма тереңдігіндегі температура парафинді шөгінділердің түзілу температурасынан жоғары болса, парафинді шөгінділердің түзілуін алдын алуға болатынын және мұнай дебитін арттыруға болатынына көз жеткіздік. Зерттеулерге сәйкес, асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділермен күресу және олардың алдын-алу әдістерінің ішінде **жылыту кабелін қолдану технологиясының тиімді және оңтайлы әдіс** екені анықталды. Төменде бұл әдістің бірнеше артықшылықтары келтірілген.

Қорытынды

Мұнай ұңғымаларын жылыту кабельдерімен электрмен жылыту технологиясын қолдану нәтижесі:

- сорапты компрессорлық құбырларды механикалық қырғыштармен тазалауды болдырмау;
- ұңғыманың жерасты жабдығы жұмысының жөндеуаралық кезеңін ұлғайту;
- ұңғыманы күрделі жөндеуден өткізген кезде ұңғыманың тоқтап қалуының азаюына

байланысты мұнай шығынын азайту;

г) ұңғыманы жылумен өңдеуге жұмсалған мұнай шығынын азайту;

д) ОТСҚ жұмысын тұрақтандыру;

е) ұңғыманы күрделі жөндеуді болдырмау;

ж) ұңғымаларға техникалық қызмет көрсету шығындарын қысқарту.

Бұл парафинизация технологиясының басты артықшылығы-қондырғыны сатып алуға, жылыту кабелін түсіруге және басқару жүйесін іске қосуға бір реттік шығындар. Электр энергиясы шығыны және жабдықтың кабелінде болатын ақаулар сияқты кемшіліктерін есепке алмағанда, бұл асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділермен күресудегі бірден-бір жұмыс жасайтын, тиімді әдіс деп қарастыра аламыз. Зерттеулерге сәйкес мұнай ұңғымаларын парафиннен тазарту, алдын-алу үшін қыздыру кабелін қолдану технологиясы мұнай компаниялары үшін экономикалық және экологиялық жағынан да тиімді әдіс болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Б.Т. Муллаев, А.Ж. Абитова, О.Б. Саенко, Б.Ж. Туркпенбаева «Месторождение Узень. Проблемы и решения» в 2-х томах Алматы: Нур-Принт, 2016. I том

[2] Муллаев Б.Т. «Прогнозирование рациональных способов эксплуатации скважин многопластовых месторождений высокопарафинистой нефти». «Нефтепромышленное дело», №8 1976 г.

[3] Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразования: предупреждение и удаление: в 2 томах: учебное пособие. – Краснодар Издательский Дом – Юг, 2011. – Т. 1. – 348 с.

[4] Курбанбаев М.И., Абитова А.Ж., Муллаев Б.Т., Сизиумова В.Н. «Интегрированные методы повышения нефтеотдачи месторождений Мангышлака, находящиеся на поздней стадии разработки». «Нефть и газ» №2 (80), 2014 г.

Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на месторождении Узень

Г.Т. Мендигалиева^{ID} А.Е. Утегенова^{ID}

Аннотация. Одной из проблем, затрудняющих эксплуатацию нефтяных месторождений Узень, является образование асфальто-смолисто-парафиновых отложений в действующих скважинах. Несмотря на интенсивные профилактические меры, полностью ликвидировать образование асфальто-смолисто-парафиновых отложений невозможно, что, соответственно, приводит к потерям в добыче нефти из-за остановки скважин для проведения восстановительных мероприятий.

В этой статье мы рассмотрим меры по предотвращению вышеперечисленных сложных факторов на месторождении Узень. Осуществляя эти меры, компания может не только продлить срок службы оборудования, но и получить эффективную возможность дополнительной добычи нефти. Согласно исследованиям, технология очистки нефтяных скважин от парафина, использование нагревательного кабеля для профилактики, также является экономически и экологически эффективным методом для нефтяных компаний.

Ключевые слова: Нефтегазовая отрасль, нефтепереработка, скважина, насос, месторождения Узень, центробежный насос, асфальто-смолисто-парафиновые отложения, технология нагрева

Measures to prevent and combat complications during the operation of wells at the Uzen field

G.T. Mendigaliyeva^{ID}, A.E. Utegenova^{ID}

Abstract. One of the problems that complicate the operation of the Uzen oil fields is the formation of asphalt-resinous-paraffin deposits in operating wells. Despite intensive preventive measures, it is impossible to completely eliminate the formation of asphalt-tar-paraffin deposits, which, accordingly, leads to losses in oil production due to the shutdown of wells for restoration measures.

In this article, we will consider measures to prevent the above complex factors at the Uzen field. By implementing these measures, the company can not only extend the service life of the equipment, but also get an effective opportunity for additional oil production. According to research, the technology of cleaning oil wells from paraffin, the use of a heating cable for prevention, is also an economically and environmentally effective method for oil companies.

Keywords: Oil and gas industry, oil refining, well, pump, Uzen oil field centrifugal pump, asphalt-tar-paraffin deposits, heating technology

СКҚ-ЛАРДЫ АСПҚ-ДАН ТАЗАЛАУҒА АРНАЛҒАН СНАРЯД ҚҰРЫЛҒЫСЫНЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

Отарбаев А. К.  Мырзахметов Б. А. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы
otarbaevalisher@mail.ru

Аңдатпа. Еліміздің көптеген аймақтарындағы мұнай ұңғымаларының жұмысы жерасты жабдықтарында қатты асфальт-шайыр-парафинді шөгінділердің пайда болуымен қиындады. АСПҚ-мен күресу проблемасы, ондаған жылдар болғанына қарамастан, әлі толық шешілген жоқ. Қазіргі кезде әлемнің көптеген кәсіпорындары СКҚ-дың жұмысының өнімділігін арттырудың жолдарын қарастыруда.

Бұл жұмыстың мақсаты – жаңа инновациялық шешімдерді қолдана отырып, осы өзекті мәселені шешу болып табылады. Және де осы зерттеуді жүргізу нәтижесі бойынша, түрлі есептеулер мен сынаулар жүргізе отырып, сорапты-компрессорлық құбырларды тазалауға арналған снаряд конструкциясы құрастырылмақ.

Қойылған мақсатқа қол жеткізк үшін келесідей міндеттер тұжырымдалды: сорапты компрессорлық құбырларды (СКҚ) тазалаудың түрлі әдістері мен құрылғыларын қарастыру; қарастырылған әдістерді өзара салыстыра отырып СКҚ-ды асфальттысмолопарафинді қалдықтардан (АСПҚ) тазалаудың жаңа әдісі ұсыну; Ұсынылған әдіс бойынша құбырларды смола, парафин шөгінділерінен тазалау снарядының конструкциясы әзірлеп, оның жұмыс істеу принципі сипаттау.

Негізгі сөздер. *Кавитация, асфальттысмолопарафинді қалдықтар (АСПҚ), сорапты компрессорлық құбыр (СКҚ), құбыр, сорғы, шөгінді, жоғары қысым, соққы, көпіршіктер.*

Әрбір сорапты компрессорлық құбырлар (СКҚ) мұнай және де мұнай өнімдерін ұңғымадан сору кезінде түрлі қиыншылықтарға тап болады, яғни олардың қабырғаларына асфальттысмолопарафинді қалдықтар (АСПҚ) жинала бастайды. Ол өз кезегінде сорапты компрессорлық құбырлардың жұмысын қиындатып, өнімділігін азайтады. Бұл жұмыстың мақсаты – жаңа инновациялық шешімдерді қолдана отырып, осы өзекті мәселені шешу болып табылады.

СКҚ-ды қолданудың тағайындалуы мен талаптарына қарай оларды:

- а) фонтанды скважиналарда сұйықты көтеру үшін қолданған кезде фонтанды деп;
- б) сорапты скважиналарда пайдаланған кезде сорапты деп;
- в) компрессорлы скважиналарда қолданғанда компрессорлық деп атайды.

СКҚ-ларды АСПҚ-дан тазалаудың қазіргі кезде сан түрлі әдістері мен құрылғылары бар. Соған байланысты АСПҚ-ды жоюдың келесі әдістерін белгілеп кетуге болады. Олар:

- механикалық;
- жылу;
- химиялық.

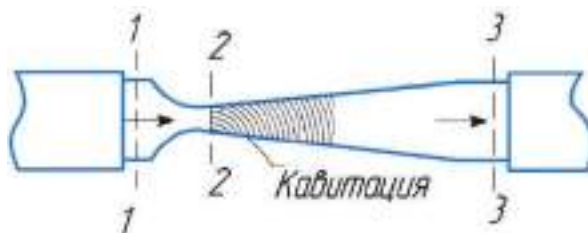
Алайда бұл жұмыста біз СКҚ-ды АСПҚ-дан тазалаудың жаңа әдісін, яғни кавитациялық әдісті пайдаланатын боламыз.

Кавитация. Кавитация – бұл сұйық ортада көпіршіктердің пайда болуының физикалық процесі, олар шу мен гидравликалық соққылармен бірге жүретін көп мөлшерде энергияны шығарады.

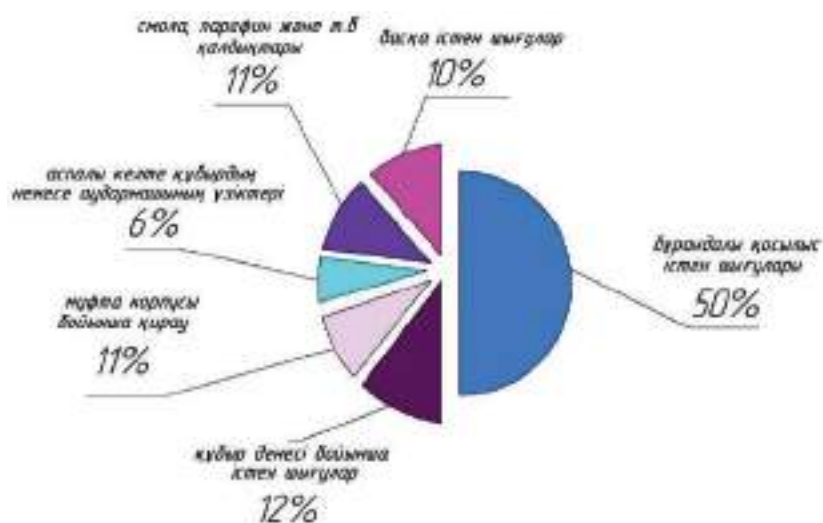
Кавитациялық көпіршіктерде сирек кездесетін бу болуы мүмкін. Кавитация сұйықтықтағы қысымның жергілікті төмендеуі нәтижесінде пайда болады, ол жылдамдықтың жоғарылауымен, мысалы, кеменің есу бұрандасының артында (гидродинамикалық кавитация) немесе сиретудің жартылай кезеңінде (акустикалық кавитация) жоғары қарқындылықтағы акустикалық толқынның өтуімен жүруі мүмкін. Сыртқы физикалық әсерлер нәтижесінде кавитацияның пайда болуының басқа да себептері бар.

Зерттеулер көрсеткендей, кавитация кезінде көпіршіктердің пайда болуында пайда болған көпіршіктердің ішіне бөлінетін газдар жетекші рөл атқарады. Бұл газдар әрдайым сұйықтықта болады және қысымның жергілікті төмендеуімен көрсетілген көпіршіктердің ішінде қарқынды түрде шығарыла бастайды.

СКҚ-лардың смола, парафин немесе басқа да шөгінділерден қандай дәрежеде істен шығуын 2-суреттен көре аласыздар.



1-сурет – Кавитацияны көрсетуге арналған түтік схемасы



2-сурет – СКҚ-да істен шығуларды түрлері бойынша бөлу

СКҚ-ларды АСПҚ-дан кавитациялық әдіспен тазарту

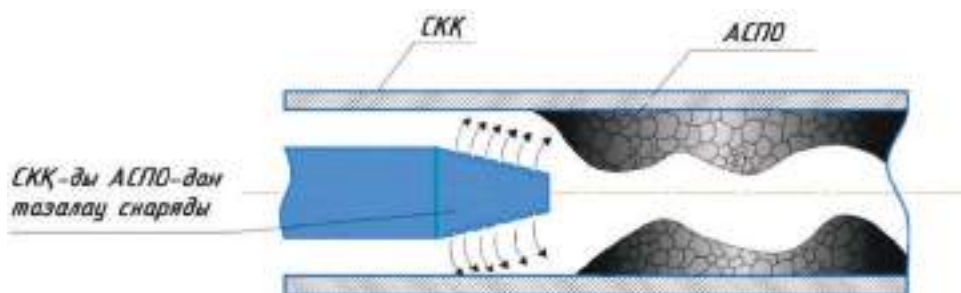
Әдетте кавитация құбылысының пайда болуы кез-келген сұйықтықпен жұмыс жасайтын қондырғылар мен бөлшектер үшін аса қауіпті процесс болып саналады. Себебі кавитация, өзінің соққы күшінің әсерінен олардың ішкі беттерін жеп тастауы мүмкін. Бірақ бұл жұмыста біз кавитацияның жою күшін жақсы жағынан, яғни тазалағыш аспап ретінде пайдаланатын боламыз.

Кавитациялық процестердің жоғары деструктивті күші бар, ол сұйықтықтағы қатты заттарды ұсақтау үшін қолданылады. Осындай процестерді қолданудың бірі ауыр отындардағы қатты қосындыларды ұнтақтау болып табылады, ол оның жануының жылу құндылығын арттыру үшін қазандық отынын өңдеу үшін қолданылады.

Кавитациялық құрылғылар көмірсутекті отынның тұтқырлығын төмендетеді, бұл қажетті қыздыруды азайтуға және отынның тозаңдану дисперсиясын арттыруға мүмкіндік береді. Кавитацияны әртүрлі материалдарды (соның ішінде рудаларды) ұнтақтау үшін пайдалануға болады. Бұл процестер үшін өнеркәсіптік жабдық шығарылады, онда кавитация күшті ультратыңабысты қолдану арқылы алынады.

СКҚ-ларды АСПҚ-дан кавитациялық әдіспен тазалау құрылғысы

Құбырларды қирау қиын қатты шөгінділерден тазарту қажет болғанда, кавитацияны тазалау әдісі құтқаруға келеді. Бұл әдіс гидродинамикалық машинаның көмегімен басқарылатын кавитациялық саптаманың көмегімен жүзеге асырылады.



3-сурет - СКК-ды АСПК-дан тазалау снарядының мысалдық бейнесі

Жұмыс принципі: кавитациялық әдіспен тазалау кезінде қысымның жергілікті төмендеуіне байланысты суда ауа көпіршіктері пайда болады. Қысым төмендеген кезде бу бар көпіршік пайда болады, яғни сұйықтық қайнайды. Осыдан кейін бу бар көпіршік төмендетілген қысым аймағынан шыққан кезде, ол сәйкесінше жоғары қысым аймағына еніп, соққы толқынын тудырады. Осылайша, көпіршіктердің жаппай құлауымен өте жоғары қысымы бар кеңістік пайда болады. Бұл жоғары қысым мен соққы толқынының астында қатты шөгінділердің, яғни асфальтосмолопарафинді қалдықтардың (АСПҚ) бұзылуы орын алады.

Арнайы жоғары қысымды кавитациялық саптамалар орнатылған генераторлардың көмегімен су ағынында көптеген бу көпіршіктерін жасауға болады және олардың әсер ету күші арқылы ең қиын бетон шөгінділерін тазартуға және жоюға да болады.

Ресейде бетон шөгінділерін және басқа да қатты бітелулерді тазалау үшін кавитациялық саптамаларды пайдалану табысты тәжірибеге ие және ескі мәселелерді шешудің инновациялық әдісі ретінде өзін танытты.

Кавитациялық саптамаларды пайдалану тазалау шығындарын айтарлықтай азайтады. Өйткені, осыған ұқсас жұмыстар үшін минутына 300-400 литр шығыны бар бұрын машиналар пайдаланылған және мұндай қондырғылар шамамен 300 мың еуро тұрады. Дегенмен, кавитация әдісін жүзеге асыру үшін 200 атм қысымда минутына 100 литр төгілу жеткілікті болып саналады. Яғни, жабдықтың құны айтарлықтай төмендейді және шамамен 60 мың еуроны құрайды.

Қорытынды

СКК-ды кавитациялық әдіспен тазалау қазіргі кездері өте белсенді қарастырылуда. Соған байланысты құбырларды тазалаудың кавитациялық әдісін зерттеумен және әзірлеумен Ресейдің, Еуропаның, Қытайдың және АҚШ-тың ғалымдары мен дизайнерлері айналысады. Бір қызығы, ең жақсы кавитациялық генераторлар Кеңес Одағында жасалған және олар бүгінгі күнге дейін сақталып келеді. Демек кавитация әдісі бұрын соңды қарастырылып, бірақ осы күнге дейін әлі жетік дамымаған деуге де болады. Бүгінгі күні, сіз осы ұсынылған жабдық бойынша өз жұмысыңызда кавитациямен тазалау әдісін пайдалана аласыз. Оның үстіне, әлсіз құрылғыны пайдалануға қарамастан, бұл қондырманың көмегімен қымбат қуатты қондырғыда жұмыс істегенге қарағанда, қатты бітелулерді жақсы жеңуге болады. Осылайша, кавитациялық саптамамен жабдықталған снарядымыз келген күрделіліктегі қатты шөгінділерді жеңе алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Амиров, А.Р. Депарафинизация нефтяных скважин [Текст] / А.Р. Амиров // Баку: Азнефтеиздат. - 1953. - 312 с
- [2] Бабалян, Г.А Борьба с отложениями парафина [Текст] / Г.А. Бабалян // М.: Недра. - 1965. - 339 с
- [3] Балабанов, В.Т. О борьбе с отложениями парафина в лифтовых трубах скважин Усинского месторождения [Текст] / В.Т. Балабанов // Нефтепромышленное дело. - М.: ВНИИОЭНГ. - 1979. - № 8. - С. 34-38.

[4] Бещагина, Е.В. Состав и структурно-реологические свойства асфальтосмолопарафиновых отложений в зависимости от условий их образования и химического состава нефти: дис. ... канд. хим.: 02.00.13: защищена 17.06.2009 [Текст] / Бещагина Евгения Владимировна // Томск. - 2009. - 133с.

[5] Галонский, П.П. Борьба с парафином при добыче нефти [Текст] / П.П. Галонский // М.: Гостоптехиздат. - 1955. - 155 с.

[6] Гришина, И.Н. Механизм образования парафиновых микрочастиц [Текст] / И.Н. Гришина, А. Ю. Корякин, Г. М. Кильянов, Н. С. Колесникова // Информационно - аналитический журнал «Нефть, газ и бизнес». - 2016.- № 12. - С. 33-38

Разработка конструкций устройства снаряда для очистки НКТ от АСПО

Отарбаев А. К.  Мырзахметов Б. А. 

Аннотация. Рабочий процесс нефтяных скважин во многих регионах страны осложнялась образованием твердых асфальтосмоло-парафиновых отложений в подземном оборудовании. Проблема борьбы с АСПО, несмотря на десятилетия, до сих пор полностью не решена. В настоящее время многие компании по всему миру рассматривают способы повышения производительности НКТ.

Целью данной работы является решение этой актуальной проблемы с использованием новых инновационных решений. Также по результатам данного исследования будет разработана конструкция снаряда для очистки насосно-компрессорных труб путем проведения различных расчетов и испытаний.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: рассмотрение различных способов и устройств очистки насосно-компрессорных труб (НКТ); предложить новый способ очистки НКТ от асфальтосмолопарафиновых отходов (АСПО) путем сравнения используемых способов; По предлагаемому способу разработать конструкцию снаряда для очистки труб от смолопарафиновых отложений и описать принцип его действия.

Ключевые слова. Кавитация, асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), насосно-компрессорная труба (НКТ), труба, насос, осадок, высокое давление, удар, пузырьки.

Development of the design of a projectile device for cleaning PCP from ARPD

A.K.Otarbaev  B.A.Myrzachmetov 

Abstract. The working process of oil wells in many regions of the country was complicated by the formation of solid asphalt-resin-paraffin deposits in underground equipment. The problem of combating ARPD, despite decades, has not yet been fully resolved. Currently, many companies around the world are looking at ways to improve PCP productivity.

The purpose of this work is to solve this urgent problem using new innovative solutions. Also, based on the results of this study, a design of a projectile for cleaning tubing will be developed by carrying out various calculations and tests.

To achieve this goal, the following tasks were formulated: consideration of various methods and devices for cleaning tubing (PCP); propose a new method for cleaning PCP from asphalt, resin and paraffin waste (ARPD) by comparing the methods used; According to the proposed method, to develop the design of a projectile for cleaning pipes from paraffin deposits and describe the principle of its operation.

Keywords. Cavitation, asphalt resin paraffin deposits (ARPD), pump compressor pipe (PCP), pipe, pump, sediment, high Pressure, impact, bubbles.

КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ

С.Д. Клычбаев  С.С. Абдуллаев 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

Sabit_list@bk.ru

Андатпа. Талаптардың көпшілігін қалыптастырудың негізі жол-көлік оқиғаларының салдарларының дамуы немесе шиеленісу мүмкіндігімен нақты ақаулардың себепті байланысының болуын тексеруге арналған ой эксперименті болды. Эксперттік әдіспен эксплуатациялық талаптарды қалыптастыру үшін тестілеу саласы бойынша алып пайдалану және пайдалану тиімділігін бақылау әдістерін негізсіз қолдану қолға алынды. Берілген жұмыста көлік құралының қауіпсіздігін қамтамасыз ету диагностикасы мен көлік құралының қауіпсіздігіне сәйкестігін бағалау үшін диагностиканың ерекше белгілерін қарастырдық. Сонымен бірге көлік құралдарының пайдалану қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды негіздеу әдістері жүйесінің концептуалды көрінісін көрсеттік. Жұмыс барысында көлік құралдарының ақаулары, олардың диагностикалық параметрлері мен стандарттары, диагностика әдістері туралы деректер базасы қарастырылған.

Негізгі сөздер: көлік құралы, көлік, диагностика, қауіпсіздік, эксплуатация

Көлік құралдарының қауіпсіздігін растау мүмкіндіктері оны жүзеге асырудың шарттары мен технологияларымен ғана емес, сонымен бірге осы бағалау үшін қолданылатын әдістердің ерекшеліктерімен және диагностика объектілері ретінде Көлік құралдарының өзінің спецификациясымен шектеледі. Көлік құралдарының пайдалану қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды негіздеу үшін әдістемелік аппараттың құрылысын анықтайтын осы ерекшелікті дәйекті түрде қарастырайық.

Көлік құралдарының қауіпсіздігін, оның ішінде диагностикалық әдістермен растау көлік құралдарын жол жүрісіне жіберу туралы шешім қабылдау мүмкіндігін қамтамасыз етуге тиіс. Сонымен қатар диагностиканың тереңдігі мен сенімділігіне шектеулер компромисстік сипатта болады. Олар өндірістік-техникалық базаның жағдайымен және диагностикалық жұмыстың орташа еңбек сыйымдылығына негізделген шектеулермен белгіленеді. Көлік құралдарының әрбір құрамдас бөлігі үшін диагностикалық параметрлерді орнату арқылы диагностиканың басқа тереңдігі белгіленеді.

Көлік құралының пайдалану қауіпсіздігі белсенді, пассивті және апаттан кейінгі жол қозғалысы қауіпсіздігіне, сондай-ақ көлік құралының экологиялық, өртке және биологиялық (санитариялық-эпидемиологиялық) қауіпсіздігіне тікелей әсер ететін агрегаттармен, жүйелермен және тораптармен анықталады. Дегенмен, құрамдас бөліктердің жұмысқа жарамдылық дәрежесі (яғни, көлік құралының экономикалық, эстетикалық, эргономикалық және басқа да көрсеткіштерінің жиынтығының конструкторлық құжаттаманың және нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкестігі) растауға жатпайды.

Қауіпсіз жол қозғалысын қамтамасыз етудің негізгі құрамдастарының бірі көлік құралы, дәлірек айтсақ, оның құрылымының жетілдірілуі және жақсы техникалық жағдайда болуы.

Көлік құралының қауіпсіздігін қамтамасыз ету диагностикасы оның басқа түрлерімен салыстырғанда ақаулардың сипаты мен орнын анықтауды көздемейді. Көрсеткіштердің рұқсат етілген шекті мәндері бұл жағдайда тек федералды бекіту деңгейіндегі нормативтік құжаттармен белгіленеді [1, 2].

Бір құрамдас бөлік бойынша нәтижелерді алғаннан кейін, олардың стандартқа сәйкестігіне қарамастан, тексеру басқа қондырғылардың, жүйелердің және компоненттердің параметрлеріне ауысады [3].

Бақыланатын параметрлердің көлемі компоненттердің тозу дәрежесін немесе өнімділігінің нашарлауын анықтау үшін жеткіліксіз.

Көлік құралының пайдалану қауіпсіздігін бағалау компоненттерді нақты бағалау үшін шешім қабылдаудың арнайы алгоритмдерін қажет етеді. Олардың арасындағы статистикалық байланыстар анықталмаған күйінде қалады, ал көлік құралының немесе оның құрамдас бөліктерінің қауіпсіздігі болжанбайды [4].

Көлік құралының пайдалану қауіпсіздігін бағалау ең сирек кездесетін ақаулардың болуын көрсетпеуі мүмкін.

Көлік құралының қауіпсіздігіне сәйкестігін бағалау үшін диагностиканың ерекше белгілерін келесідей белгілеуге болады:

1. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету жөніндегі диагностиканың нәтижесі көлік құралын қозғалысқа жіберу мүмкіндігі туралы шешім болып табылады.

2. Әрбір тексеруде диагностиканың тереңдігі бекітіледі және диагностикалық көрсеткіштердің құрамымен белгіленеді.

3. Ақауларды локализациялау және тану (бөлшектер мен тораптардың тозуын немесе өнімділігін бағалау) жүргізілмейді және оған қол жеткізілмейді.

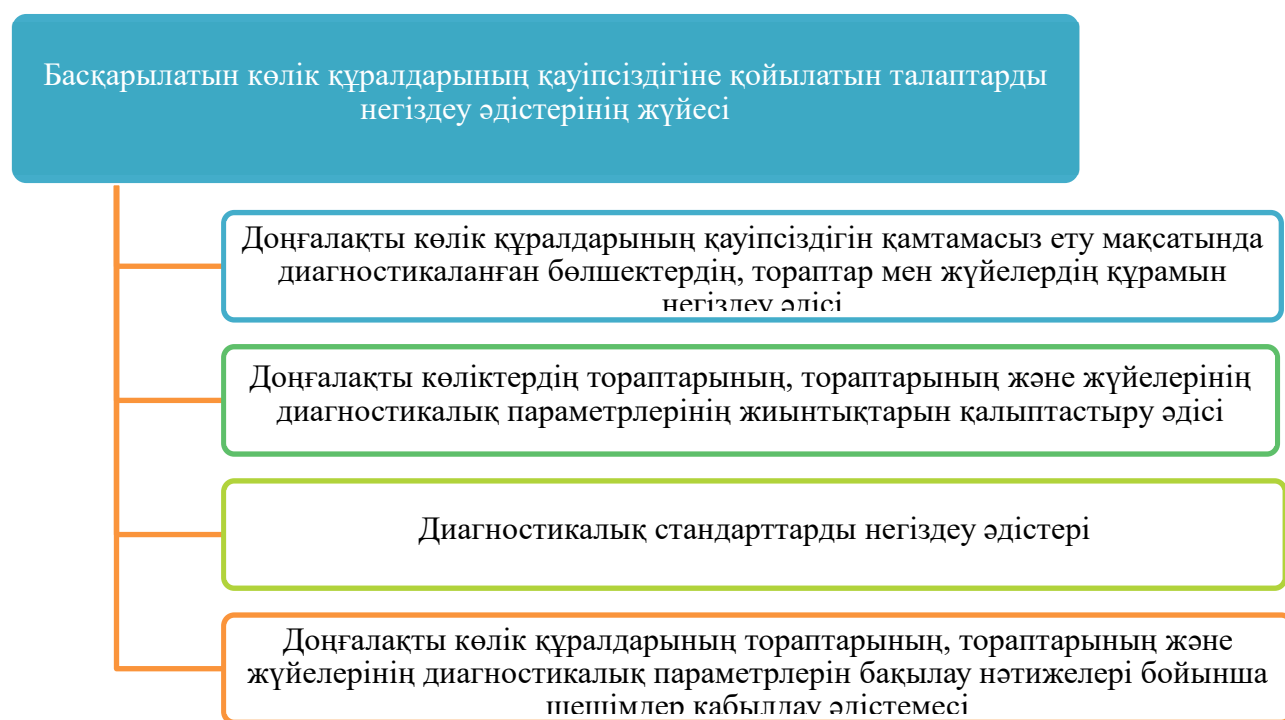
4. Бір құрамдас бөлікті бақылаудан кейін оның стандартқа сәйкестігіне қарамастан, бақылау басқа компоненттерге ауысады.

5. Көлік құралы мен оның тораптарын диагностикалау кезінде бөлшектеуге жол берілмейді.

6. Диагностиканың ең аз еңбектілігін және тексерілетін параметрлердің (белгілердің) санын қамтамасыз етуі тиіс.

7. Құрамдас бөліктердің бірлескен диагностикасы жүзеге асыру шарттары мен режимдерінің айырмашылығына байланысты мүмкін емес.

Көлік құралының жұмыс кезіндегі қауіпсіздік талаптарын негіздеу реті 1-суретте көрсетілген.

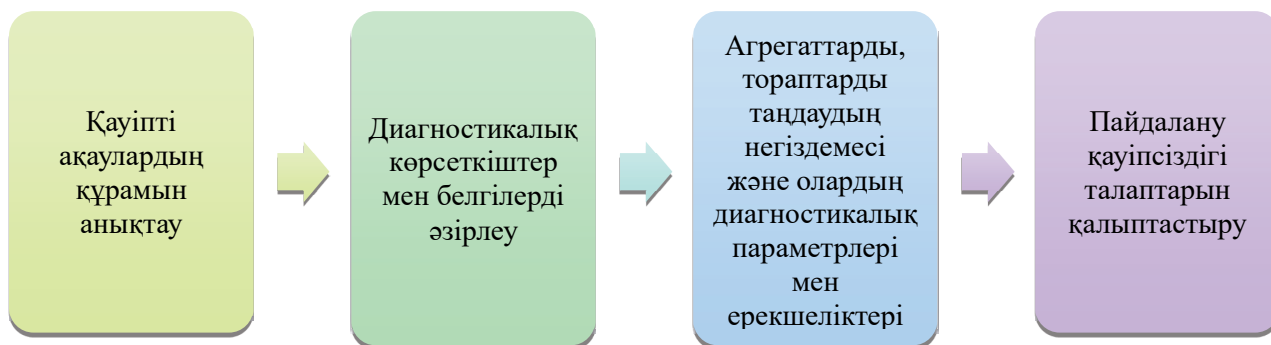


1 сурет. Көлік құралдарының пайдалану қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды негіздеу әдістері жүйесінің концептуалды көрінісі

Көлік құралының қауіпсіздігінің сақталуын бағалау әдістерін әзірлеу эксплуатациялық талаптар жүйесін кезең-кезеңімен қалыптастыру тұжырымдамасына негізделді. Жеке мәселелердің шешімдері берілген класстың әртүрлі объектілеріне қатысты әр түрлі болуы мүмкін. Жалғыз міндетті талап - объектілердің белгілі бір түрі үшін қол жетімді ақаулар мен авариялар туралы ақпарат негізінде оларды шешу қажеттілігі. Көлік құралының қауіпсіздігіне эксплуатациялық талаптарды негіздеу мәселелерін шешу кезеңдері 2 суретте көрсетілген.

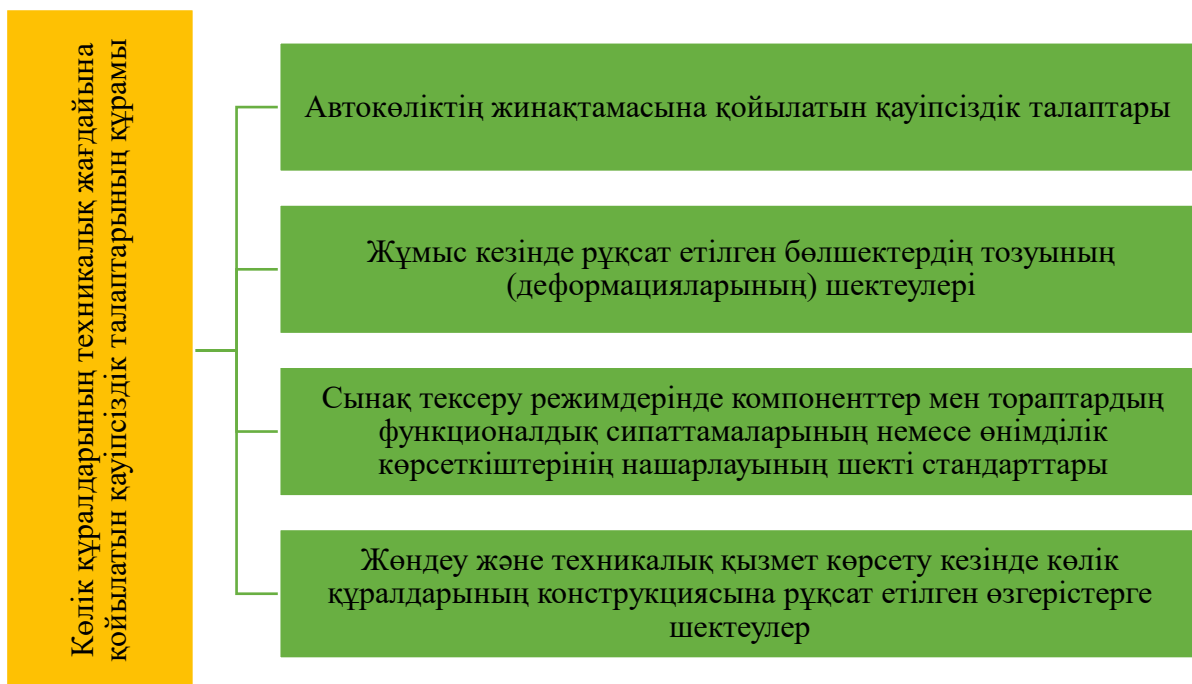
Көлік құралының қауіпсіздігіне эксплуатациялық талаптарды негіздеу үшін бұрын жинақталған ғылыми нәтижелердің қауіпті ақаулар құрамын және көлік қондырғыларының,

жүйелері мен тораптарының диагностикалық параметрлерін анықтауға болады. Көлік қондырғыларын, жүйелерін, агрегаттарын және олардың диагностикалық параметрлерінің жиынтықтарын диагностикалаудың таңдау әдістерін негіздеу ең өзекті міндет болып табылады.



2 сурет. Көлік құралының қауіпсіздігіне эксплуатациялық талаптарды негіздеу мәселелерін шешу кезеңдері

Көлік құралдарының құрамдас бөліктерінің конструкцияларының барлық алуан түрлілігімен олардың жұмыс қауіпсіздігіне қойылатын талаптар техникалық мәні бойынша салыстырмалы түрде біркелкі және құрамдас бөліктердің жұмыс істеу процестері немесе бақылау әдістерімен бірдей айырмашылығы жоқ. Әзірленген жіктеу көрсеткендей, жалпы жағдайда көлік құралдарының әрбір құрамдас бөлігінің жұмысына тек төрт түрлі талаптар болуы мүмкін, оларды 3 суреттен көре аламыз.



3 сурет. Жалпы алғанда әрбір қондырғы мен жүйенің өнімділігіне эксплуатациялық қауіпсіздік талаптарының құрамы

Жүргізілген зерттеулер көлік құралдарының ақаулары, олардың диагностикалық параметрлері мен стандарттары, диагностика әдістері туралы автокөлік диагностикасының алдыңғы әзірлемелерімен дайындалған деректер базасына негізделген.

Бұл зерттеу макродеңгейдегі мәселені шешу үшін белгілі элементтер ретінде көрсетілген деректермен жұмыс істейді, яғни көлік құралының пайдалану қауіпсіздігін бағалау болып

табылады. Көлік құралының қауіпсіздігіне сәйкестігін бағалаудың көрсетілген тапсырмасына қатысты көлік құралының құрамдас бөліктерінің бар-жоғын тексеру және жеке ақауларды іздеу үшін бұрын жасалған құралдар кешенін диагностиканың микродеңгейі ретінде қарастыруға болады. Көлік құралының құрамдас бөліктерінің бар-жоғын тексеру және жеке ақауларды іздеу үшін бұрын жасалған құралдар кешенін қарастыруға болады. Көлік құралының қауіпсіздігінің сақталуын бағалау әдістерін әзірлеу эксплуатациялық талаптар жүйесін кезең-кезеңімен қалыптастыру тұжырымдамасына негізделді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1) Roques, P., (2016). MBSE with the ARCADIA Method and the Capella Tool, in: 8th European Congress on Embedded Real Time Software and Systems (ERTS 2016). Toulouse, France.
- 2) Savransky, S.D., (2000). Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420038958>
- 3) Szarata, A., Dźwigoń, W., (2015). Modelling of road safety attributes in the case of road network development on regional level in Poland, in: 2015 International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS). Presented at the 2015 International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS), pp. 177–183.

Анализ методов формирования требований к безопасности транспортных средств

С.Д. Клычбаев 

Аннотация. Основой для формирования большинства требований был мысленный эксперимент по проверке наличия причинно-следственной связи конкретных неисправностей с возможностью развития или усугубления последствий дорожно-транспортных происшествий. Для формирования эксплуатационных требований экспертным методом предпринимались заимствования из сферы испытаний и неоправданное применение методов контроля экономичности эксплуатации. В этой статье мы рассмотрели конкретные диагностические функции для диагностики безопасности транспортного средства и оценки соответствия транспортного средства требованиям. Кроме того, представлен концептуальный взгляд на систему методов обоснования требований безопасности транспортных средств. В процессе работы создается база данных по дефектам автомобилей, их диагностическим параметрам и нормам, методам диагностики.

Ключевые слова: транспортное средство, транспорт, диагностика, безопасность, эксплуатация

Analysis of methods for the formation of requirements for the safety of vehicles

S.D. Klychbayev 

Abstract. The basis for the formation of most of the requirements was a thought experiment to verify the presence of a causal relationship of specific faults with the possibility of development or aggravation of the consequences of traffic accidents. For the formation of operational requirements by the expert method, borrowings from the field of testing and unjustified application of methods for monitoring the efficiency of operation were undertaken. In this article, we looked at specific diagnostic functions for diagnosing vehicle safety and evaluating vehicle compliance. In addition, a conceptual view of the system of methods for substantiating vehicle safety requirements is presented. In the course of work, a database is created on vehicle defects, their diagnostic parameters and standards, and diagnostic methods.

Keywords: vehicle, transportation, diagnostics, security, operation

ТЕХНИКАЛЫҚ МАМАНДЫҚТА ОҚИТЫН БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ КӘСІБИ ТІЛ АЯСЫНДА КОММУНИКАТИВТІК ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

К.Қ. Сарсанбеков^{id}, Г.Д.Рыскелдиева^{id}, Б.С. Омарбекова^{id}

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

kurman.1964@mail.ru

Андатпа. Ұсынылған мақалада білім алушының мамандықты, терминдерді жан-жақты ғылыми негізде игеруі мен техника тілін кәсіби бағытта меңгеруі жайында айтылған. Сондай-ақ кәсіби тіл аясында білім алушылардың коммуникативтік құзыреттілігін қалыптастыру барысында студенттерге сол тақырып бойынша өте жиі қолданылатын сөздер мен сөз тіркестерін, терминдерді жиі қолданған дұрыс. Бірінші сөйлемді оқытушының өзі не оқытушының басқаруымен студенттер бастайды. Мұндай әдіс білім алушылардың жұмысын тездетуге мүмкіндік береді. Қиналған жағдайда, екінші сөйлемде де бірігіп құрастырған көп жағдайда ұтымды, нәтижелі болып келеді. Негізгі мақсат – студенттерді ойландыру, әңгімелесуге белсенді түрде қалыптастыру. Білім алушылардың терминдерді қолдануды игеру үшін, оларға арналған ғылыми-тәжірибелік конференциялар мемлекеттік тілде ұйымдастырылып, баяндама- хабарламаларын ана тілінде жасап үйренуге жағдай жасалуы көп септігін тигізеді.

Негізгі сөздер: кәсіби біліктілік, бағдарлы үйрету, өмір талабы, нәтиже, ізденушілік әрекет, оқыту технологиясы, жүйелі пайдалану, нақты міндет, құзыреттілік.

Кәсіби білікті мамандарды мемлекеттік тілде дайындаудың алғышарты – техникалық оқу орнында оқып жүрген студенттер өз мамандықтары саласындағы ғылыми терминологияны толық игеру тиіс. Егерде студент техникалық жоғары оқу орнында мамандық негіздерін ғылыми тұрғыда меңгермесе, онда нағыз біліктілік деңгейіне жете алмайды. Бұл – қазіргі тұрмыс шындығы.

Болашақ маманның кәсіби шеберлігі – дүниетанымдық бағыт-бағдарымен табиғи түрде үйлесу үшін мемлекеттік тілді кәсіби бағдарлы үйретудің мақсаты мен міндеттерін, мазмұнын айқындайтын факторларды, оның құрылымы мен жүйесін, оқыту технологиялары мен үйренушінің тілдік біліктілігіне қойылатын талаптарды анықтаудың жаңа заманға сай стратегиясы мен тактикасын ұстану қажет. Осы орайда тіл үйренуші студенттің немесе маманның өздігінен жұмыс жасауына, ізденушілік әрекетінің белсенді дамуына бағытталған оқыту технологиялары мен жүйелерін пайдалану тиімді. Атап айтқанда, мемлекеттік тілді үйретудің нәтижеге бағдарлануын, яғни кәсіби техника тілін үйрету сапасының деңгейін көтеруге қатысты алғышарттарды қамтамасыз ететін оқыту технологиясын қолдануға аса мән берілуі қажет [1].

Бағдарламаның негізінде оқулықты жазатын автор біздің ойымызша, біріншіден, сол мамандықты жан-жақты ғылыми негізде игерген, мамандығының тарихын, қазіргі өмірдегі орнын, келешектегі рөлін толық жетік білгендігімен ерекшеленеді. өз ғылымының саласын теориялық және практикалық тұрғыда жетік білетін білікті автор ғана дайындаған еңбегі арқылы нағыз ұлттық мамандарға пайдасын тигізетін құрал жаза алады.

Заманауи ұлттық мамандықтарды дайындаудың жаңа бетбұрысы – оларды мемлекеттік тілде жазуға және сөйлеуге қалыптастыру. Ол үшін ұлттық мамандықтарды дайындауға арналған, ғылыми-техникалық жетістіктерге негізделген оқулықтар жазылуы тиіс. Сол бағдарламаны эксперименттік сынаулардан өткізу - қазіргі уақытымыздың өзекті мәселесі. Әрине, осындай бағдарламаларға негізделген оқулықтар жазылуы тиіс, олай жасалмаса мемлекеттік тілде жазатын, сөйлейтін мамандарды дайындау мүмкін емес.

Келешектегі ұлт маманының тек мемлекеттік тілді ғана жетік игеріп қоймай, қосымша бірнеше тілдерді игеру – қазіргі өмір талабы. Бірнеше тілдерді толық игерген ғана жас маман, біріншіден, күнкөрісіне қажетті еңбекке орналаса алады, екіншіден өз мамандығы бойынша кәсіби толысуға, кемелденуге мүмкіндік алады. Яғни, бірнеше тілді игерген маман өмір бойы кәсіби қалыптасуын жетілдіреді, дамытады, тереңдетеді. Техникалық жоғары оқу орындарындағы мамандықтар бойынша оқитын студенттер үшін кәсіби – ғылыми терминдер жүйесі ұсынылады. Осыдан келіп мемлекеттік тілдің негізінде мамандықтарды дайындайтын

ғылыми тіл қалыптасады. Кәсіби терминологиялық жүйені игерудің өзіндік ерекшеліктері бар екенін ұмытпаған жөн, себебі сол ерекшеліктерді толық түсінбеген жағдайда оны толық игеру мүмкін емес, оған осы салада ғылыми ізденіс жасап жүрген ғалымдардың ғылыми – зерттеу жұмыстары толық дәлел бола алады. Кәсіби терминологиялық жүйедегі ғылыми тілді игеру сатылары мынадай ерекшеліктерден құралады [2]:

- ғылыми сөз тіркестерінен ғылыми терминдерді айыра білу;
- ғылыми терминдердің жасалу жолдары мен тәсілдерін игеру;
- ғылыми терминнің негізгі мағынасының, жаңа терең мағынаға айналатынына көз жеткізу;
- ғылыми тілдің тілдік жүйесін игеру;
- ғылыми тілдегі термин баламасының төл-тума терминге айналуы – мемлекеттік тілдің жоғары ғылыми сатыға көтерілгенінің дәлелі.

Жаратылыстану, техникалық ғылымдар саласындағы ғылыми тіл стилистикасын игеруде терминдердің көп мағыналығын түсінуге үлкен мән берілуі тиіс. Терминдік синонимдерді түсініп, орынды қолдана білу ғылыми тілде шыңдалудың негізі саласы болып табылады.

Кәсіби тілді меңгерудің ең жоғары сатысы – ғылыми әдебиеттің синтаксисін әдебиет тілінің синтаксисінен ажырата білу, оның ерекшелігін түсініп, ғылыми ойды ғылыми тілдің синтаксисіне негіздей білуді талап етеді. Ғылыми ойлау – ғылыми тіл жүйесіндегі терминдерді керек етеді.

Демек, ғылыми тілді игерудің шығар биігі – ғылыми ойлауды дамыту. Бұны ескермеген адамның сөйлеу тілі шолақ, түсініксіз, сөйлемдері шұбалыңқы, тұжырымдары күңгірт келетіні ақиқат.

Білім алушылардың терминдерді қолдануды игеру үшін, оларға арналған ғылыми – тәжірибелік конференциялар мемлекеттік тілде ұйымдастырылып, баяндама- хабарламаларын ана тілінде жасап үйренуге жағдай жасалуы тиіс.

Әр студент әр семестрде мемлекеттік тілде екі жазба жұмысын орындауы керек: біріншісі – келешек мамандығы бойынша ғылыми хабарлама, екіншісі - өзінің келешектегі мамандығы бойынша ана тілінде жазылған оқулықтарға талдау жасау. Мұндай жазба жұмыстары студенттердің келешектегі диплом жұмысын, техникалық жоғары оқу орнын бітіргеннен кейін ғылыми жұмысты мемлекеттік тілде жазуына негіз бола алады.

Ғылыми тілді жан-жақты игерген, оның сан-салалы ерекшеліктерін меңгерген адам қазақи ғылыми сананы қалыптастыруға, ғылыми тілдің ана тіліміздің төрінен лайықты өз орнын алуға үлесін қоса алатынына күмән келтірмейміз. Ғылыми тілді үйрену – ғылыми ойды дамыту, ғылыми ойды ана тілінде қалыптастыру деп ойлаймыз.

Техникалық жоғары оқу орындарындағы орыс тілді оқу топтарында оқитын мемлекеттік тілді үйрету сабақтарының негізгі мақсаты – тіл дамыту, себебі тіл дамыту жұмыстары бір жүйеге келмей, қазақша сөйлеп, жазып үйренулері мүмкін емес екендігін қазіргі тәжірибе дәлелдеп отыр.

Тіл дамыту – тек қазақша сөз байыту емес, сонымен қоса сол сөз қорын белсенді түрде (активті түрде) пайдаланып, бір-бірімен қарым-қатынаста болу.

Мемлекеттік тілде кеңінен сөйлесе білуді дамыту мынадай жүйеде болуы керектігі байқалады [3]:

- тілді практикалық түрде үйрену үшін, мемлекеттік тілді оқытудың өзіндік жүйесін құру;
- тілді практикалық түрде қолдана білу үшін, керекті оқу материалдарын іріктеп, тіл дамытуға ыңғайландыру, сәйкестендіру;
- жұмысына іріктеп алынған оқу материалдары тиімді және ең жаңа әдістемелерге негізделуі тиіс.

Тіл дамыту жұмысының негізгі бағыты – ауызекі сөйлеу болса, ал практикалық қолданыста болуы үшін, соған керекті жағдай туғызылуы керек. Тілдің іс жүзіндегі қолданысы – диалог. Ал, диалог белгілі бір жағдайға (ситуация) құрылады, онсыз тілдік қарым-қатынас жасау, сөйлесу, пікірлесу, ой алмасу мүмкін емес.

Диалогтық сабақтардың ұтымдылығы оның сұрақтарының түсініктілігінде, себебі

қойылған сұрақта 60-70 пайызы дайын жауап болуы керек, сондықтан сұрақ қоюға үйретуде оның құрылымына, түсініктілігіне, дұрыстығына, сарынына-үніне (интонациясына) көңіл аудару қажет.

Тіл дамыту сабақтарында әңгімелесу әдісі - өте ұтымды әдіс, ол үшін:

- әңгіменің тақырыбын дұрыс таңдау керек;

- әңгімелесетін оқу материалдары студенттерге жақсы таныс және олар білетін болғаны дұрыс.

Әңгіменің тақырыбы алдын ала келісілген жағдайда, студенттер сабаққа белсенді қатысады да, әңгіме нәтижелі болып шығады.

Белгілі тақырып бойынша әңгіме сабағын өткізгенде, студенттерге сол тақырып бойынша өте жиі қолданылатын сөздер мен сөз тіркестерін тақтаға немесе олардың дәптерлеріне жазған дұрыс. Бірінші сөйлемді оқытушының өзі не оқытушының басқаруымен студенттер бастайды. Мұндай әдіс студенттердің жұмысын тездетуге мүмкіндік береді. Қиналған жағдайда, екінші сөйлемде де бірігіп құрастырған көп жағдайда ұтымды, нәтижелі болып келеді. Негізгі мақсат – студенттерді ойландыру, әңгімелесуге белсенді түрде қалыптастыру.

Тіл дамыту сабақтарында түрлі жаттығуларды ауызша және жазбаша орындау студенттердің қазақша үйренулеріне тікелей көмек тигізеді. Жаттығулардың түрлері [4]:

- өткен грамматикалық ережелерді тиянақтап, дағдыландыру үшін, сол ережелер жиі кездесетін мәтінді пайдалану, яғни грамматикаландырылған мәтін болуы керек;

- студенттердің белсенді сөз қорын (активті) қолдануға арналған жаттығуларды түрлі сипаттарда шығармашылық-әдістемелік тұрғыда қолдану;

- жүйесі бұзылған мәтінді қалыпты, тиянақты жүйеге келтірілген жаттығулар, яғни логикалық жаттығулар;

- хабарлы сөйлемдерді сұраулы сөйлемдерге айналдыру жаттығулары;

- синоним, антоним, омоним сөздерін ауызша, жазбаша қолдану жаттығулары, т.с.с.

Тіл дамыту сабақтарында, әсіресе ауызекі сөйлеуде зат пен көрнекілікті пайдалану өте ұтымды әдіс, сондықтан да студенттердің сөз қорын байытуға, өздерінің сөз тіркестерінен сөйлем құрастыруға көп жеңілдік жасайды. Түрлі картиналардың көшірмесін (репродукциясын) пайдалану көп тараған дидактикалық оқу-әдістемелік құралдың бірі екендігі мәлім.

Тіл дамыту үшін университеттің кітапханасындағы диафильмдерді, студенттердің негізгі кәсіби мамандықтарына арналған оқу фильмдерін пайдалану, солардың нәтижесінде қорытынды сабақ өткізу өте тиімді әдіс екендігін біздің тәжірибеміз дәлелдеп келеді. Кәсіби қазақ тіл аясын білім алушылардың оқып жатқан қазіргі мамандықтарымен байланыстыру, біріншіден, оларды қызықтырса, екіншіден, өздеріне жақын, түсінікті тақырыпта сөйлеу – олардың белсенділігін арттырады. Білім алушылардың өзара пікір алмасуға сөздік қоры, сөйлеу мәдениеті дағдылары жеткілікті болса кәсіби мамандықтары бойынша жоғары білім иесі ретінде болашақта да әлеуметтік ортада ой бөлісуге, пікір таластыруға мүмкіндіктерінің мол болары анық.

Демек, тәуелсіздік Қазақстан Республикасының өндірісі, өнеркәсібі, ғылыми-зерттеу мекемелері салаларында еңбек ететін жоғары білімді мамандарды ұлттық, мемлекеттік тіл ықпалымен дайындау үздіксіз шығармашылық ізденістерімізбен дамытыла береді.

Бүгінде жоғары оқу орны қабырғасынан алған білімдерін ертеңгі күні іс жүзінде пайдалана білсе, қажетіне жарата білсе біздің еліміздің бәсекеге қабілеттілігінің арта түскені. Өскелең ұрпақтың жады шын мағынасында жаңғырып, бойларында ұлттық рухтың пайда болғаны.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Оразбаева Ф.Ш. Тілдің қатынас теориясы және әдістемесі. Алматы:РБК. 2000.

[2] Қадашева Қ. Қазақ тілі: оқытудың тиімді әдістемелері, Алматы, 2000, 167 б.

[3] Байтұрсынов А. «Тіл тағылымы» Алматы. Ана тілі, 1992.

[4] Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Кен ісі және металлургия. 5000-ға жуық термин. Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Мемлекеттік терминология комиссия бекіткен. «Рауан», 2000.

**Формирование коммуникативной компетентности студентов технических специальностей
в рамках профессионального языка**

 **К.К. Сарсанбеков,**  **Г.Д. Рыскелдиева,**  **Б.С. Омарбекова**

Аннотация. В этой статье рассматривается значительность обучения профессиональному казахскому языку специалистов технических профилей.

Ключевые слова. Профессиональная квалификация, профильное обучение, требование жизни, результат, соискательное действие, технология обучения, системное использование, точные обязанности, качественный уровень.

**Formation of communicative competence of students of technical specialties within the
framework of professional language**

 **K .K. Sarsanbekov,**  **G.D.Ryskeldieva,**  **B.S. Omarbekova**

 **Abstract.** This article discusses the significance of the professional training to the Kazakh language of technical specialists.

Keywords. Professional qualifications, specialized education, a requirement of life, the result soiskatelnoe action, education technology, system use, the precise duty, high-quality level.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЧКИ ПУСКА ГЛАВНОГО ПРИВОДА НА ТРАЕКТОРИИ РАЗДВИЖКИ СИЛЬФОННОГО БАЛЛОНА В СОСТАВЕ ЛОПАСТНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ НА ПУСКОВЫЕ ТОКИ

Е.Е.Сарыбаев^{ID}, М.Бакбергенов^{ID}, Б.С.Бейсенов^{ID}

Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы

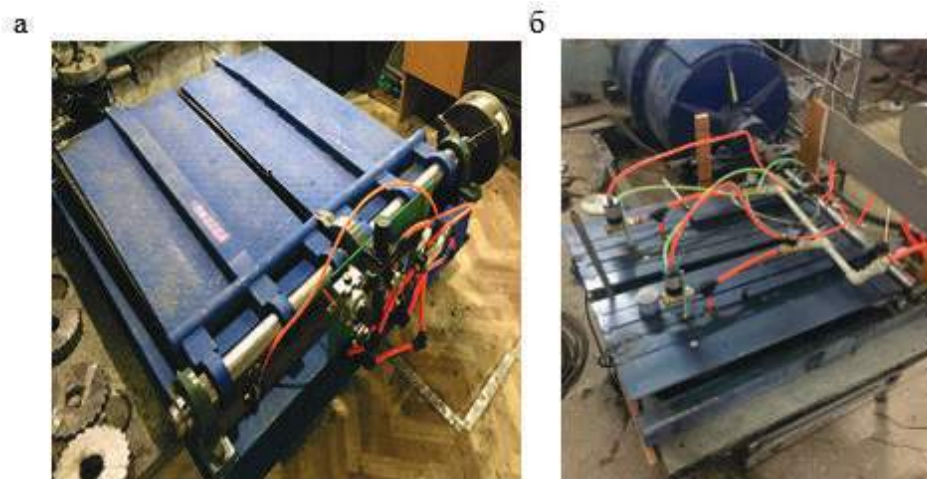
Энергетика және машина жасау институты, Қазақстан, Алматы қаласы

sarybaev.erjan@gmail.com

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования влияния момента включения главного привода на пусковые токи при использовании пускового устройства. Получено экспериментальное подтверждение что толкающее усилие уменьшается с увеличением высоты сильфона при его наполнении, начинают сказываться упругие свойства стенок. При проведении экспериментов с сильфонами установлено, что в Универсальном пневматическом модуле с обгонными муфтами можно применять прямоугольные камеры, с несколько меньшим ходом раздвижки, но более простые в изготовлении. Получены графики зависимости пускового тока от точки установки конечного выключателя на траектории раздвижки при различных давлениях в полости сильфонного баллона. Наибольшее снижение пусковых токов может быть достигнуто при пуске главного привода в средней части траектории раздвижки.

Ключевые слова: клиновой, камерный, пневмобаллон, сильфон, двухкамерный, пусковой ток.

Для решения проблем связанных с эксплуатацией технологических машин с тяжелым ротором предложены и внедрены ряд технических и технологических решений это и использование частотного регулирования и вспомогательных приводов и подъем ротора перед пуском для гарантированного обеспечения масляной пленки на поверхностях трения и т.п. и т.д. На кафедре «Технологические машины и транспорт» Satbayev University разработаны и даже запатентованы пуско-вспомогательные и пусковые устройства для машин подобного типа /1,2/. В частности, это УПМ (универсальный пневматический модуль) на базе клиновых пневматических камер и сильфонных пневматических баллонов (рис.1).



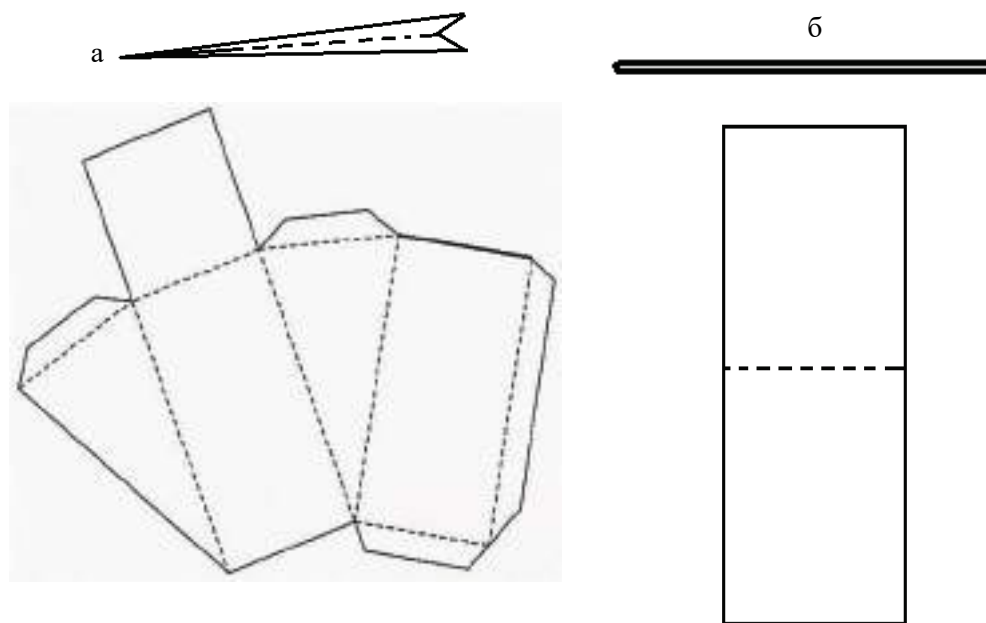
а – вариант УПМ на базе храпового механизма и клиновых пневматических камер;

б – вариант УПМ на базе обгонных муфт и 2-х камерных сильфонных баллонов.

Рисунок 1 – Варианты УПМ

Но от идеи, технического решения, лабораторного образца до полупромышленного варианта готового для внедрения в практику довольно долгий путь. И на этом пути возникают ряд проблем, на решение которых и направлены результаты исследований, изложенных в этой статье. Мы реализовали наши идеи в металле и даже провели небезуспешные стендовые испытания, но думаю остались резервы.

На первом месте оказались проблемы, связанные с изготовлением элементов УПМ, в частности трудоемкость пусть несложных, но важных элементов таких как детали храпового механизма, клиновых камер, а также дороговизна обгонной муфты, которую мы использовали как альтернативу храповому механизму. Клиновые пневматические камеры мы научились собирать (кроить, клеить, клепать и т.д.), и на местах не без труда их также могут изготавливать, но пока мелкими сериями. Но поворот лопасти можно осуществить и достаточно простой прямоугольной камерой, полученной путем склейки двух резинокордовых пластин (транспортной ленты) и последующей фиксации полосами по периметру (рис.3). При этом поворот лопасти и усилия будут соответственно ограничены из-за уменьшения площади контакта камер (рис.4).



а – под клиновую камеру (развертка и в сложенном состоянии);
б – под прямоугольную камеру (развертка и в сложенном состоянии).

Рисунок 3 – Развертки под клиновую и прямоугольную камеру

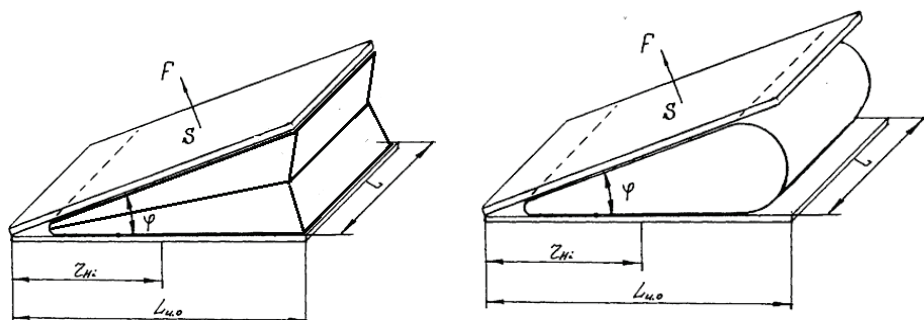


Рисунок 4 – Положение клиновой и прямоугольной камер под лопастями.

Имея в своем распоряжении вариант УПМ на базе обгонных муфт (рис.1, б) у которого ширина лопастей 300 мм и максимальный угол поворота 13° (обусловленный конструктивными особенностями УПМ) найдем угол при котором установим конечный выключатель для пуска главного привода с минимальным пусковым током.

Для определения этого параметра установим под лопастями 2-х камерные сильфонные баллоны диаметром 300 мм. (рис.5), которые подходят под параметры УПМ(ширину лопастей).

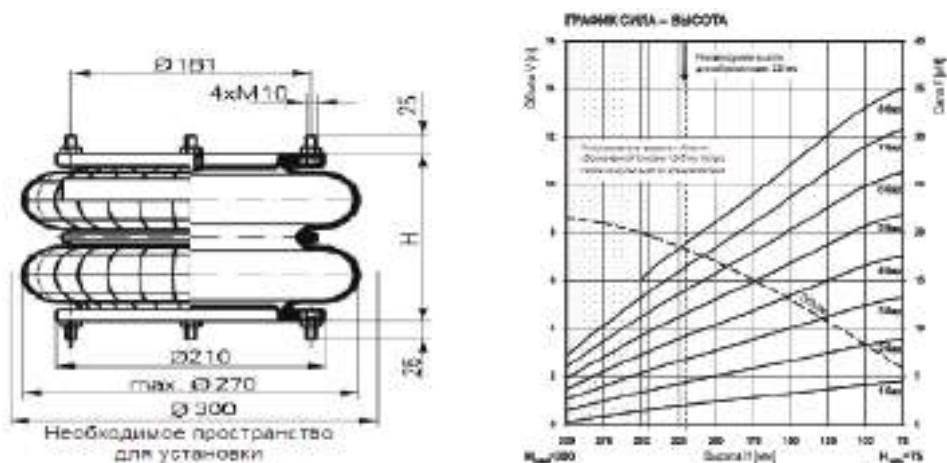


Рисунок 5 – 2-камерный сильфонный баллон.

По данным графика сила-высота (рис.5) мы видим, что толкающее усилие уменьшается с увеличением высоты сильфона при наполнении (раздвижке) и таким образом вырисовывается задача, которую мы пытались решить - в какой точке траектории раздвижки (угол поворота лопасти) нужно установить конечный выключатель, чтобы импульс был наиболее эффективным и позволил максимально снизить пусковой ток.

Для решения этой задачи конечный выключатель разместили на вертикальной планке с правой стороны лопасти согласно рис.6 и варьируя высотой над горизонтальной поверхностью стола (т.е. угла поворота лопастей) и давлением в полости сильфонов искали точку, в которой пусковой ток снижался максимально.

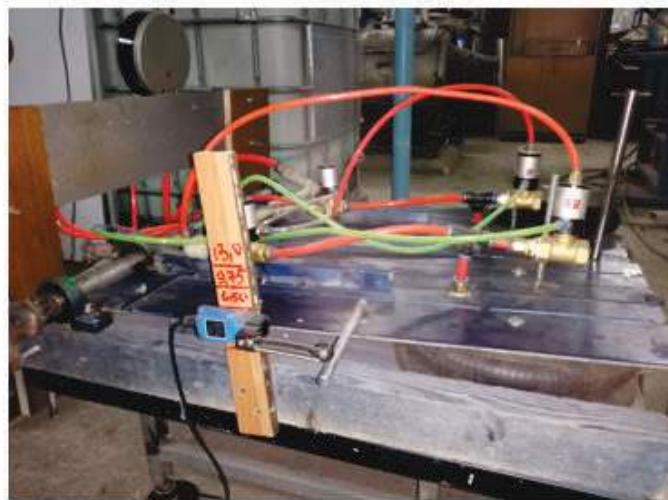


Рисунок 6 – Схема размещения конечного выключателя на УПМ.

Остановились на следующих значения угла поворота (установки 3,25°, 6,5°, 9,75°) принимая во внимание, что при минимальном угле (1...3°) толкающее усилие будет максимальным, но с учетом люфта в обгонном подшипнике вал еще даже и не провернется. При максимальной раздвижке (полностью заполненном сильфоне) упругие стенки сильфона частично погасят импульс. По результатам экспериментов на этих углах и давлениях до 0,5 МПа с шагом 0,1 МПа построили следующий график рис.7.

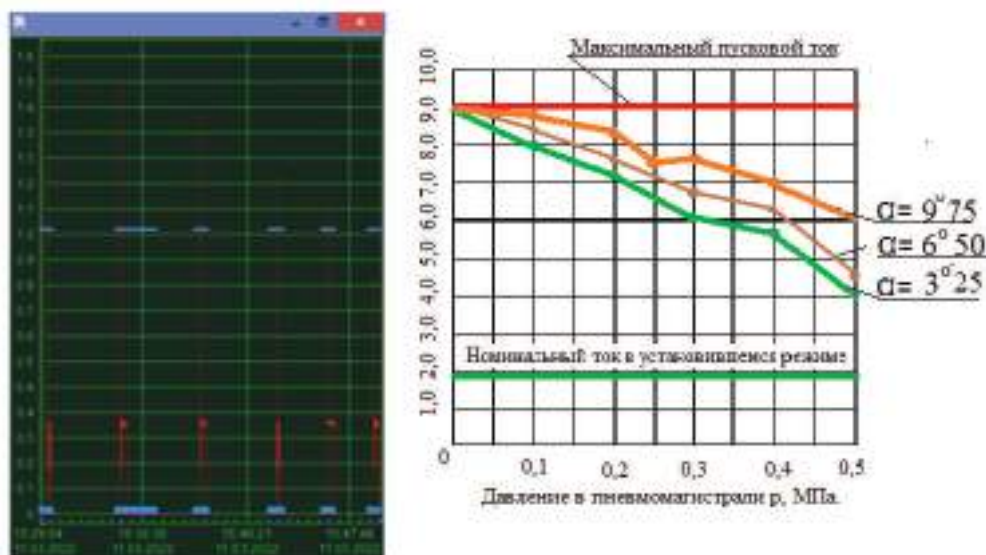


Рисунок 7 – График зависимости пусковых токов от угла установки ВК(угла поворота лопасти

По графику мы видим какое влияние оказывает угол поворота лопастей на снижение пусковых токов. Короткий ход лопасти практически ударный не желателен. Таким образом угол, соответствующий половине хода раздвижки (6,5° – 100 мм.) и показывает нам что в УПМ с обгонными муфтами можно применять прямоугольные камеры, с несколько меньшим ходом раздвижки, но более простые в изготовлении.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тихоходный привод на базе пневмобаллонов. Л.А Крупник, К. К. Елемесов, Б.С.Бейсенов, Е.Е.Сарыбаев. Горный журнал №10, 2018г. Язык: русский. Номер: 10. Год: 2018 Страницы: 40-43. МРНТИ: 55.03.43

[2] Разработка и исследование параметров пневмобаллонного привода с прерывистым (пошаговым) циклом движения в качестве вспомогательного привода барабанных мельниц. Хайруллаев Д.Х., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е. Труды Сатпаевских чтений «Сатпаевские чтения – 2021», т.1, стр.1230-1233.

Негізгі жетектің іске қосу нүктесінің сифонды баллонның жылжымалы траекториясына, қалақты әмбебап пневматикалық модульдің құрамында іске қосу токтарына әсерін зерттеу

Е.Е.Сарыбаев^{ID}, М.Бакберген^{ID}, Б.С.Бейсенов^{ID}

Аңдатпа. Бұл мақалада іске қосу құрылғысын пайдалану кезінде негізгі жетекті қосу моментінің іске қосу токтарына әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Тәжірибелік растау алынды, итеру күші толтырылған кезде сифон биіктігінің жоғарылауымен азаяды, қабырғалардың серпімді қасиеттері әсер ете бастайды. Сифондармен эксперименттер жүргізу кезінде басып озу муфталары бар әмбебап пневматикалық модульде сырғыманың сәл аз Жүрісі бар, бірақ жасау оңай тікбұрышты камераларды қолдануға болатындығы анықталды. Іске қосу тогының сифонды баллон қуысындағы әртүрлі қысымдар кезінде сырғыту траекториясындағы соңғы Ажыратқышты орнату нүктесінен тәуелділік графигі алынды. Бастапқы токтардың ең көп төмендеуіне негізгі жетекті кеңейту жолының ортаңғы бөлігінде іске қосу арқылы қол жеткізуге болады.

Негізгі сөздер: сына, жылжымалы күш, камералық, пневмобаллон, сифон, екі камералы, іске қосу тогы.

Investigation of the influence of the starting point of the main drive on the trajectory of the bellows cylinder extension as part of the universal pneumatic module blade on the starting currents

E.E.Sarybaev , **M.Bakbergenov** , **B.S.Beisenov** 

Abstract. This article presents the results of a study of the influence of the moment of switching on the main drive on the starting currents when using a starting device. Experimental confirmation has been obtained that the pushing force decreases with an increase in the height of the bellows when it is filled, the elastic properties of the walls begin to affect. When conducting experiments with bellows, it was found that rectangular chambers can be used in a Universal pneumatic module with overrunning clutches, with a slightly smaller sliding stroke, but simpler to manufacture. Graphs of the dependence of the inrush current on the installation point of the limit switch on the sliding trajectory at different pressures in the cavity of the bellows cylinder are obtained. The greatest reduction in starting currents can be achieved when the main drive is started in the middle part of the sliding trajectory.

Keywords: wedge, chamber, pneumatic cylinder, bellows, two-chamber, starting current.

ПОРШЕНЬДІ БҰРҒЫЛАУ СОРАБЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ НЕГІЗДЕУ

А.Н. Сейдахметова^{ID}, К.К. Елемесов^{ID}

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

Akerke.98_kz@mail.ru

Андатпа. Сұйықтықтарды айдау үшін көп жылдар бойы поршеньді сораптар қолданылады. Мұндай конструкция өте кең таралған, себебі сұйықтықты қысым беру есебінен ығыстыру қағидатында жұмыс істейді.

Поршеньді сораптар құрылысы қарапайым, әрі жұмыс барысында сенімді болғандықтан көптеген өнеркәсіп салаларында: мұнай-газ және химия саласында кең қолданысқа ие болды.

Поршеньді сораптарды әртүрлі жағдайларда және әртүрлі жұмыс режимдерінде пайдалану тәжіримбесі көрсеткендей, сораптың істен шығуының басым көпшілігі гидравликалық бөліктің ауыстырылатын бөліктерінің істен шығуына байланысты.

Бұл мақалада поршеньді сораптардың түрлерін және олардың кемшіліктерін қарастырдық. Эксплуатация барысында кездесетін поршеньді сораптардың ақаулықтарына тоқталдық. Осы себептен, поршеньді сораптарға қызмет көрсететін жұмысшыларға жоғары талап қойылып, оларды пайдалану ережелерін жақсы меңгеру міндеттеліп отыр.

Негізгі сөздер: Поршеньді сорап, мұнай, поршень, тығыздау, гидравликалық бөлік.

Қазіргі мұнай-газ өндіру саласында поршеньді сораптардың қолдану аясы кең: ұңғымадан мұнайды алу, бұрғылау сұйықтығын айдау және жоғары байланған құбырлар арқылы мұнайды айдау, қабаттарды гидравликалық жару, суды қабатқа айдау (жіберу) үшін пайдаланылып келеді.

Поршеньді сораптардың қолданыс аясы үлкен болғандықтан, сұраныс та жоғары болды. Сәйкесінше, поршеньді сораптарға қойылатын талаптар да өсті. Атап айтсақ, олардың жұмыс жасау ұзақтығын және пайдалы әрекет коэффициентін (ПӘК) арттыру қазіргі кезде өзекті мәселе. Осы себептен, поршеньді сораптарға қызмет көрсететін жұмысшыларға жоғары талап қойылып, оларды пайдалану ережелерін жақсы меңгеру міндеттеліп отыр.

Поршеньді сорап қондырғыларының конструктивтік ерекшеліктерін, агрегаттардың жұмыс істеу ерекшеліктерін, сорап жұмыс істейтін сұйықтық түрін, жұмыс органының жылдам жүру көрсеткішін және құрылатын жұмыс қысымын ескеретін поршеньді сораптардың әртүрлі жіктемелері бар.

Поршеньді сораптардың жіктелуі

Поршеньді сораптар қозғалтқыштың механикалық энергиясын айдалатын сұйықтың механикалық энергиясына түрлендіру үшін қызмет етеді. Өнеркәсіпте поршеньді сораптардың түрлі типтері қолданылады.

Поршеньді сораптарды былайша талдауға болады:

1. іске қосу әдісі бойынша:

- поршень белгілі-бір жетек арқасында іске қосалатын (кривошипті-шатунды механизм);
- сораптың поршені қозғалтқыш поршені бар бірдей агрегатты құрайтын, жұмыс агент ретінде әдетте бу, бірақ ауа, су және май да пайдаланылуы мүмкін;

- қолмен (ручные);

2. әрекет ету тәсіліне байланысты:

- бір әрекет (сурет-1);

- қосарланған әрекет (сурет-2);

- дифференциалды;

3. цилиндрлердің орналасуына байланысты:

- көлденең;

- тік;

4. цилиндрлердің санына байланысты:

- бір ғана цилиндрлі;

- екі цилиндрлі;

- үш цилиндрі бар сорап;
- көп цилиндрлері бар сорап;

5. сорап айдайтын сұйықтығының түріне байланысты:

- салқын сұйықтықтарды айдауға арналған;
- ыстық сұйықтықтарды айдау үшін;
- қышқыл;
- бұрғылау ерітінділерін айдау үшін және т.б.;

6. жұмысшы бөлшектерінің жылдамдығына байланысты:

- тыныш жүретін, минутына поршеннің қосарланған жүрістерінің саны 40-80;
- негізгі біліктің айналу жылдамдығы минутына 80-50 айналымды құрайтын орташа жылдамдықты;

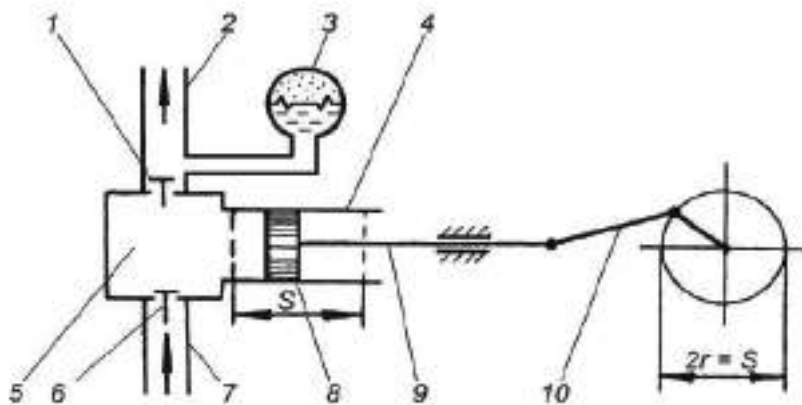
- тез жүретін, минутына екі рет жүретін поршень саны 150-350.

Сонымен қатар, сораптар берілу мөлшері бойынша кіші, яғни поршеньнің диаметрі 50 мм-ден кіші, орташа, поршень диаметрі 50-150мм болатын және үлкен диаметрдегі, 150мм-ден жоғары болып бөлінеді.

Поршеньді сораптар дамушы қысымға байланысты кіші, орташа және жоғары қысымды болып жіктеледі [1].

Поршеньді сораптардың құрылысы және олардың жұмыс істеу принципі

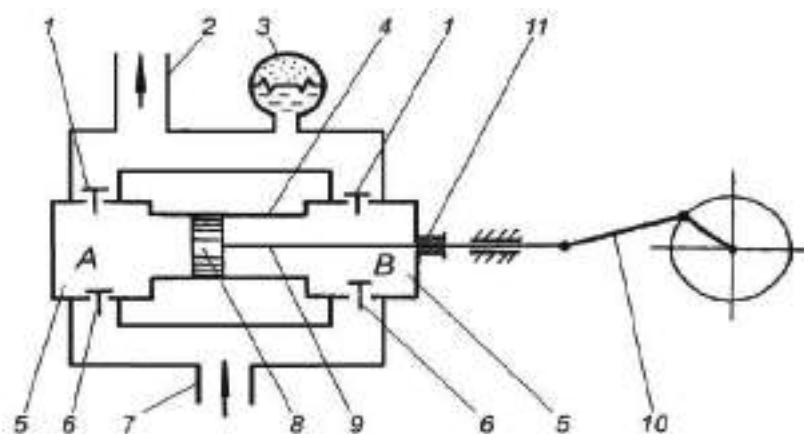
1-Суретте көлденең поршеньнің қосындысы ұсынылған бір әрекетті сорап. Сораптың поршені 8 солдан оңға қарай қозғалғанда, жұмыс камерасында 5 разряд пайда болады, соның арқасында сұйықтық сору түтігі 7 арқылы көтеріліп, сору клапаны 6 ашылып, жұмыс камерасына кіріп, кеңістікті жұмыс сұйықтығымен толтырады. Ал поршеньнің кері қозғалысы кезінде жұмыс камерасындағы қысым артады, нәтижесінде сору клапаны жабылады, ал айдау клапаны 1 ашылады және сұйықтық айдау құбырына 2 шығарылады. Осылайша, поршеньнің қос жүрісіне сәйкес келетін қозғалтқыш білігінің бір айналымында сорапта бір рет сору және бір рет айдау процесі жүреді.



1-айдау клапаны; 2-айдаушы түтік; 3-пневмокомпрессор, 4-цилиндр; 5-жұмыс камерасы; 6-сору клапаны; 7-сору түтігі; 8-поршень; 9-поршень штогы; 10-кривошипті-шатунды механизм.

1 Сурет – Бір реттік поршеньдік сорап схемасы

Қос әрекетті сораптарда поршеннің екі жағы да жұмыс істейді, мұндай сораптардың цилиндрлері төрт клапанға ие. Екі жақты әрекетті поршеньді сораптың екі А және В жұмыс камерасы, екі сору және екі айдау клапаны болады (2-сурет). Поршень 8 солдан оңға қарай қозғалғанда, сору құбырынан 7 А камерасына түсетін разряд әсерінен сұйықтық бір уақытта айдау құбырына шығарылады. Қарастырылған сораптарда сұйықтықты сору және айдау поршеньнің әр соққысында жүреді.



- 1-айдау клапаны; 2-айдаушы түтік; 3-пневмокомпрессор, 4-цилиндр; 5-жұмыс камерасы;
6-сору клапаны; 7-сору түтігі; 8-поршень; 9-поршень штогы;
10-кривошипті-шатунды механизм; 11-сальник.

2 Сурет – Қос әрекет ететін бір цилиндрлі поршеньді сораптың гидравликалық бөлігінің қосындысы

Поршеньдік сораптың негізгі біліктің бір айналымындағы әрекетін оның компоненттеріне бөлуге болады: сұйықтық төменгі резервуардан сорап цилиндріне көтерілетін сору процесі және сұйықтық цилиндрден сораптың қысым жағындағы барлық қарсылықты жеңу үшін жеткілікті энергиямен шығарылатын айдау процесі [2].

Поршеньдік сораптардың артықшылықтары мен кемшіліктері

Поршеньді сораптардың артықшылықтары, ең алдымен, жоғары дамыған айдау қысымын қамтиды. Кемшілігі: салыстырмалы түрде үлкен масса мен өлшемдер, сондай-ақ поршеньді және поршень тығыздауышты ауыстырудың күрделі процедурасы, сонымен қатар, поршень тығыздауыштарының күйін тікелей бақылаудың мүмкін болмауы.

Поршеньді сораптар бұрғылау ерітінділерін айдау үшін қолданылады, бұл поршеньді сорап құрылымында клапандардың болуымен түсіндіріледі. Айдалатын сұйықтықта қоспалардың болуы сорап клапандарының істен шығуына әкелуі мүмкін. Сораптың қайтармалы-үдемелі қозғалысы барысында пайда болатын инерция күштері поршеньнің орташа қозғалыс жылдамдығы секундына 0,5-1 метрмен шектелуіне әсер етеді.. Поршеньді сораптар сұйықтықтың үздіксіз берілуін қамтамасыз етеді. Ортадан тепкіш сораптармен салыстырғанда үлкен габариттерге ие, бұл олардың конструкциясының күрделілігімен түсіндіріледі, бұл ретте поршеньді сораптар үлкен қысымды қамтамасыз етуге қабілетті. Поршеньді сораптардың ПӘК-і ортадан тепкіш сораптан жоғары.

Сонымен, поршеньді сораптардың артықшылықтарына мыналарды жатқызуға болады:

- берілістің қысымнан тәуелсіз болуы;
- жоғары ПӘК;
- тыныштық (тихоходность).

Сораптың кемшіліктері:

- жоғары құн;
- конструкцияның күрделілігі;
- беілісті реттеудің күрделілігі;
- механикалық қоспаларға сезімталдық;

Поршеньді сораптардың жұмысқа қабілеттілігі негізінен гидравликалық бөліктің бөлшектерін анықтайды. Жоғары қысымда құрамында абразиві бар және агрессивті жұмыс ортасын пайдалану сораптардың гидравликалық бөлігі бөлшектерінің техникалық ресурсын төмендетеді. Сораптардың гидравликалық бөлігінің маңызды элементтерінің бірі клапандар болып табылады [3].

Сораптардың істен шығуына пайдаланудың ауыр жағдайлары да, бөлшектердің сапалық сипаттамалары да әсер етеді. Бұрғылау тереңдігінің өсуімен, пайдалану жағдайларының

күрделенуімен және қолданылатын бұрғылау ерітінділерінің абразивтілігінің артуымен сораптың гидравликалық бөлігі бөлшектерінің ресурсы айтарлықтай төмендейді.

Бұрғылау сораптарының гидравликалық бөлігінің ауысымдық бөлшектері мен тораптарының қатарына: шток, цилиндрлік төсеніш, поршень, штокты тығыздауыш, клапанды торап және компенсатордың жұмыс элементтері жатады.

Төмендегі кестеде екі цилиндрлі бұрғылау сораптарының гидравликалық бөлігі бөлшектерінің істен шығуы туралы ақпаратты статистикалық өңдеу нәтижелері келтірілген.

1 Кесте – екі цилиндрлі бұрғылау сораптарының гидравликалық бөлігі бөлшектерінің жұмыс істеуі туралы ақпаратты статистикалық өңдеу нәтижелері

Бөлшек	Таралу Заңдары	Статикалық таралу параметрлері		
		t^*_{cp} , сағ	σ^* , сағ	$v^* = \sigma^*/t^*_{cp}$
Поршень	Экспоненциалды	97.6	80.8	0.82
Цилиндр төлкесі	Вейбулл	204.1	106.1	0.51
Шток	Логарифмдік	106.3	51.0	0.47
Клапан	Экспоненциалды	72.5	55.8	0.76

Кестеден көрініп тұрғандай, әсіресе, поршеньдер мен клапандар t^*_{cp} істен шығу ісі төмен. Олардың жұмыс істеуін бөлудің анықталған экспоненциалдық заңы (вариация коэффициенттері тиісінше 0,83 және 0,77 тең) осы бөлшектердің істен шығуының кенеттен пайда болу сипатын көрсетеді.

Орташа масштабтық ауытқудың алынған мәндері σ^* көрсетілген бөлшектердің ресурсы едәуір шекте ауытқитынын көрсетеді, бұл факторлардың көп санының әсерімен түсіндіріледі. Бұл басқа зерттеушілердің деректерімен де сәйкес келеді. Мысалы, жұмыста келтірілген деректер бойынша бұрғылау аралығы 1000.2000 м-ден 4000.5000 м-ге дейін ұлғайған кезде сораптардың гидравликалық бөлігі бөлшектерінің қызмет ету мерзімінің екі есеге жуық қысқаруы байқалды [4].

Осылайша, гидравликалық бөлік бөлшектерінің сенімділігі көбінесе тығыздау құрылғыларының ресурсына байланысты және едәуір дәрежеде клапандарының қызмет ету мерзімімен анықталады, олардың ұзақтығы 16...18 МПа қысым кезінде 100 сағаттан аспайды. Сораптың тораптары мен бөлшектерін ауыстыру өте қолайсыз климаттық және экологиялық жағдайларда ауыр қол еңбегін қолдана отырып, едәуір материалдық және еңбек шығындарын талап етеді.

Бұрғылау сораптарында пайдаланылатын клапанды құрылғылар бір-бірінен тығыздау элементінің конструкциясымен, оны орнату орнымен, бекіту тәсілімен, сондай-ақ тіректер мен бағыттағыштардың конструкциясымен ерекшеленеді.

Поршеньді сораптардың басты кемшілігі-герметикалық элементтерді мезгіл-мезгіл ауыстыру қажеттілігі, жоғары толтырылған сұйықтықтарды немесе қатты қосылыстары бар заттарды сорып алу мүмкін еместігі, ұзындығы, тік орналасу қажеттілігі. Бұл сораптың кіріс және шығыс клапандарының дизайнына, олардың әртүрлі өлшемдеріне (шығыс клапаны кіріс клапанынан едәуір аз) және поршень мен цилиндр арасында тығыздауыштың болуына байланысты [5].

Қорытынды

Қорыта айтсақ, қазіргі таңда бұрғылау сораптарының істен шығу себептерін зерттеуге жұмыстардың едәуір саны арналған, олардың нәтижелері бойынша гидравликалық бөлік бөлшектерін әртүрлі техникалық жетілдіру жүргізілген болатын. Алайда, конструкторлық-технологиялық параметрлердің «жақсаруына» қарамастан, олардың сенімділігі әлі де төмен. Сондықтан сораптың гидравликалық бөлігі бөлшектерінің, атап айтқанда, клапандардың және оның тығыздауышының жұмыс жасау ұзақтығын арттыруға бағытталған мәселелерді шешу бүгінгі таңда өте өзекті болып отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Насос-компрессоры. Рабочие процессы и основы проектирования/ В. Е. Щерба [и др.]. – М.: Машиностроение, 2013. – 388 с
- [2] Орлов Ю.М. Объемные гидравлические машины. Конструкция, проектирование, расчет. М.: Машиностроение, 2006. - 223 с.
- [3] Караев М.А. Гидравлика буровых насосов. – М.: Недра, 1975.
- [4] Верзилин О.И. Современные буровые насосы, -М.: Машиностроение, 1971.
- [5] Ведерников М.И. Компрессорные и насосные установки химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. - М.: Высш.шк., 1987.

Исследование и обоснование проблем поршневого бурового насоса

А.Н. Сейдахметова^{ID}, К.К. Елемесов^{ID}

Аннотация. для перекачки жидкостей в течение многих лет используются поршневые насосы. Такая конструкция очень распространена, так как работает по принципу вытеснения жидкости за счет подачи давления.

Простота конструкции и надежность в рабочем процессе дает преимущества при выборе поршневого насоса для работы в нефтяной, газовой и нефтехимической отраслях промышленности, в которых все их основные технологические процессы предназначены для перекачки различных жидкостей трубопроводами.

Опыт эксплуатации поршневых насосов в различных условиях и при различных режимах работы показывает, что подавляющее большинство отказов насоса связано с отказом сменных частей гидравлической части.

В этой статье мы рассмотрели типы поршневых насосов и их недостатки. Остановились на неисправностях поршневых насосов, которые встречаются в процессе эксплуатации. По этой причине к рабочим, обслуживающим поршневые насосы, предъявляются высокие требования и обязательно хорошо владеть правилами их эксплуатации.

Ключевые слова: поршневой насос, нефть, поршень, уплотнение, гидравлическая часть.

Research and substantiation of the problems of a piston drilling pump

A. N. Seidakhmetova^{ID}, K.K. Yelemessov^{ID}

Abstract. piston pumps have been used for pumping liquids for many years. This design is very common, as it works on the principle of displacement of liquid by applying pressure.

Due to the simplicity and reliability of operation, piston pumps have found wide application in the oil, gas and petrochemical industries, all the main technological processes of which are associated with pumping various liquids through pipelines.

The experience of operating piston pumps in various conditions and under different operating modes shows that the vast majority of pump failures are due to the failure of replaceable parts of the hydraulic part. In this article, we have reviewed the types of piston pumps and their disadvantages. We stopped at the malfunctions of piston pumps that occur during operation. For this reason, employees serving piston pumps are required to have high requirements and know the rules of their operation well.

Keywords: piston pump, oil, piston, seal, hydraulic part.

БҰРАНДАЛЫ ТҮПТІК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ СИПАТТАМАЛАРЫН АРТТЫРУ ҮШІН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Сепбосынов Ә.Т.[✉], Столповских И.Н.[✉]

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

ali_7896@mail.ru

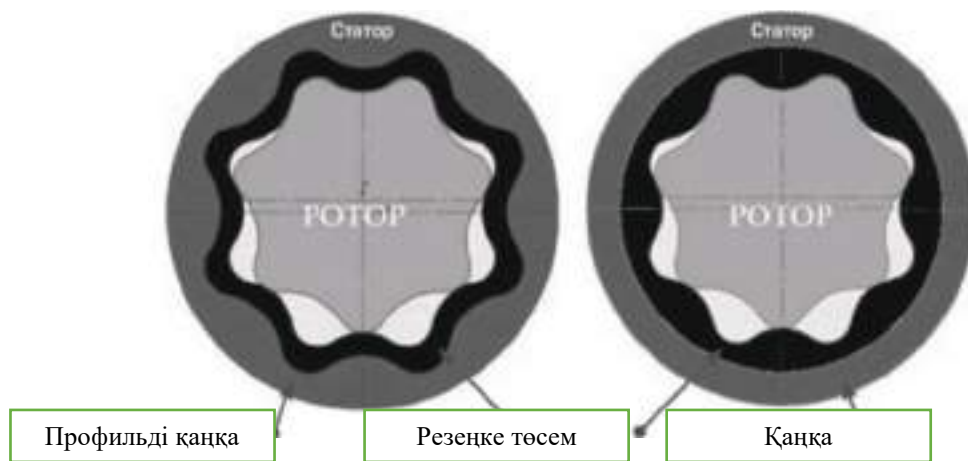
Андатпа. Бұл мақалада статордың эластомерлі резеңке төсемінің бұзылуы бұрандалы түптік жетектің істен шығуының негізгі себебі болып табылатыны, және бұндай ақау бұрғылау жұмысының тоқтауы мен өндірілетін өнімнің уақытынан кешігуіне алып келетіндігі қарастырылды. Статор эластомері химиялық, механикалық және жылу әсеріне байланысты бұрғылау ерітіндісінің агрессивті ортасында жұмыс істеу кезінде тозуға бейім болып саналатындығы көрсетілді. Бұрандалы түптік жетек жүз сағат жұмыс істегеннен кейін жұмыс органдары 45% - ға тозатыны белгілі, оның 33% - ы түптік бұрандалы қозғалтқыш жұмысының алғашқы 60-80 сағатында болады, дәл осы уақытта жүретін жұмыс барысында статор эластомері қатты тозады, сол себепті, аралық жөндеу ресурсын ұлғайту үшін, бұрандалы түптік жетектің эластомерін өңдеуге арналған ерітіндінің жасалу рецептурасы қарастыра отырып және статор эластомерінің тозуға деген төзімділігін арттыруға болатындығы көрсетілген. Зерттеліп отырған әдіс арқылы бұрандалы түптік қозғалтқыштардың пайдалану сипаттамаларын арттыруға болатын мүмкіншілігі зерттелді

Негізгі сөздер: эластомер, резеңке төсемі, статор, бұрандалы түптік жетек.

Бұрандалы түптік жетектің жұмыс істеу ресурсын арттырудың негізгі әдістері – жұмыс органдарының оңтайлы геометриясын таңдау, жұмыс бөлімінің элементтеріне жаңа тозуға төзімді материалдар мен жабындардың енгізілуі, статор дизайнын өзгерту, өндіріс технологиясын жетілдіру болып саналады. Бұл жұмыста резеңке эластомерінің қасиеттерін өзгерту арқылы және арнайы ерітіндінің таңдалған рецептурасымен өңдеу арқылы бұрандалы түптік жетектің пайдалану сипаттамаларын арттыру ұсынылады, бұл оның тозуға төзімділігін арттыруға деген мүмкіндігін береді. Негізгі бұрандалы түптік жетек бөлімі ағынды сұйықтықтың қозғалмалы ағынының энергиясын ротордың айналмалы қозғалысына айналдыруға арналған. Жұмыс жұбының құрамына ротор мен статор кіреді. Статор болат жабын түрінде жасалған, оның ішкі бетіне сол жақ бағыттағы ішкі бұрандалы тістері бар резеңке жамылғысы бекітілген. Ротор (легіріленген болаттан жасалған, тозуға төзімді жабыны бар жұп) – статорға қарағанда тістері аз, бірақ статорға ұқсас жұп бөлігі болып саналады. Ротор мен статор тістерінің спиральды сызықтарының соққысы олардың тістерінің санына пропорционалды. Статор мен ротордың тістері үздіксіз байланыста болады және статор тісінің ұзындығымен бірдей роторда канавкалық із құрайды. Бұрғылау сорғыларымен айдالاتын жуу сұйықтығы жетек арқылы қашауға түседі, ал роторды статордың ішінде айналдырады. [1]

Статор – эластомері – деп, абразивті әсерге төзімді және бұрғылау ерітіндісінің ортасында жұмыс істейтін арнайы резеңке. Жұмыс буының профилі – бұрандалы түптік жетектің энергия сипаттамаларын анықтайтын бөлімі болып ескеріледі. Ротор-статор жұбы ротор-статор тісті берілісінің белгілі бір жүктемелік күш әсерімен дайындалады. Жүктемелік күш әсерінің мәні жұмыс жұбының диаметрлі және осьтік өлшемдеріне, жұмыс сұйықтығының қасиеттеріне, қашаудың қызу температурасына, статор эластомерінің қасиеттеріне байланысты және қозғалтқыштың энергетикалық және ресурстық сипаттамаларына айтарлықтай әсер етеді.

Бұрыш реттегіші немесе қиғаш аудармашылар қозғалтқышқа қажетті қисықтық бұрышын беруге арналған. Бұрыш реттегіші екі аудармашыдан, өзектен және тісті муфтадан тұрады, ол ұңғыманың қабырғасымен байланысатын жерде тозуға төзімділікті арттыру үшін карбидті тістермен күшейтіледі. Көлбеу аудармашыда ұңғыманың қабырғасымен байланыс орнында тозуға төзімді материалмен қаптау жасалды. Шпиндельді бөлім бұрғылау кезінде гидравликалық жүктемелерді, бұрғылау реакциясы мен радиалды жүктемелерді қабылдауға қызмет етеді. Тұрақты радиалды көп қатарлы шарикті подшипник немесе көп қатарлы болат жабыны бар резеңке және радиалды жылжымалы тіректерді қамтиды. Болат жабыны бар резеңке эластомерінде ашық ұсақ тесіктері орналасқан, осы ұсақ тесіктердің арқасында ол әртүрлі ортада ісінуге бейім, сондықтан бұл тесіктердің кеңістігін дайын өнімді нығайту үшін пайдалануға болады.



1 – сурет. R-Wall қозғалтқыш бөлігінің көлденең қимасы (сол жақта) және классикалық (оң жақта)

Бұрыш реттегіші немесе қиғаш аудармашылар қозғалтқышқа қажетті қисықтық бұрышын беруге арналған. Бұрыш реттегіші екі аудармашыдан, өзектен және тісті муфтадан тұрады, ол ұңғыманың қабырғасымен байланысатын жерде тозуға төзімділікті арттыру үшін карбидті тістермен күшейтіледі. Көлбеу аудармашыда ұңғыманың қабырғасымен байланыс орнында тозуға төзімді материалмен қаптау жасалды. Шпиндельді бөлім бұрғылау кезінде гидравликалық жүктемелерді, бұрғылау реакциясы мен радиалды жүктемелерді қабылдауға қызмет етеді. Тұрақты радиалды көп қатарлы шарикті подшипник немесе көп қатарлы болат жабыны бар резеңке және радиалды жылжымалы тіректерді қамтиды. Болат жабыны бар резеңке эластомерінде ашық ұсақ тесіктері орналасқан, осы ұсақ тесіктердің арқасында ол әртүрлі ортада ісінуге бейім, сондықтан бұл тесіктердің кеңістігін дайын өнімді нығайту үшін пайдалануға болады.

Бұл жұмыстың негізгі мақсаты – өңдеу негізінде қолданылатын ерітінді формуласын қолдана отырып және бұрандалы түптік жетектің эластомерін өңдеу үшін IRP-1226 резеңке үлгісін қолдану арқылы жетектің қызмет мерзімі мен өнімділігін арттыру болып саналады. Бұрандалы түптік жетек өндірушісінің маркасы мен қозғалтқыш мөлшеріне байланысты, қозғалтқыштың күрделі жөндеу кезінде қызмет ету мерзімі орташа есеппен 150-300 сағатты құрайды. Бұрандалы түптік жетек жұмысындағы ақаулардың көпшілігі жылу, механикалық және химиялық әсерлерге байланысты тозатын эластомердің бұзылуына байланысты. [2]

Бұрандалы түптік жетектің жүз сағаттық жұмысынан кейін жұмыс органдары 45% - ға тозатыны анықталды, сонымен қатар, олардың 33% - ы жұмыстың алғашқы 60-80 сағаты өткеннен кейін болатындығы байқалды. Көрсетілген уақыт аралығында статор эластомерінің қарқынды тозуы орын алады, бұл жұмыс органдарындағы гидравликалық және механикалық кедергілердің жоғарылауына және бастапқы кернеудің жоғарылауына, сондай-ақ жұмыс буынының кедір-бұдырлығы қарқынды түрде жоғары болмауының әсері.

RU2232245C1 патентінің талдауы көрсеткендей, гидравликалық иілу моментінің әсерінен жұмыс істеген кезде оның роторы статорда тұрақты емес бағдарға ие болады. Нәтижесінде ротордың жоғарғы бөлігі сұйықтық ағынының бағытында өзара әрекеттесу аймағында статор резеңке тығыздағышына қысылады да гидравликалық импульстерді тудырады, бұл импульстер өзара кездейсоқ болып келеді және тау жыныстары бұзылған кезде осьтік жүктемесінің динамикалық компонентін пайдалану тиімділігін төмендетеді. Бұрандалы түптік жетегінің статор эластомерлерінің тозған және зақымдалған беттері, резеңке элементінің шығыңқы профилінің тозуының негізі, жүктеме циклінің әр сәтінде контактті өзара әрекеттесу сипатына байланысты және тангенс кернеулерінің мөлшеріне байланысты болатындығын көрсетеді.



2 – сурет. Бұрандалы түптік жетектің істен шығу себептерінің диаграммасы

Тангенциалды кернеу мәндері максималды болатын аймақта тіс профилін өзгертетін және бұрандалы түптік жетектің жұмыс буынындағы кернеуді төмендететінін көрсетеді. Сонымен қатар, жетектің жұмыс жұбындағы бұранданың төменгі бөлігімен байланыс циклі кезінде абразивті тозу пайда болады, бұл қауіптің ең жоғары дәрежесін білдіреді.

Абразивті қатты бөлшектер мен басқа да қоспалардан тұратын агрессивті бұрғылау ерітіндісі, коррозиялық эластомер статор-ротордың жұмыс жұбы үшін жұмыс ортасы болып табылады. Бұрандалы түптік жетектің қызмет ету мерзімін ұзартудың бірнеше жолы бар: жұмыс органының ұзаруы, бұл іліністегі байланыс жүктемесінің деңгейін төмендетеді, яғни тозу қарқындылығын төмендетеді және резеңке тығыздағыштың қатты деформациялануы мен қыздыруға байланысты резеңке эластомерінің ерте бұзылуына жол бермейді, бірақ мұндай бұрандалы түптік жетекті үлкен қисық қарқындылығы бар ұңғымаларда қолдану мүмкін емес. Келесі түрі, бұл ротордың массасын азайту, бұл ортадан тепкіш күштің дамуын азайтады, сонымен қатар қарқынды көлденең тербелістерді болдырмайды, бұл статордың тез тозуына себеп болады, сонымен қатар статордағы эластомерінің біркелкі қалыңдығы ротормен қарқынды түрде жанаспайды, сол себепті бұрандалы түптік жетектің жұмыс істеу ресурсын арттырады.

Бұл әдістер жоғары дәлдікті жабдықты қажет етеді және оларды енгізу жабдықтың құнын арттырады, бұл қазіргі уақытта оның ресурстарының өсуімен салыстыруға келмейді. Бұрандалы бұрғылау қозғалтқыштарын шығаратын көптеген компаниялар тозуға төзімділіктің жоғары параметрлерін қамтамасыз ету үшін эластомердің оңтайлы құрамын жасау үстінде, бірақ бұл құрылғының қызмет ету мерзімін ұзартудың жалғыз жолы емес. Эластомерді IRP-1226 резеңке үлгісінің қасиеттерінің арнайы ерітіндісімен өңдеу қозғалтқыш статорының резеңке тығыздағышының бұзылуына төзімділікті арттыра алады. Зертханалық жағдайда резеңке үлгілерін натрий хлориді, калий, магний, кальций және барий ерітінділерінде 5, 10, 15 және 20 күн ішінде пеште 80 градус температурада ұстап, полимер-сазды бұрғылау ерітіндісінің ортасында кесуге және үйкелуге сынау жүргізілді. Тұз ерітіндісінің әр түрі мен қартаю ұзақтығы үшін үйкеліс пен кесу үшін 3 тәжірибе жүргізіле отырып, белгілі бір ерітіндінің резеңкеге төзімділігіне әсерін салыстыру үшін өңделген үлгілердің тозуы бағаланды. [3]

Ерітінділердің әрқайсысы өзінің ұсталу уақытымен сипатталады, онда ең жақсы беріктендіру әсеріне қол жеткізіледі, атап айтқанда калий хлориді – 20 күн, магний хлориді, кальций және барий – 10 күн, натрий хлориді – 15 күн, магний хлориді, кальций және барий – 10 күн. Эксперимент нәтижелері барлық қолданылатын тұз ерітінділері үшін резеңке кеуек кеңістігінің максималды қанықтылығы оныншы күні болатындығын көрсетті, содан кейін ұстап тұру үлгілердің массасы мен көлемінің жоғалуына әкеледі. Бұл құбылыс жоғары температураның ұзақ мерзімді әсеріне байланысты болуы мүмкін. Мұның себебін дәлірек анықтау үшін қосымша зерттеулер қажет.

Осылайша, зерттеу кезінде әрбір резеңке беріктік сипаттамаларын жоғалтпады деп айтуға

болады. Зерттелген үлгілердің ішінде іс жүзінде абразивті түрде ұнтақталмаған үлгілерді атап өтуге болады, атап айтқанда CaCl_2 және MgCl_2 ерітінділерімен өңделген үлгілер 10, 15 және 20 күн ұсталады етеді. Үлгілерді CaCl_2 ерітіндісімен 10 күн бойы 80 градус температурада өңдеген кезде, олар кесу кезінде максималды қатайтуды алды. Сонымен қатар, үлгілердің ұстау уақыты резеңкенің бастапқы күйінің 0,5-1 мм артқандығын байқауға болады. Үлгілердің массасы мен көлемін тұзды ерітінділермен өңдеуге дейін және одан кейін салыстыру және толық кептіру нәтижесі тұздықта ұсталғаннан кейін үлгілердің массасы орташа есеппен 200-300 мг - ға, ал көлемі 600-1200 мм³-ге артатынын көрсетеді. [4]

Аталып өткен зерттеу барысы перспективті түрде өте қарқынды болып саналады. Менің зерттеуімнің тәжірибелік бөлігінде бұрандалы түптік жетектің статорының эластомерінің резеңкесін IRP-1226 үлгісіне айырбастау негізінде және өңделген резеңке үлгісінің сипатамасы және басқада қасиеттері зерттелуде.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Патент 6604921. Optimized liner thickness for positive displacement drilling motors/ Andrei N. Plop, Vernon E. Koval// 12.08.2003.

[2] Молодило В.И. Особенности управления процессом бурения скважин с использованием винтовых забойных двигателей// Труды ВНИИБТ/ ОАО «НПО «Буровая техника». -М.: Современные тетради, 2008. -218 с.

[3] <file:///C:/Users/Алишер/OneDrive/Рабочий%20стол/ВЗД%20ИНФО.pdf>

[4] <https://neftegaz.ru/tech-library/gidravlicheskie-zaboynye-dvigateli/141327-vintovye-zaboynye-dvigateli-vzd/>

Исследование влияния технологических параметров для повышения эксплуатационных характеристик винтовых забойных двигателей

Сепбосынов Ә.Т.^{ip}, Столповских И.Н.^{ip}

Аннотация. В данной статье рассмотрено, что разрушение эластомерной резиновой прокладки статора является основной причиной выхода из строя винтового днища привода, и такой дефект приводит к остановке буровой работы и задержке во времени производимой продукции. Показано, что эластомер статора считается подверженным износу при работе в агрессивных средах бурового раствора из-за химического, механического и теплового воздействия. Известно, что после ста часов работы винтового днища рабочие органы изнашиваются на 45%, из которых 33% приходится на первые 60-80 часов работы днищевого двигателя, именно в это время во время ходовой работы сильно изнашивается эластомер статора, поэтому для увеличения ресурса промежуточного ремонта, рецептура изготовления раствора для обработки эластомера винтового днища показано, что эластомер статора может повысить износостойкость. Исследована возможность повышения эксплуатационных характеристик винтовых забойных двигателей с помощью исследуемого метода. **Ключевые слова:** винтовой забойный двигатель, резиновый уплотнитель, статор, эластомер.

Study of the influence of technological parameters to improve the performance of screw downhole engines

A. T. Sepbosynov^{ip}, I.N. Stolpovskich^{ip}

Abstract. In this article, it is considered that the destruction of the elastomeric rubber gasket of the stator is the main cause of failure of the screw bottom of the drive, and such a defect leads to a stop of drilling work and a delay in the production time. It is shown that the stator elastomer is considered to be subject to wear when working in aggressive drilling fluid environments due to chemical, mechanical and thermal effects. It is known that after one hundred hours of operation of the screw bottom, the working bodies wear out by 45%, of which 33% falls on the first 60-80 hours of operation of the bottom bottom engine, it is at this time during running operation that the stator elastomer wears out strongly, therefore, to increase the resource of intermediate repair, the formulation for manufacturing a solution for processing the elastomer of the screw bottom is shown, that the stator elastomer can increase wear resistance. The possibility of improving the operational characteristics of screw downhole engines using the method under study is investigated. **Keywords:** screw downhole motor, rubber seal, stator, elastomer.

МҰНАЙ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ҰҢҒЫМАЛАРДАҒЫ ҚҰМ ПАЙДА БОЛУЫМЕН КҮРЕСУДІҢ ТИІМДІ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРУ

Ғ. С. Серәлі , А. Н. Төленді  Б. А. Мырзахметов 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

g.serali02.04@gmail.com

Андатпа. Бұл мақала мұнай өндіру кезінде құм пайда болуының бақылаудың механикалық және химиялық әдістерін қарастыруға арналған. Құм тұнуы әсерінен құмды ұңғымадан шығару мұнай өндіруді едәуір қиындатады, бұл ұңғымаларда құмдық тығындардың пайда болуымен, құммен өзара әрекеттесу кезінде ұңғыманың ішіндегі жабдықтың бұзылуымен, сыртқы жабдықтар мен құбырлардың құммен бітелуіне әкеліп соғады. Құмды бақылауға арналған ұңғымалық жабдықтың дұрыс жұмыс істеуіне қарамастан, ұсақ бөлшектердің құрылғыға түсуі уақыт өте келе жер үсті нысандарының, атап айтқанда, сорғылардың тоқтап қалуына әкеледі. Жұмыс уақытын қысқарту үшін кейбір операторлар қысым мен температура туралы мәліметтер негізінде нақты уақыт режимінде құмның мөлшерін бақылауды қамтитын құмды басқарудың тұтас жүйесін енгізеді.

Қазіргі уақытта құмның сыртқа шығарылуын бақылаудың және болдырмаудың тиімді әдісі – ұңғымаларды клапандармен, тереңдік датчиктерімен жабдықтау, яғни ақылды ұңғымаларды құру болып табылады.

Полимерлі сүзгілердің, полимерлі қапталған қиыршық тас жүйесінің, қиыршық тас сүзгісінің тиімділігін салыстыру жүргізілді.

Негізгі сөздер: құм тұнуы, құм пайда болуы, қиыршық тас сүзгілері, құм сүзгілері, депрессия, ұңғы қысымы.

Мәселені тұжырымдау. Игерудің соңғы сатысындағы кен орындарында ұңғыма сорғы жабдығын (ҰСК) игерудің қолайсыз факторларына жататыны сорылатын сұйықтықтың механикалық қоспаларының жоғары болуы болып табылады. Есептеулер бойынша бүкіл әлем бойынша мұнай-газ кен орындарының 70 %-на дейін әлсіз цементтелген құмды қабаттармен орналасқан. Ал қазіргі уақытта еліміздегі кен орындардың негізгі бөлігі батыс өңірінде шоғырланған.

Мехқоспаның жоғары концентрациясы әлсіз цементтелген және шоғырландырылмаған коллекторлар кен орындарында байқалады. Мехқоспасының жоғары болуы ұңғымаларда мұнай өндіру кезінде мамандарға бірқатар қиындықтардың тап болуына әкеп соғады, ал олардың негізгісі кен орнын кенеттен немесе жөндеу жағдайларында тоқтауы кезінде тұнған құмды шығару үшін айтарлықтай адами және материалдық шығындардың болуына алып келеді.

Мұнай өндіру кезінде мұндай құм пайда болуы құмдық тығындардың пайда болуына, сондай-ақ кейбір жағдайларда пайдалану колоннасының бұзылуымен және ең бастысы ұңғымалық сораптың бітеліп, жұмысшы механизмдерінің тістесіп қалуына себепші болады.

Бұл құбылыстың негізгі себептері мен факторлары:

- Нашар цементтелген коллектор;
- Қабат сұйықтығының тұтқырлығының артуы;
- Төменгі түп аймағында механикалық қоспалардың немесе заттардың жоғарғы концентрациясы;
- Сұйықтық бөлшектердің қозғалыс сипаты мен ұңғыманың қысымының төмендеуі және тағы басқа [1].

Көп жағдайда бұл механикалық және химиялық заттарды қолданумен, сондай-ақ әртүрлі датчиктермен ұңғымаларды жабдықтаумен байланысты. Осыған байланысты бөлшектердің шығарылуын бақылаудың жоғарыда аталған әдістерін қарастыру және ең көп тарағандарды – химиялық және механикалық салыстыру өте маңызды болып табылады.

Өткізгіштігі төмен жыныстардан құралған аз қуатты қабаттарды пайдалану деректеріне сәйкес оларды әзірлеу кезінде ұңғымаға келіп түсетін құмды тазартуға және іске қосылған жабдыққа теріс әсерін болжауға бағытталған әртүрлі техникалық-технологиялық шешімдерді қолданған жөн [2].

[3]-әдебиетте келтірілген жұмыста коллектордың едәуір сарқылуы жағдайында ешқандай әрекет жасамау және ағынды тоқтатқанға дейін ұңғыманың жұмысын жалғастыру экономикалық тұрғыдан орынды екендігі атап өтілді. Ұңғымаға құмның түсуіне жол бермеуге негізделген құм дақтарымен күресу әдістерін қолданған дұрыс. Осы жұмыс аясында химиялық және механикалық әдістер, сондай-ақ зерттеу ұңғымалары қарастырылады.

Механикалық әдістер құм шығарудың әлсіз көрсеткіштері бар коллекторларда қолданылады [2,3,4] және құмға қарсы сүзгілерді қолдануға негізделген.

Дизайны бойынша блокты сүзгілер – бұл тесіктері мен саңылаулы сымдары бар құбырлар. Сүзгілердің тиімділігінің артуы саңылаулар диаметрінің өзгеруіне немесе сүзгі қабаттарының санының көбеюіне байланысты.

Сүзгілердің басты кемшілігі - олардың тесіктерінің салыстырмалы түрде тез бітелуі, сондықтан сүзгі жүйесін жоспарлы ауыстыру үшін ұңғыма тоқтайды. [5]-жұмысында авторлар құм пайда болу проблемасымен күресу әдістеріне тоқталады және 8-12 мм сымды сүзгісін дәйекті орнатудың тиімділігін атап өтеді.

Сымды сүзгінің дизайны сым бекітілген арнайы жүк көтергіш профильдердің болуымен ерекшеленеді. Нәтижесінде сүзгіден қысымның төмендеуі, сұйықтықтың төмен жылдамдығымен турбулентті режимге шығу және нәтижесінде шығарылатын құмның көлемі азаяды [6,7].

Қиыршықтас төсемдері өнімді қабаттың пайда болу интервалында құбыр сыртындағы кеңістікті толтыру нәтижесінде пайда болады. [6]-жұмыста оларды гидравликалық жарылыспен бірге пайдалану перспективалары атап өтіледі. Бұл технология "frac pack" деп аталды. Бірақ оны барлық жерде пайдалану мүмкін емес, себебі, сүзгінің резервуардың сипаттамаларына сәйкестігі қажет.

Ұңғымалардың тиімділігін арттыру үшін құмның пайда болуын бақылаудың механикалық әдістерінен басқа, химиялық бекітудің нұсқалары белгілі. Құмға қарсы сүзу технологиясымен салыстырғанда химиялық бекіту әдістері құм шығару мәселесін шешудің түбегейлі басқаша әдісі болып табылады, оның мақсаты жұмыс жағдайында берік және төзімді тау жыныстарын құру болып табылады.

Құм-сазды коллекторларда мұнай өндіруді арттыру үшін суландыру әдістерін қолдана отырып, ұңғыманы игерудің соңғы сатысында, жоғарыда аталған полимер жүйелеріне су қабаттарының минералдануы мен жер температурасы теріс әсер етсе, полимерлі-гельді жүйелері қолданылады (мысалы, Темпоскрин-Люкс) [8].

Құмды бақылауға арналған ұңғымалық жабдықтың дұрыс жұмыс істеуіне қарамастан, ұсақ бөлшектердің құрылғыға түсуі уақыт өте келе жер үсті нысандарының, атап айтқанда, сорғылардың тоқтап қалуына әкеледі. Жұмыс уақытын қысқарту үшін кейбір операторлар қысым мен температура туралы мәліметтер негізінде нақты уақыт режимінде құмның мөлшерін бақылауды қамтитын құмды басқарудың тұтас жүйесін енгізеді.

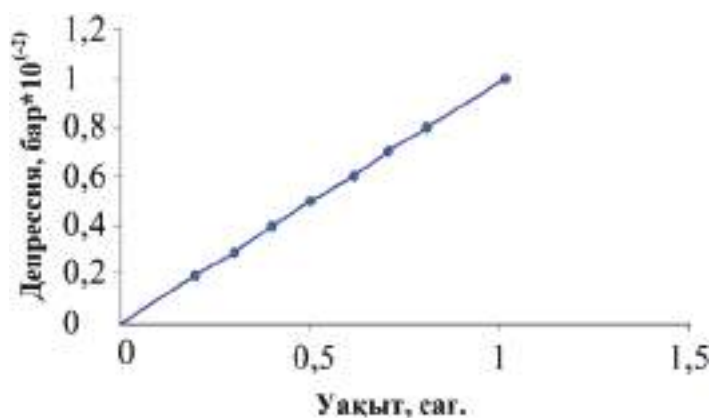
Қазіргі уақытта құмның сыртқа шығарылуын бақылаудың және болдырмаудың тиімді әдісі – ұңғымаларды клапандармен, тереңдік датчиктерімен жабдықтау, яғни ақылды ұңғымаларды құру болып табылады.

Осыған сәйкес, техникалық ғылым кандидаты, профессор Мырзахметов Б.А. штангалы және штангасыз ұңғымалы сораптық қондырғыларға арналған құмға қарсы клапандар конструкциясын жасады. Клапанның ең негізгі қызметі іске қосу уақытының реттелуі арқылы құмның толықтай седиментацияланып, механикалық бөлшектердің СКҚ-дан толық және бірнеше рет шығарылуын қамтамасыз ету арқылы СКҚ-ның жылжымалы бөлшектерінің сенімділігін және ресурсын арттыруға арналған [10].

[9]-ғылыми еңбегінде "құмның пайда болуын бақылауды жүзеге асырудағы зерттеу ұңғымалардың рөлі" ұңғымада құм сүзгілерінің технологиясы болған кезде бірнеше факторларды – максималды депрессияны үнемі бақылау қажет екендігі көрсетілген, егер ол асып кетсе, сүзгі сынуы мүмкін. Мұндай жағдайларда ұңғыманың түбіндегі жағдайларды, атап айтқанда, туп қысымын дұрыс анықтау маңызды рөл атқарады.

Газ-сұйық қоспалардың ағымы жағдайында түп аймағы қысымын есептеу өте күрделі

және көбінесе қажетті дәлдікке қол жеткізу мүмкін емес. Сондықтан зерттеу ұңғымалары технологиясының бірі – тереңдік қысым және температура датчиктерін орнату маңызды рөл атқарады. Түп аймағындағы датчиктерінің және ұңғыманың сағасындағы акустикалық сенсорлардың үйлесімі құмды бақылау және бақылау стратегиясы ретінде оңтайлы таңдау болып табылады, бұл 1-суреттегі графикпен расталады.



1 Сурет – Депрессияның үдемелі өсуі

Температура мен қысым датчиктерінен басқа ұңғыманың тұрақты көп фазалы шығын өлшегіштерін, ұңғымалардың қабырғаларынан қашықтықта өнімді қабатты сканерлеуді қамтамасыз ететін электродтарды қолдану басталды. Барлық осы құрылғылар басқару орталықтарына қосылған, бұл жағдайдың өзгеруіне дереу жауап беруге, сондай-ақ құмның пайда болуын болжауға мүмкіндік береді.

Әдістерді зерттеу. Құмның пайда болуын бақылау әдістерін зерттеу батыс кен орнына қолданылды. Тау жыныстарының мөлшерін анықтау үшін МЕСТ 12536-79 сәйкес гранулометриялық талдау жүргізілді. Өзен сынамасы үшін жыныстардың гранулометриялық құрамын анықтау нәтижелері сегіз ұңғымадан, ал Бузачи сынамасы үшін бір ұңғымадан алынды. Пайдалануға негізделген құмның пайда болуын бақылаудың үш түрлі әдісі салыстырылды (1-кесте):

- 1) полимерлі сүзгілер;
- 2) полимерлі жабыны бар қиыршық тас жүйелері;
- 3) қиыршық тас сүзгісі.

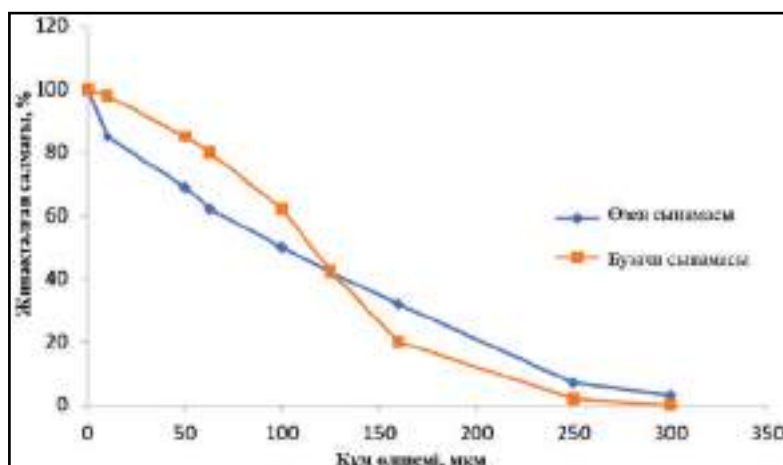
1 Кесте – Құмды бақылау әдістері

Критерийлер	Полимерлі сүзгілердің	Полимерлі қапталған қиыршық тас жүйесі	Қиыршық тас сүзгісі
Қысым (фунт/кВ.дюйм)	3300-ден кем	2500-3300	1000-нан астам
Температура (°F)	250-ден кем	250-ден кем	150-ден астам
Құмды бақылау пайызы (%)	10	5	75

Нәтижелер және талқылау. "ӨзенМұнайГаз" АҚ ұңғымасынан 82 негізгі сынамадан және "Бузачи нефть" ЖШС ұңғымасынан 14 негізгі сынамадан бөлшектердің салмағы бойынша таралуы алынды.

2-суретте әр бұрылыс үшін бөлшектердің таралу қисықтары көрсетілген. Бөлшектердің мөлшерінің таралуының айтарлықтай дисперсиясы, сондай-ақ гранулометриялық құрамның тереңдікпен корреляциясының болмауы байқалады. Ұңғымалардан су ағынын барынша арттыру үшін сумен қаныққан коллектордың бүкіл аралығы тесіледі.

Ұңғыманы режимдік параметрлерге шығару кезеңінде зертханалық сынама-лардағы қалқыма бөлшектердің концентрациясын талдау механикалық қоспалардың құрамы 50000 мг/л-ге жететіндігін көрсетті.



2 Сурет – Ұңғылар үшін механикалық бөлшектердің таралу қисықтары

Негізгі гранулометриялық талдау негізінде сүзгілердің үш түрі таңдалды: полимерлі сүзгілердің, полимерлі қапталған қиыршық тас жүйесінің, қиыршық тас сүзгісінің тиімділігін салыстыру жүргізілді.

2 Кесте – Құмды басқарудың әртүрлі әдістерін салыстыру

	Полимерлі сүзгілердің	Полимерлі қапталған қиыршық тас жүйесі	Қиыршық тас сүзгісі
Артықшылықтары	Електерді пайдаланудың қажеті жоқ	Құмды басқарудың үнемді әдістерін ұсынады	Төмен отырғызу және жоғары өнімділік
		Қиыршық тасты толтыру үлкен аумақты қамтиды	Ұзақ мерзімділік
			Аз экономикалық шығын
Кемшіліктері	Шектеулі аймақ биіктігі	Қысым төмендеуі мүмкін	Су несеме газды шығарудағы қиындық
	Қысқа қызмет мерзімі	Эрозия	Бұрғылау үшін арнайы сұйықтықтар қажет
	Температура сезімталдығы (250°F дейін)	Ұңғыманың өнімділігі төмендейді	

Қорытынды. Ұңғымаларды пайдалану кезінде құмның шығарылуын болдырмаудың механикалық және химиялық әдістерін талдау белгілі бір әдісті таңдау, ең алдымен, коллектордың қасиеттеріне және экономикалық орындылығына байланысты екенін көрсетті.

Құмның пайда болуын бақылаудың әртүрлі әдістерін салыстыру кезінде қиыршық тас сүзгісі осы мақсаттар үшін ең қолайлы деген қорытынды жасалды. Алайда, оны пайдалану қалыпты құм шығару жағдайында толығымен негізделген.

Химиялық бекітудің белсенді енгізілуі қазіргі уақытта күшті адгезияларды құруға қабілетті қосылыстардың болмауына байланысты тежеледі. Сондықтан ғылыми-зерттеу жұмыстарының өзекті бағыттарының бірі осы мәселені шешу болуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Попов П.И. Ликвидация пескопроявлений – технология вывода скважин из бездействия // ООО «Нефтегазтехнология». – Кисловодск, 02-06 апреля 2012 г. Режим доступа: <http://ngt.ru/Ликвидация%20пескопроявлений.pdf>;
- [2] Михайлов А.Г., Волгин В.А., Ягудин Р.А., Стрижнев В.А. «Комплексная защита скважинного оборудования при пескопроявлении в ООО «РНПурнефтегаз»;
- [3] Рики Дж. Арментор, Майкл Р. Уайз и др. Предотвращение выноса песка из добывающих скважин // Нефтегазовое обозрение. – 2007. – №;
- [4] С. 4 – 17 4. Зотов Г.А., Динков А.В., Черных В.А. Эксплуатация скважин в неустойчивых коллекторах. – М.: Недра, 1987, с. 172;
- [5] Бондаренко В.А., Климовец В.Н., Щетников В.И., Сухляев А.О., Долгов С.В., Шостак А.В. Опыт борьбы с пескопроявлениями при эксплуатации скважин Анастасиевско-Троицкого месторождения Краснодарского Края;
- [6] Y. Xiong, H. Xu, Y. Wang, W. Zhou, C. Liu, L. Wang. Fluid flow with compaction and sand production in unconsolidated sandstone reservoir // Petroleum. 2018.- V.4. –Is. 3.- p. 358;
- [7] Экономидес М., Олини Р., Валко П. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта: от теории к практике. – Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. – 236 с.;
- [8] Wedman M. L., Lynch, Spearman J. W.. Hydraulic Fracturing for Sand Control in Unconsolidated Heavy-Oil Reservoirs. SPE //BP Exploration. 1999. p. 12.
- [9] Bahamon J. I., Garcia C., Ulloa M. J., Leal J.. Successful Implementation of Hydraulic Fracturing Techniques in High Permeability Heavy Oil Wells in the Llanos Basin-Colombia.// SPE, Ecomptrol, Weatherford. 2015.p. 13;
- [10] Мырзахметов Б.А., Нуркас Ж.Б., Султабаев А.Е., Токтамисова С.М. Противопесочные устройства для защиты скважинного насосного оборудования в условиях пескопроявления стр.23 Научно-технический и производственный Горный журнал Казахстана №10 (174) 2019.

Сравнение эффективных методов борьбы с пескопроявлением на скважинах

Ғ. С. Серәлі^{ORCID}, А. Н. Төлөнді^{ORCID} Б. А. Мырзахметов^{ORCID}

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению механических и химических способов контроля за пескопроявлением при добыче нефти. Вынос песка значительно усложняет добычу нефти, что связано с образованием пробок в скважинах, разрушением оборудования внутри скважины при взаимодействии с песком, с засорением наружного оборудования и трубопроводов песком. Несмотря на исправную работу скважинного оборудования для контроля песка, попадание мелких частиц в устройство со временем приводит к остановке наземных объектов, в частности, насосов. Чтобы сократить время работы, некоторые операторы внедряют целостную систему управления песком, которая включает в себя контроль количества песка в режиме реального времени на основе данных о давлении и температуре. В настоящее время наиболее эффективным способом контроля и предотвращения выброса песка является оснащение скважин клапанами, датчиками глубины, то есть создание интеллектуальных скважин.

Было проведено сравнение эффективности полимерных фильтров, системы гравия с полимерным покрытием, гравийного фильтра.

Ключевые слова: пескопроявление, гравийные фильтры, песчаные фильтры, депрессия, забойное давление

Comparison of effective methods of combating sand occurrence at wells

G. S. Serali^{ORCID}, A. N. Tolendi^{ORCID} B.A. Myrzachmetov^{ORCID}

Abstract. This article is devoted to consideration of mechanical and chemical methods of sand occurrence control in oil production. Sand removal significantly complicates oil production, which is connected with formation of plugs in wells, destruction of equipment inside the well during interaction with sand, with clogging of external equipment and pipelines with sand. Despite the proper operation of the downhole equipment for sand control, the ingress of small particles into the device eventually leads to the shutdown of ground objects, in particular, pumps. To reduce operating time, some operators are implementing an integrated sand management system, which includes monitoring the amount of sand in real time based on pressure and temperature data. Currently, the most effective way to control and prevent the release of sand is to equip wells with valves, depth sensors, that is, the creation of intelligent wells.

The efficiency of the polymer filters, the polymer-coated gravel system, and the gravel filter were compared.

Keywords: sand manifestation, gravel filters, sand filters, depression, downhole pressure

САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНЫП ҰСАҚТАУ ЖАБДЫҚТАРЫ ЖҰМЫСЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Серікбаева М.Т.  Бөртебаев С.А. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

madek1198@mail.ru

Аңдатпа. Қазіргі уақытта Қазақстанда кен өндірудің дамуы технологиялық жабдықтардың сенімділігін қамтамасыз етуге назар аударуды арттыру қажеттілігін көрсетеді. Технологиялық жабдықтың сенімділік параметрлерін бақылау жобалау кезеңдерінде өте маңызды. Сенімділік параметрлерін параметрлерді тиімді бақылау ұйымдық іс-шаралармен жиынтық жасау қауіпсіздікті арттырады кәсіпорынға экономикалық пайда әкелетіні анық. Бақылау тиімділігін арттыру үшін бақылауды жүзеге асыру қажет үздіксіз мониторинг және сенімділік көрсеткіштерін болжау техникалық жүйелердің сенімділігін арттыру және олардың алдын алу ықтимал авариялар мен инциденттер. Бұл жұмыстың мақсаты сандық технологияларды қолданып ұсақтау жабдықтары жұмысының сенімділігін бағалау арқылы жабдықты пайдалану тиімділігін арттыру болып табылады. Сандық технологияны қолдана отырып ұсақтау жабдықтарының сенімділігін бағалау, жабдықтардың діріл жүйесін бақылау арқылы жүзеге асыруға болады.

Негізгі сөздер: Сандық технология, CSS, мониторинг, автоматты жүйе, дірілді бақылау

Ұсатқыштың параметрлерін басқару сәтті автоматтандырылған басқару жоспарының ажырамас бөлігі болып табылады. Гибридті қуатты /деңгейді реттеу кезінде машинаның жұмысын оңтайландыру үшін параметрлерді жиі, бірақ үздіксіз реттеу қажет емес. Реттеу жиілігі жоғары қуатты қосымшаларда екі-үш сағатта бір рет болуы мүмкін. Көбінесе параметрлерді орнату Жұмыс ауысымына тек бір рет қажет. Егер ұнтақтағыш қуатты басқаруды қолдай алмаса және қуыстың деңгейін тұрақты бақылау режимінде қалса, онда ұнтақтағышты автоматты түрде жабу үшін конфигурациялауға болады (4-10 тісті реттеу сақинасы). Егер максималды CLSP-де қуаттың минималды деңгейіне қол жеткізу мүмкін болмаса, ұсатқыш контроллері жабық бүйірлік параметрді реттейді (жоғарыда айтылғандай, қуат тұтынуды минималды деңгейден жоғары ұстап тұру үшін үздіксіз артуы мүмкін).

Баптауды баптау қоректендіруді үзгеннен кейін және энергия тұтынуды жүктемесіз көрсетілген жұмыс деңгейіне дейін төмендеткеннен кейін орындалады. Реттелгеннен кейін тамақтандыру құрылғысы қайта іске қосылады және қалыпты іске қосу және беруді басқару циклдерін жалғастырады. Егер шамадан тыс діріл пайда болса, онда шамадан тыс діріл параметрді тым қатты жабудың нәтижесі деп болжанады. Қуат шығыны көрсетілген жұмыс деңгейіне жүктемесіз түскеннен кейін, беру үзіліп, ұсақтағыштың конфигурациясы ашылады (жабық параметрді орнатудың 50% - ы ұсынылады).

1. Ең аз қуат тұтынуды орнату

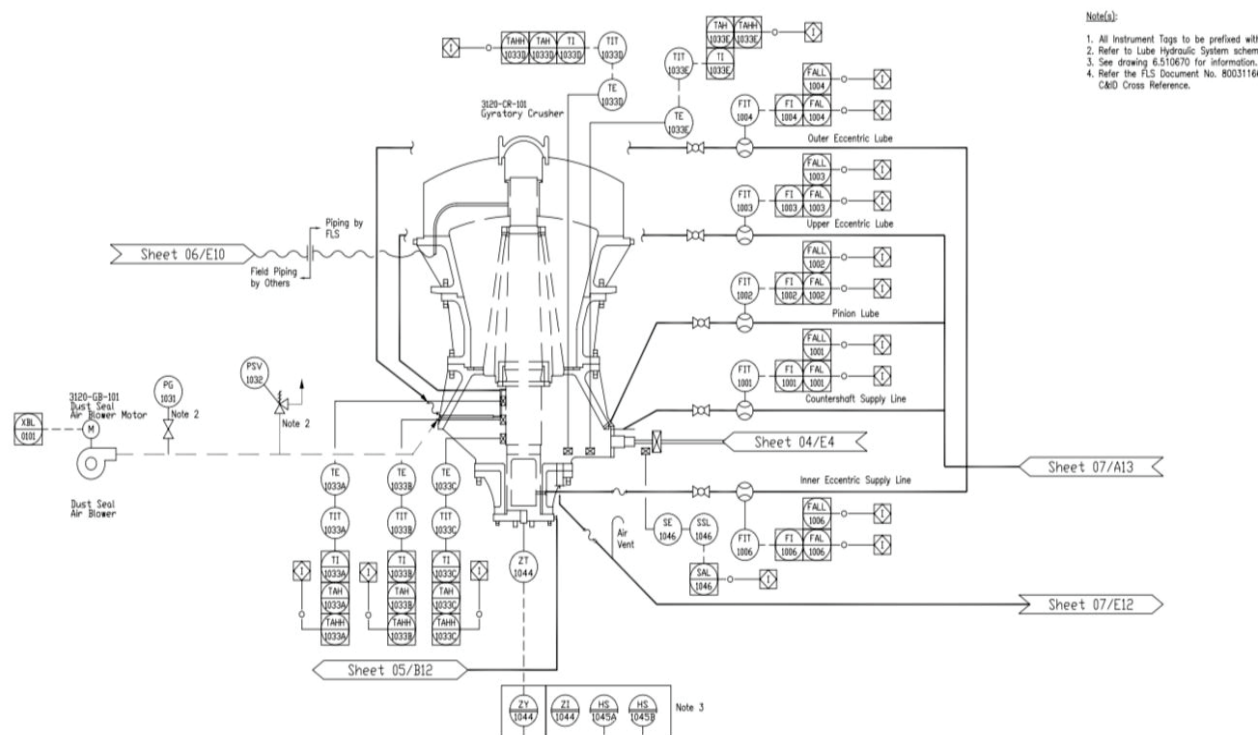
Ең аз қуат тұтынуды орнату-бұл пайдаланушы анықтаған параметр, ол қуыстың берілген деңгейін арттыру қажет болғанда немесе ұсақтағыштың параметрін реттеуге болады.

2. Минималды қажетті беру жылдамдығы

Қажетті минималды жылдамдығы-бұл қуысты төмен немесе жүктелмеген қуыспен ұсақтамауға мүмкіндік беретін жұмыс жағдайларын қамтамасыз ететін жылдамдығы. Кіре берістегі майлау қысымының жылдам ауытқуы конустық ұсатқыштың жеткіліксіз жеткізілуін көрсетеді. Егер мұндай жағдай жиі немесе сөзсіз болса, онда аз қуатты конустық ұсатқыш жағдайында ұсатқыштың қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету үшін ұсатқыш камерасын өзгерту ұсынылады.

3. Ұсақтау жүктемесінің біркелкі бөлінбеуі

Тым дөрекі камерамен шамадан тыс ұсақтау ұсақтау жүктемесінің біркелкі бөлінбеуіне әкеледі. Бас бұтағы мен эксцентриктегі байланыс үлгісі төменгі бөлігінде басым тозуды көрсетеді. Бұл компоненттерге жүктеменің біркелкі таралуын көрген жөн. Бұған жем беруді жақсы бақылау және белгілі бір қолдану үшін ұнтақтау камерасын дұрыс таңдау арқылы қол жеткізуге болады.



1 Сурет – Ұсақтағышқа орнатылған датчиктер сұлбасы

4. Діріл

Реттеу сақинасының қалпына келуін бақылау үшін жетек сақинасының бекіткіштерінің түбіне төрт діріл сенсоры орнатылған. Ескерту орнатулар ұсатқышты пайдалануға енгізу кезінде анықталуы керек. Бұған жабық жағын реттеу және ұсақтау кезінде діріл сенсорларының мәндерін бақылау арқылы сақинаның шектеулі қалпына келу мөлшерін жасау арқылы қол жеткізіледі. Қоңырау соғылған кезде ең үлкен мәнді таңдаңыз (VTx) және ескерту белгісі ретінде осы мәннің 90% пайдаланыңыз.

Егер жұмыс кезінде қоңыраудың қалпына келу деңгейі анықталса, "қоңыраудың қалпына келуі туралы ескерту" хабарламасы көрсетілуі керек. Егер діріл датчиктерінің бірі ескерту деңгейінің берілген мәнінен 15 секунд ішінде асып кетсе, егер кемінде үш секунд ішінде кемінде 10 іске қосу немесе төрт минут ішінде үздіксіз сигнал болса, "қоңырау шалудан бас тарту туралы сигнал" хабарламасы көрсетілуі тиіс. Ұсатқышқа беру өшірілуі керек және CSS автоматты түрде реттеу сақинасының бес тістерін ашуы керек.

5. Қуатты бақылау

Конустық ұсатқыштың қуатын реттеу дроссель жағдайында немесе дроссельсіз жүзеге асырылуы мүмкін. Дроссельдік режимдегі қуатты реттеу конустық ұсақтағыштың қауіпсіз жұмыс істеуі үшін жақсырақ және оны кейде гибриді деңгей/ қуатты реттеу режимі деп те атайды, өйткені CLM және қуатты тұтынуды өлшеу FSP-ді балама түрде анықтай алады. Мысалы, жоғары қуатты дроссельмен жұмыс жасағанда, ұнтақтағыш жартылай сорғымен қажетсіз режимде тоннасына ең көп қуат тұтынады. Қауіпсіз CLM-ге жеткенге дейін қуат тұтыну белгіленген қуат тұтыну мәнінен асып кетуі мүмкін. Осы уақыт ішінде резонатор деңгейін басқару тізбегі өлшенген қуат тұтынуы қажетті мәннен жоғары болуы мүмкін болса да, берілу жылдамдығын анықтайтын басым фактор болып қала беруі керек. CLSP-ге жеткеннен кейін, егер тұтынылатын қуат қажетті қуаттың белгіленген мәнінен төмен болса, резонатор деңгейінің төтенше жағдайы басқаруды резонатор деңгейінің басқару тізбегіне ауыстырғанға дейін тұтынылатын қуат тізбегі басым болады. CLSP-ті ең аз қуат тұтыну мәнінен жоғары жұмыс істеу үшін ұсатқыш контроллері көбейте алады.

Қуатты таза реттеу режимі (CLM-сыз жұмыс істеу) жалпы жүктеме кезінде қозғалтқыштың номиналды қуатының 90% - ын немесе 1300 а.к. [970 кВт] құрайтын қуатты

тұтыну параметрін таңдау арқылы қол жеткізіледі және осы қуат тұтыну нормасы рұқсат етілген өлі аймақта қол жеткізілгенге дейін жеткізу жылдамдығын реттейді. Реттеу сақинасының қажетсіз қозғалысы нашар тамақтану жағдайларына немесе жабық жағын тым тығыз орнатуға байланысты болмайтындығына көз жеткізу үшін діріл сенсорларын мұқият бақылау қажет. Реттеу сақинасының қозғалысы туралы жиі дабылдар негізгі негізгі себептерді жоюды талап етеді, олар мыналарды қамтуы мүмкін: азықтың бөлінуі, азықтың нашар бөлінуі, шамадан тыс аз мөлшерде және/немесе Азықтағы ылғалдылық, ұсақтау камерасы үшін тым аз немесе жабық жағын тым тығыз орнату. Трамплиннің шешілмеген материалдық жағдайы түзету сақинасының қатты жылжуына себеп болуы мүмкін. Реттеу сақинасының кез-келген қозғалысы қажет емес, өйткені ол сыни компоненттердің қызмет ету мерзімін едәуір қысқартатын шамадан тыс қысу күштерін тудырады. Кез-келген конустық ұсатқыштың сәттілігі үшін азықтандыру және пайдалану шарттары үшін дұрыс ұнтақтау камерасы өте маңызды. Raptor® конустық ұсатқыштарына дроссельді беру қажет емес және тиісті ұсату камерасы қолданылған жағдайда және ұсатқыш тиісті жем жағдайында жұмыс істеген жағдайда (шамадан тыс ұсақ бөлшектер мен ылғалсыз, азықтың біркелкі таралуы және т.б.) минималды беру жылдамдығымен шектелмейді.

Қорытынды

Автоматтандыру жүйесінің маңызды функциясы-оңтайлы жұмыс және қауіпсіз жұмыс істеу үшін ұнтақтағышқа қолайлы жылдамдығын анықтау. Беруді бақылау біріктірілген CSS реттеу ұсатқышы(жабық жағын орнатудың белгіленген мәні), қуыс деңгейін өлшеу (қуыстағы деңгейдің берілген мәні), қуат тұтынуды өлшеу (қуаттың тұтынылуының берілген мәні) және ұсақтау реттеу сақинасын жылжыту үшін вибромониторинг арқылы күш (нүктенің діріл датчигінің дабылы жиынтығы). Бақылау инженері азықтандыруды бақылауды дамытуда ең тиімді бола алады бұл элементтердің нақты қолдану үшін қалай өзара байланысты екенін толық түсіну. Мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

1) технологиялық схемадағы жабдықтың маңыздылығын анықтау үшін ұсақтау жабдықтарын пайдаланылатын кәсіпорындар мен учаскелердің технологиялық процестерін ұйымдастыруды қарастыру, бұл өз кезегінде оның техникалық жағдайын бақылау қажеттілігін анықтайды;

2) жүйенің сенімділігіне әсер ететін элементтерді анықтау үшін ұсақтау жабдықтарының конструкциясымен және бақыланатын технологиялық параметрлерімен танысады;

3) қарастырылып отырған жабдықтың сенімділік көрсеткіштерін анықтаудың қолданыстағы әдістемелері мен жүйелерін сипаттау және одан әрі жетілдіру үшін неғұрлым қолайлысын таңдау;

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Хузмиев И.К. Цифровая энергетика — основа цифровой экономики // Автоматизация и ИТ в энергетике. — 2017. — № 2 (103).

[2]<https://www.flsmidth.com/en-gb/mining/revoljucionnye-tehnologii-drobleniya#data-fancybox>

[3] Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.

[4] Ровных Е.А. Цифровая экономика. Инструменты стимулирования производства инновационных товаров // Компетентность. — 9–10/150–151/2017. С. 4–12.

Оценка надежности дробильного оборудования с применением цифровых технологий

Серікбаева М.Т.  Бөртебаев С.А. 

Аннотация. В настоящее время развитие горного дела в Казахстане свидетельствует о необходимости уделять больше внимания обеспечению надежности технологического оборудования. Контроль параметров надежности технологического оборудования очень важен на этапе проектирования. Понятно, что эффективное управление параметрами надежности в сочетании с организационными мероприятиями повышает безопасность, приносит экономическую выгоду предприятию. В целях повышения эффективности управления необходимо осуществлять непрерывный контроль и прогнозирование показателей надежности для повышения надежности

технических систем и предотвращения их возможных аварий и инцидентов. Оценка надежности дробильного оборудования с использованием цифровых технологий может быть проведена путем контроля вибрационной системы оборудования.

Ключевые слова: Цифровая техника, УСБ, мониторинг, автоматика, контроль вибрации

Reliability assessment of crushing equipment using digital technologies

S.T. Serikbaeva^{ID}, **S.A. Bortebayev**^{ID}

Abstract: Currently, the development of mining in Kazakhstan indicates the need to pay more attention to ensuring the reliability of technological equipment. Control of the reliability parameters of technological equipment is very important at the design stage. It is clear that effective management of reliability parameters in combination with organizational measures increases safety and brings economic benefits to the enterprise. In order to improve management efficiency, it is necessary to carry out continuous monitoring and forecasting of reliability indicators to improve the reliability of technical systems and prevent their possible accidents and incidents. The assessment of the reliability of crushing equipment using digital technologies can be carried out by monitoring the vibration system of the equipment.

Keywords: Digital technology, USB, monitoring, automation, vibration control

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОКОНАПОРНЫХ СОПЕЛ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СТРУЙНЫХ НАСОСАХ

А. Н. Төлєнді , Ғ. С. Серәлі , Б. А. Мырзахметов 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

a_tolendi@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты работы по созданию и использованным данным сопла струйных насосов для прокачки жидкости. Описаны рабочие параметры и эксплуатационные данные сопла. Приведены результаты работ электроцентробежного и струйного насоса в тандеме. Показан последовательность гидравлических компонентов стенда, а также описан его принцип работы. На основе проведенных испытаний на стенде показаны и выбраны эффективные рабочие параметры. Взаимосвязь полезной работы насоса и высоконапорного сопла. Практическая значимость результатов исследований, проведенных в рамках выполнения работы, определяется тем, что они направлены на повышение коэффициента полезных действий всех струйных насосов, которые используются в наших Казахстанских месторождениях, и дают возможность провести выбор оптимальной схемы высоконапорного сопла и оценить эффективность режимов работы струйных насосов в этих системах с задачей понижения энергетических расходов.

Ключевые слова. Сопло, высоконапорная сопла, струйный насос, ЭЦН (электроцентробежный насос), измерительная головка, водомер, манометр, силоизмеритель, полет струи, кубовый бак.

Формулировка проблемы. Вообще если взять струйного насоса, то этот насос по конструкции очень-таки несложный, но он не так уж много пользуется в производстве, а проблема состоит в том, что напор струйного насоса не так велик, как другие насосы. Чтобы исправить эту ситуацию, мы исследуем высоконапорные сопла для струйных насосов. Для этого мы сделали стенд, чтобы тестировать сопла, действительно ли виды некоторых сопел могут дать такие высокие напоры, для этого мы выбрали сопло с точными размерами.

Поднятием напора объясняется поднятие полезной работы, то есть КПД (коэффициент полезного действия). Во многих Казахстанских месторождениях пользуются этой насосной установкой, значит увеличивая КПД этого насоса нашими потенциальными клиентами являются Казахстанский рынок. Показывая все это, мы должны зарождавать интерес со сторон этих компании, это один из наших главных задач [1].

Эжекторные насосы до этих времен прошли несколько этапов усовершенствования. На первом этапе их конструкция почти не отличалась от традиционной стурктуры струйных насосов, состоящих из однородной среды, и включала одноточную центральную форсунку(сопло) для создании высокоскоростного потока, приемную камеру с эжектируемой подающей трубкой воздуха, цилиндрическую смесительную камеру со входным конфузором для обмена энергией между окружающей средой и повышением статического Р (давления) и диффузор для преобразования части динамического давления жидкостногазовые растворы в статическое. При этом смесительная камера и насадка, насадка в нашем случае — это сопло соосно установлены на приемную камеру, а общая длина смесительной камеры составляет 3...10 диаметров [3, 4].

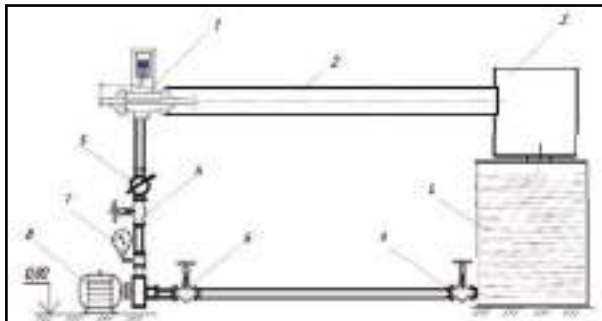
Параметры исследуемой работы и расходные характеристики сопла. В основу принципов оценки были положены следующие параметры и средства оценки:

- дальность полета струи (до проявления признаков расширения) – высокоскоростная видеосъемка в прозрачной трубе;
- расход воды в единицу времени - водомер;
- давление на входе в измерительную головку - манометр;
- реактивная составляющая потока – силоизмеритель (цифровой).

Стенд состоит из следующих компонентов: насосной установки на базе центробежного насоса (ЭЦН, $N=0,8$ кВт, $n=1500$ мин⁻¹, $p=35$ м. вод. ст.); КИП напорной линии (манометр, водомер); измерительная головка для оценки реактивной составляющей на базе цифрового силомера; прозрачного трубчатого канала $L=2$ м; приемной камеры, установленной на кубовой емкости.

Описания стенда. Существует несколько видов стенда, а также компьютерное моделирование, но их главный недостаток с помощью компьютерных моделирований мы не можем рассчитать точные данные струи, в сущности, полета струи, из-за этого наш выбор пал именно на промышленный стенд, который сконструирован в тепло корпусе Сатпаевского университета.

Для оценки гидродинамических качеств высоконапорных сопел струйных насосов был разработан стенд (рис. 1).



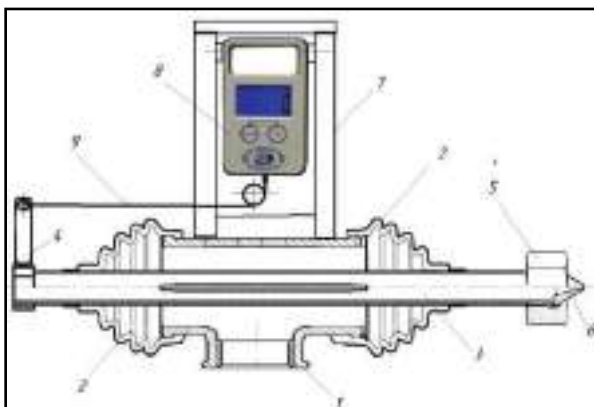
- 1 – измерительная головка; 2 – прозрачная труба; 3 – приемная камера;
4 – кубовый бак; 5 – водомер; 6 – кран запорный; 7 – манометр;
8 – центробежный насос

Рисунок 1 – Стенд для испытания сопел

Стенд состоит электроцентробежного (8) насоса которой расположен горизонтально, и чтобы измерять давлению насоса над насосами расположен манометр. Для измерения расхода воды в стенде есть водомер (5), основной деталью является измерительная головка (1), в этой головке с помощью силоизмерителя мы рассчитываем напор нашего сделанного сопло, высоконапорная ли она, или нет?! После измерительной головки у нас идет прозрачная труба (2), жидкость идущий по трубе попадает в приемную камеру, после этого в кубовый бак. И так циклично проходит наш эксперимент, а запорные краны (6) используются для регулировки струи [2].

Принцип работы стенда. Этот стенд работает следующим образом: жидкость выходящий из ЭЦН 1 попадает в измерительную головку 1 проходя через манометр 7 и водомера 5, в измерительной головке мы проверяем проходящий жидкость то есть проверяем наше сопло, дает ли она высокую напор, в то же время измеряем обратный силовой параметр, дальше жидкость попадает в прозрачную трубу 2, после этого через приемную камеру 3 жидкость попадает в кубовый бак 4, и так циклично повторяется наш эксперимент [5, 6].

В этом стенде главным измерительным прибором является головка стенда, в котором находится наше сопло(высоконапорное).



- 1 – тройник; 2 – гофра; 3 – напорная труба; 4 – заглушка с кронштейном; 5 – накидная гайка;
6 – сопло; 7 – кронштейн; 8 – силоизмеритель; 9 – трос

Рисунок 2 – Измерительная головка стенда



Рисунок 3 – Высоконапорное сопло

Выводы. Данный, сконструированный нами стенд позволяет оценить такие параметры как, дальность полета струи, расход воды в единицу времени, давление на входе в измерительную головку, реактивную составляющую потока. Практическая значимость результатов исследований, проведенных в рамках выполнения работы, определяется тем, что они направлены на повышение коэффициента полезных действий всех струйных насосов, которые используются в наших Казахстанских месторождениях, и дают возможность провести выбор оптимальной схемы высоконапорного сопла и оценить эффективность режимов работы струйных насосов в этих системах с задачей понижения энергетических расходов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мырзахметов Б.А., Султабаев А.Е., Токтамисова С.М., Майкенов Е. Б. Моделирование скважинной тандемной насосной установки для откачки урана при подземном скважинном выщелачивании. // Сб. трудов Межд. научно-практ. конференции «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях индустрии 4.0». – Алматы: КазННТУ, 2019.
- [2] Соколов Е.Я., Зингер Н.Л. Струйные аппараты, М.: Энергоатомиздат, 1989.
- [3] Мищенко И.Т., Гумерский Х.Х., Марьенко В.П. Струйные насосы для добычи нефти. М. : Нефть и газ, 1996.
- [4] Дроздов А.Н., Вербицкий В.С., Деньгаев А.В. и др. Погружные насосы и насосно-эжекторные системы–новые возможности в нефтегазодобыче, нефтеотдаче и нефтегазосборе // Вестник НК «ЮКОС». – 2004. – № 10.
- [5] Вербицкий В.С., Грехов И.В., Деньгаев А.В. и др. Промысловые исследования насосно-эжекторных систем «Тандем» в ОАО «Юганскнефтегаз» // Нефтяное хозяйство. 2005г.
- [6] Сазонов Ю.А., Конструирование струйных аппаратов: Учебное пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016.

Гидродинамикалық қасиеттерді зерттеу және ағынды сорғыларда қолдануға арналған жоғары қысымды саптамалардың конструкцияларын негіздеу

А. Н. Төленді¹, Ғ. С. Серәлі², Б. А. Мырзахметов³

Аннотация. Сұйықтықты соруға арналған ағынды сорғылардың саптамаларын жасау және пайдалану нәтижелері ұсынылған. Саптаманың жұмыс параметрлері мен пайдалану деректері сипатталған. Тандемдегі электр центрифугалық және эжекторлі сорғының жұмыс нәтижелері келтірілген. Стендтің гидравликалық компоненттерінің реттілігі көрсетілген, сонымен қатар оның жұмыс принципі сипатталған. Өткізілген сынақтар негізінде стендте тиімді жұмыс параметрлері көрсетілген және таңдалған. Сорғының және жоғары қысымды саптаманың пайдалы жұмысының өзара байланысы. Жұмысты орындау аясында жүргізілген зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы олардың біздің қазақстандық кен орындарында қолданылатын барлық реактивті сорғылардың пайдалы әсер коэффициентін арттыруға бағытталғандығымен және жоғары қысымды саптаманың оңтайлы схемасын таңдауға және осы жүйелердегі реактивті сорғылардың жұмыс режимдерінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік беретіндігімен анықталады.

Негізгі сөздер. Саптама, жоғары қысымды саптама, реактивті сорғы, ЭОС (электр ортадан тепкіш сорғы), өлшеу басы, су өлшегіш, манометр, күш өлшегіш, реактивті ұшу, текше бак.

Investigation of hydrodynamic qualities and substantiation of designs of high-pressure nozzles for use in jet pumps

A. N. Tolendi , G. S. Serali  B.A. Myrzachmetov 

Abstract. The summary of the work on the creation and the data used for the nozzle of jet pumps for pumping liquid are presented. The operating parameters and operational data of the nozzle are described. The consequence of the work of the electric center and jet pump in tandem are presented. The sequence of hydraulic components of the stand is shown, as well as its operating principle is described. Based on the tests carried out on the stand, effective operating parameters are shown and selected. The relationship between the useful operation of the pump and the high-pressure nozzle. The practical significance of the research results carried out within the framework of the work is determined by the fact that they are aimed at increasing the efficiency of all jet pumps that are used in our Kazakhstan fields, and make it possible to select the optimal high-pressure nozzle scheme and evaluate the efficiency of the jet pump operating modes in these systems with the task of reducing energy consumption.

Keywords. Nozzle, high-pressure nozzle, jet pump, ECP (electric centrifugal pump), measuring head, water meter, pressure gauge, force meter, jet flight, cubic tank.

OPTIMIZATION OF OPERATION MODES OF GAS PUMPING UNITS IN THE COMPRESSOR STATION SYSTEM

S.A.Tuleshov , B.Z.Kaliev 

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

s.tuleshoff@gmail.com

Abstract. Criteria and algorithm are developed to optimize load distribution between gas compressor units in order to reduce energy consumption for gas transportation. Using the example of a three unit compressor station operational performance of various compressing schemes is assessed basing on the approach developed. The main task of compression systems at compressor stations (CS) of main gas pipelines is to provide a given gas supply and compression ratio. The regulation of the operating modes of gas compressor units (GCU) in the compression system must be carried out not only to ensure the reliability of gas transport, but also to minimize energy costs. Most of the gas pipelines of the existing gas transmission system are multi-line and have jumpers, which allows compressor shops to work on a common header. In this case, the problem arises of choosing the type, unit capacity and number of GPUs included in the working compression system in order to provide a given feed rate, compression ratio and reliability at minimal cost.

Key words: energy saving, criterion, optimization, GPU operation mode, operation of compressor stations.

Introduction

For operating compression systems, the problem of redistributing the load between GCUs when changing the supply of natural gas through the compressor station is solved in order to minimize energy costs. As a criterion for optimizing the compiled schemes of compression, the amount of energy costs for compressing natural gas in monetary terms is proposed, since it constitutes a significant part of operating costs. This criterion makes it possible to compare the efficiency of various compression schemes when used at a compressor station with a GPU with any type of power drive. According to the proposed criterion, in the compression system of a workshop or CS, the energy-optimal mode of operation of the gas compressor unit is the one in which the energy component of operating costs takes on a minimum value [1].

The paper compares various criteria when optimizing the operating modes of the units. In a number of cases, the polytropic efficiency of the compression process is proposed as such a criterion. When using this criterion, the problem is reduced to finding such a distribution of gas flow between GCUs, in which the reduced polytropic efficiency of the compression process in the compression system takes the maximum value:

$$\eta_{pol,i\Sigma} = \frac{\sum \eta_{pol,i} \times N_{e,i}}{\sum N_{e,i}} \rightarrow max,$$

where:

$\eta_{pol,i}$ – polytropic efficiency of the compression process in the i supercharger;

$N_{e,i}$ – effective power spent on compressing natural gas in the i GCU;

$$N_{e,i} = N_{i,i} + N_{mech,i}$$

$N_{i,i}$ – internal power spent on compression in the i GPU;

$N_{mech,i}$ – mechanical losses during the transfer of energy from the drive to the centrifugal supercharger (CBN).

However, the results of the study show that this optimization criterion η_{pol} does not take into account the impact on energy costs of the efficiency of the GCU power drives, which is largely determined by the load of the units.

As a result of a comparison of the thermogasdynamic characteristics of the CBN and their drives - gas turbine units, we come to the conclusion that the optimal mode of operation of the supercharger does not coincide with the optimal mode of operation of the power drive. Therefore, work in the field of maximum polytropic efficiency of the supercharger does not yet guarantee the best operation of the entire GPU. Therefore, the use of only polytropic efficiency as a control criterion is not sufficient from the point of view of minimizing energy consumption in the compressor station compression system.

Review

In this regard, to assess the energetically justified load distribution between the units, it is

proposed to use a criterion that would take into account the efficiency of both the blower and the power drive. As such a criterion, the reduced GPU efficiency can be used [2]

$$\eta_{GPU} = \eta_{pol} \times \eta_e$$

where:

η_e – the reduced efficiency of the i GPU included in the compression system.

For the compressor station compression system, which includes units of different types, this criterion is determined by the ratio

$$\eta_{CS} = \frac{\sum \eta_{GPU,i} \times Ne_i}{\sum Ne_i}$$

where:

$\eta_{GPU,i}$ – efficient drive efficiency.

As an example, a three-shop compressor station is considered, for which two problems were solved: the choice of optimal compression schemes and operating modes of the GPU - in the actual range of compressor station operating characteristics. The calculation of the operating parameters of the gas compressor units was carried out using the SAMPAG modeling and optimization complex.

Three GTK-25IR, five GPU-C-18 and seven STD-12500 units are installed at the CS under consideration. In the course of the study, two schemes of operation of the compression system were compared: in the first scheme, one GTK-25IR unit and four GPU-C-18 units operate, and in the second, two GTK-25IR units and three GPU-C-18 units operate. The comparison was made according to the energy component of the operating costs Se when the commercial consumption of natural gas changed from 235 to 255 million m^3/day (Fig. 1).

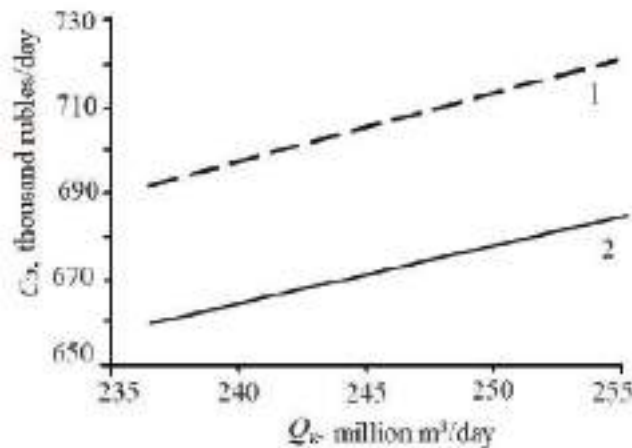


Figure 1 – Results of calculating the optimal compression scheme

1 - one GTK-25IR and four GPU-C-18 are operating,

2 - two GTK-25IR and three GPU-C-18 are operating

The results of comparison of compression schemes show that the operation of the compressor station with the second compression scheme is more advantageous. The transition from the first version of the operation of compressor shops to the second allows saving up to 36 thousand rubles only one compressor station per day.

In addition, for the considered compression schemes, as well as for the simultaneous operation of two GTK-25IR and four GPU-C-18, the optimal load distribution was found. The calculation began with the maximum load of one type of unit, then the load gradually decreased due to its increase on units of another type. Between units of the same type, the load was distributed evenly. For three variants of supply through the compressor station, from 10 to 15 possible modes were calculated and for each of them the values of the criteria were determined: polytropic efficiency and the reduced efficiency of the compression system η_{CS} . For each of the considered compression schemes, the optimal relative rotation frequency of the blower impeller η_{rel} was determined for various operating modes of the compressor station (Fig. 2).

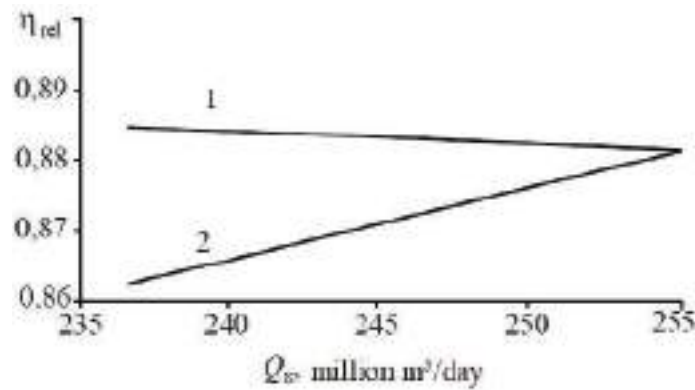


Figure 2 – The results of calculating the optimal load distribution during the operation of two GTK-25IR and three GPU-C-18
1 - units GPU-C-18, 2 - units GTK-25IR

It follows from the study that with an increase in the gas supply through the compressor station, it is necessary to increase the load of the GTK-25IR units, and slightly reduce the load of the GPU-C-18 units. Thus, the minimum cost of gas compression will be achieved with this compression scheme.

The paper also considers the issue of regulation in case of a change in the technical condition of gas compressor units included in the compression system. Studies have shown that with the same technical condition of the same type of GPU, the uniform distribution of the load between them is energetically justified. If the technical condition of the units deteriorates, their load should be reduced by increasing it on units whose technical condition has not changed or deteriorated to a lesser extent.

If the load distribution of the units in series piping is not optimized, then the excessive consumption of fuel gas can reach 80 thousand m³/year for each MW of power consumed for the compression process. For a compressor station with 6 GPU-C-18 units, the savings when optimizing the operation modes of the GPU can reach 8 million m³/year [4].

After determining the optimal distribution of the GPU load in the compared compression schemes, it is necessary to determine the efficiency of each of them. In order to trace the change in the cost of compression during the operation of the compressor station on different compression schemes, it is necessary to analyze the values of the optimization criterion characterizing the operation of different compression schemes over the entire considered range of changes in costs through the CS (Fig. 3).

Considering the range of possible change in performance for each compression scheme, it is possible to determine which of the compared compression schemes is the most profitable under given conditions and which scheme should be rebuilt in the compression system when the commercial flow changes.

The work also solved the problem of regulating the operating mode in order to reduce the cost of pumping when the technical condition of the GPU changes. Studies have shown that with the same technical condition of the same type of GPU, it is energetically justified to distribute the load between them uniformly. To maintain the optimal mode when the technical condition of the units decreases, both for serial and parallel piping, their load should be reduced by increasing it on units whose technical condition has decreased to a lesser extent or has not changed at all.

Currently, a number of the largest gas fields are moving or have already moved into the stage of declining production, which is accompanied by a drop in reservoir pressure. This circumstance necessitates the construction of booster compressor stations (BCS), the purpose of which is to ensure the quality of natural gas preparation for main transport in the installations for the complex preparation of natural gas and increase the pressure of natural gas to the operating pressure in the main gas pipeline.

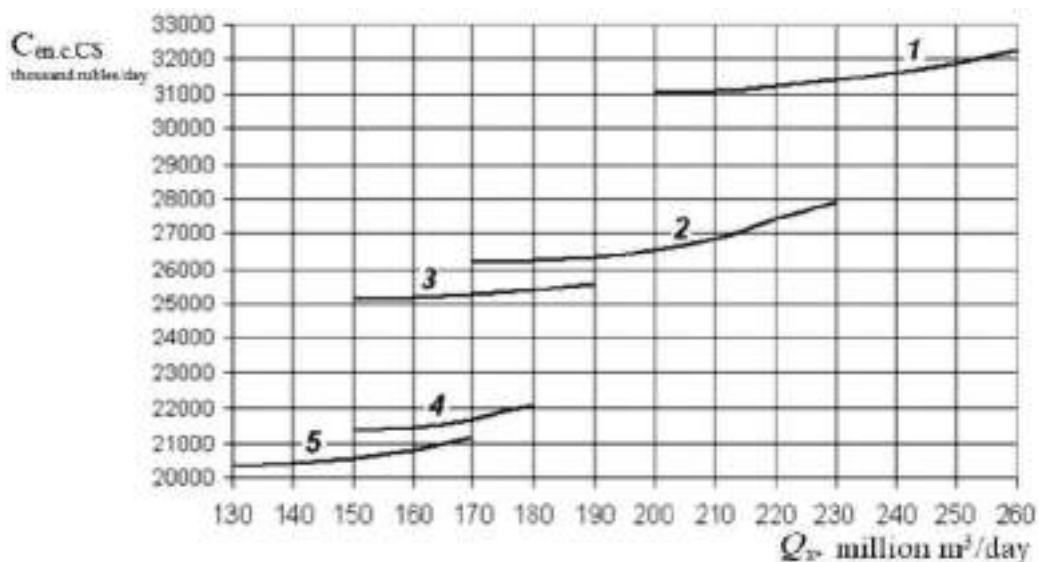


Figure 3 – Minimal compression costs for different schemes of compressor station operation:

- 1 – two units GTK-25IR and four GPU-C-18;
- 2 – two units GTK-25IR and three GPU-C-18;
- 3 – one unit GTK-25IR and four GPU-C-18;
- 4 – two units GTK-25IR and two GPU-C-18;
- 5 – one unit GTK-25IR and three GPU-C-18

Reducing reservoir pressure and changing gas production volumes requires solving the problems of regulating the operating modes of booster compressor stations and modernizing gas pumping equipment, and, if necessary, reconstructing stations when their required operating modes change. The modernization of the gas compressor unit is associated with the change of the flow parts of centrifugal superchargers (CBN), and the reconstruction of the compressor station may include the repiping of compression systems, the installation of new units at the station or the construction of a new station queue. At the same time, companies designing, and manufacturing compressor equipment are faced with the task of developing and producing highly efficient CBN with a pressure increase ratio of 3 and higher [1].

When solving the problems of regulating the operating modes of booster compressor stations, it should be considered that from a certain point in the later stages of field operation, their compression systems will be multi-stage, which, as the reservoir pressure decreases, should increase the degree of natural gas pressure increase due to technological necessity. This raises the problem of optimal distribution of the degree of pressure increase between the units operating with mixed piping, between the BCS of the first and second stages, between the compression stages within the same stage of the BCS, considering the technological characteristics (supply and degree of pressure increase of natural gas) and the technical condition of the used gas compressor equipment. The studies carried out in this direction show the impossibility of using the same principles as with parallel or serial strapping.

Consider an example of mixed piping, when three units operate in parallel in the first stage, and two units operate in the second stage. In this case, the first and second compression stages can be considered as separate compression systems with parallel piping and optimize the load in proportion to the ratio of the total available capacities of the GPU (5). However, the load distribution according to the degree of pressure increase between the stages according to the principle of equal load (6) will not be optimal and, as studies show, will depend on the total degree of pressure increase and flow through the CS.

Conclusion

If the load distribution between the units in mixed piping is not optimized, then the excess consumption of fuel gas can reach 240 thousand m³/year for each MW of power consumed for the compression process. For a compressor station with 5 GPU-C-18 units, this value can reach 19 million m³/year.

Taking into account the above research results, it can be concluded that the use of specialized software systems that allow taking into account a large number of factors that determine the optimal load distribution between GPUs, compressor shops and stations will significantly improve the efficiency of the gas transmission network. Taking into account that the reduction of energy costs for natural gas transportation as a result of optimization of GPU operating modes in compression systems is the least expensive way to save energy, this direction is the most attractive against the backdrop of a rapidly developing automation system.

REFERENCES

- [1] Energy-saving technologies for main gas transport / Porshakov B.P., Kalinin A.F., Kuptsov S.M., Lopatin A.S., Shotidi K.H. Tutorial. - M.: MPA-Press, 2006. - 311 p.
- [2] Energy saving in gas pipeline transportation A.A.Apostolov, R.N.Bikchentai, A.M. .Porshakov. M.: "Oil and Gas", Russian State University of Oil and Gas. I.M. Gubkin. 2000. 176 p. from ill.
- [3] Shchurovsky V.A. Selection of an energy drive for compressor stations of main gas pipelines // Gas industry. - 2005. - No. 11. – P. 23–26.
- [4] Improving the efficiency of operation of the energy drive of compressor stations / B.P. Porshakov, A.S. Lopatin, A.M.Nazarina, A.S. Ryabchenko. - M.: Nedra, 1992. - 207 p.

Компрессорлық станцияның сығымдау жүйесіндегі газ компрессорлық қондырғыларының жұмыс режимдерін оңтайландыру

Тулешов С.А. , **Калиев Б.З.** 

Андатпа. Табиғи газды тасымалдау үшін энергия шығындарын азайту мақсатында газ айдау қондырғылары арасындағы жүктемені бөлуді оңтайландыру критерийлері мен алгоритмі ұсынылған. Жасалған алгоритмді пайдалана отырып, үш цехты компрессорлық станция мысалында әртүрлі қысу схемаларының жұмыс режимдерінің тиімділігі бағаланды. Магистральдық газ құбырларының компрессорлық станцияларындағы (КС) компрессорлық жүйелердің негізгі міндеті берілген газ беру мен сығымдау коэффициентін қамтамасыз ету болып табылады. Сығымдау жүйесіндегі газ компрессорлық қондырғылардың (ГКҚ) жұмыс режимдерін реттеу газ тасымалдау сенімділігін қамтамасыз ету үшін ғана емес, сонымен қатар энергия шығындарын барынша азайту үшін де жүргізілуі керек. Қолданыстағы газ тасымалдау жүйесінің газ құбырларының көпшілігі көп желілі және компрессорлық цехтардың жалпы коллекторда жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін секіргіштері бар. Бұл жағдайда берілген беру жылдамдығын, қысу коэффициентін және сенімділікті ең аз шығынмен қамтамасыз ету үшін жұмыс істейтін қысу жүйесіне кіретін ГКҚ түрін, бірлігінің сыйымдылығын және санын таңдау мәселесі туындайды.

Негізгі сөздер: энергияны үнемдеу, критерий, оңтайландыру, ГКҚ жұмыс режимі, компрессорлық станциялардың жұмысы.

Оптимизация режимов работы газоперекачивающих агрегатов в системе компримирования компрессорной станции

Тулешов С.А. , **Калиев Б.З.** 

Аннотация. Предлагаются критерии и алгоритм оптимизации распределения нагрузки между газо- перекачивающими агрегатами с целью снижения энергозатрат на транспорт природного газа. С использованием разработанного алгоритма произведена оценка эффективности режимов работы различных схем компримирования на примере трехцеховой компрессорной станции. Основной задачей систем компримирования на компрессорных станциях (КС) магистральных газопроводов является обеспечение заданной подачи газа и степени сжатия. Регулирование режимов работы газоперекачивающих агрегатов (ГПА) в системе компримирования необходимо проводить не только для обеспечения надежности транспорта газа, но и для минимизации энергетических затрат. Большинство газопроводов существующей газотранспортной системы являются многониточными и имеют перемычки, что позволяет компрессорным цехам работать на общий коллектор. При этом возникает задача выбора типа, единичной мощности и числа ГПА, включенных в рабочую систему компримирования, с целью обеспечения заданной подачи, степени сжатия и надежности при минимальных затратах.

Ключевые слова: энергосбережение, критерий, оптимизация, режим работы ГПА, эксплуатация компрессорных станций.

ROLL METHOD OF APPLICATION OF POLYMER COATING ON METAL TO PROTECT AGAINST CORROSION

G.S. Khabibulina , E.P. Naboko , V.A. Andreyachshenko 

Karaganda Technical University, Kazakhstan, Karaganda

galiusha_93@mail.ru

Abstract. An analysis of the dependence of the method of applying an anticorrosive polymer coating on metal on the durability of the product is given. The roller method of applying a polymer coating to metal is considered as the most common and in demand. The process of drying the product after coating the metal has been studied, the options for equipment for drying, as well as the conditions for processing the product, have been considered. The economic, environmental and energy-intensive aspects of the process were taken into account. Drying of the coating is an important technological operation, which affects not only the quality of the coating, but also the efficiency of the entire process, since the parameters of the technology and the furnace determine the speed of the strip in the unit and, thereby, its productivity, as well as fuel consumption.

Keywords: phosphating, chromium plating, plastisol, organsol, coating, polymer.

To study the effect of the chemical composition of the polymer coating on the anticorrosion properties of the metal, it is necessary to conduct experiments with different coating compositions. For this, the main types of polymer coatings were studied and the main ones were isolated from them.

Currently, in addition to studying the composition of the polymer coating and its base, it is necessary to use the thickness value for anticorrosion properties.

After analyzing laboratory studies, we can conclude that for different chemical composition of the polymer coating, it is necessary to apply a coating with different thicknesses. It depends on the density, viscosity, and adhesive properties of the material.

The technological scheme of the process of applying polymer coatings consists of three main groups of operations.

The first group includes operations to prepare the surface of strips for the application of protective coatings: chemical (alkaline) degreasing and application of a boundary layer of several coatings [1].

The first layer is phosphating in the form of iron phosphate weighing $0.1-0.5\text{ g/m}^2$ or zinc phosphate (galvanized strips for the base) weighing $1-3\text{ g/m}^2$. The second layer is chromated (only on galvanized strips) in the form of a mixture of alkali oxides weighing $0.1-1\text{ g/m}^2$. The third layer is passivation in a solution of chromic acid in the form of a layer of iron and chromium oxides weighing $0.05-0.1\text{ g/m}^2$. For galvanized strips, a coating is applied in the form of a layer of chromium and zinc oxides weighing $0.05-0.1\text{ g/m}^2$ by passivation in a solution of chromic acid.

It is also possible to pre-apply a dry film that adheres well to organic coatings, which is more preferable from the point of view of protecting the environment from the harmful effects of the above substances.

The second group includes the actual operation of applying polymer coatings to the strip, drying the coating, and cooling the strip after drying. The sequence and number of operations depends on the type of coverage. When applying plastisol and organsol, a primer is first applied to both sides of the strip, which is then dried; cool the strip and apply the final protective coating, dry the strip and cool. When painting strips and sheets, primer or paint is applied to both sides of the strip (under a protective coating on one side of the strip and to protect the surface of the reverse side of the strip). Dry the strip, apply a final protective coating on one or both sides of the strip, dry it again and cool. When gluing the membrane, pre-apply glue on one side of the strip and a pound on the other. Then the glue is dried and activated, followed by gluing the membrane [2].

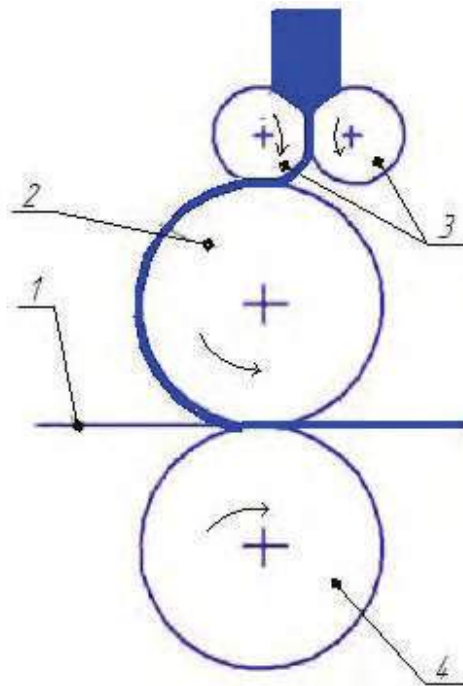
The third group - operations for finishing strips with protective coatings: straightening, cutting, sampling, quality control of strips, their winding into rolls or the formation of packs of sheets.

First of all, the method of applying liquid materials for painting metal is the roller method, which is the most common and in demand.

The roller method of painting products consists in the fact that the coating is preliminarily applied to the roller, which is then rolled over the surface to be painted and the coating is transferred to it.

The advantages of the roller painting method include high process productivity (up to 200 m/min with a product width of up to 2 m), minimal material loss, reduced solvent consumption due to the high dry residue content of the materials used, obtaining coatings of uniform thickness with the same decorative and protective properties over the entire painted surface, the possibility of obtaining thicker coatings (up to 500 microns in one pass), the possibility of automation [3]. The disadvantage of the method is the possibility of painting only flat products (sheet steel, plywood, metal tape).

The applied material, located in the chute between the two metering rolls 3, 4, is captured and transferred directly to the shaping roll 2. The gap between the metering roll and the shaping roll determines the thickness of the coating layer of the metal ribbons 1.



[4]

Figure 1 - **Scheme of roller coater:**

1 — metal tape; 2 - applying roll;

3 - metering rolls; 4 - back-up roll



Picture 1 - Dual Roll Coater SR-R2P

To obtain test results, the coatings were applied on a twin roller coater. All 5 samples were covered with layers of polymer coatings corresponding to the serial number, thereby increasing the thickness of the coating.

Table 1 Main Features of SR-R2P Double Roll Coating Machine

Effective processing thickness	2-80 mm
Effective working width	620/920/1320 mm
Minimum processing length	300 mm
Conveyor speed	0-20m/min
Thermal power	3 kW
Power Supply	380V/50Hz
Paint type	UV / Aqueous / PU / NC / PE

After coating the strip, it enters the drying ovens where the solvent is removed.

After the coating is applied, drying is a mandatory operation in order to remove solvents. Drying time depending on the material and thickness of the coating, the speed of the tape is 0.5 to 2 minutes [5].

Drying of the coating is an important technological operation, which affects not only the quality of the coating, but also the efficiency of the entire process, since the parameters of the technology and the furnace determine the speed of the strip in the unit and, thereby, its productivity, as well as fuel consumption.

Drying of the coating is carried out with heated air or hot combustion products in ovens, where the strip passed with sagging, leaning from the input side on the roller of the coating device, and from the output side - on the rollers of the coating cooling unit. The disadvantage of this design is the limited length of the furnace (no more than 60-70 m) due to the risk of strip rupture under its own weight [6]. Another feature of strip drying is that during this process, flammable materials are released from the coating, which creates an explosion and fire hazard in the furnace area. In order to save fuel and reduce explosion and fire hazards, the design of a low-oxidation furnace was developed. The first such furnace had three zones and three furnaces with burners, the second - four zones with four furnaces. The scheme of the low-oxidation furnace is shown in Figure 2.

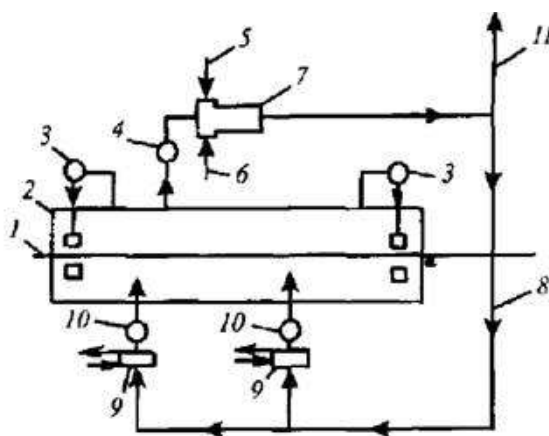


Figure 2 - Scheme of a low-oxidation oven for drying polymer coatings: 1 - strip; 2 - furnace; 3 - furnace gas seal system; 4 - exhauster for gas suction from the furnace; 5 - device for supplying fuel; 6 - device for supplying combustion air; 7 - heater (furnace); 8 - pipeline for supplying combustion products to heat exchangers; 9 - heat exchanger; 10 - circulation circuit for blowing (heating) the strip; 11 - pipeline for the release of excess combustion products into the atmosphere

A feature of the furnace is that air is added to the system in the amount necessary for fuel combustion, and a low-oxidizing atmosphere is maintained in the furnace with an oxygen content of about 2%, and the content of solvents can be in the range from minimum to saturation [7]. Combustion devices (furnaces) are combined with a device for afterburning solvent vapors.

Gases containing solvent vapors and having an average temperature of about 370° C are sucked out of the furnace and fed into the heater (furnace), which also receives combustible gas and fresh combustion air. The amount of air is regulated, based on the oxygen content in the combustion products of about 2%, using a gas analyzer installed on the outlet pipeline of the heater. Combustion products with a temperature of about 870°C from the heater enter the circulating strip blowing systems. The gas medium coming from the furnace is mixed with the combustion products from the heater, cooled in the heat exchanger to the temperature required for heating the strip (within 149-425°C, 370°C on average), and introduced into the furnace. The gas medium, being cooled in heat exchangers, heats the air from 20 to 50°C. This heat can be used for heating the workshop and other needs.

A feature of the low-oxidation furnace scheme is the use of solvent vapors as a fuel for heating the strip. The more solvent vapors are released in the oven, the less fuel is consumed for drying. Provides automatic control of the temperature regime of the heater. It is more safe in operation compared to conventional furnaces, since the accepted oxygen content of 2-3% (which is less than the explosive limit of 12%) is easily maintained automatically using a gas analyzer that regulates the supply of fresh air to the heater.

LITERATURE

- [1] Басов Н. И. - Техника переработки пластмасс / М.: Химия. - 2006. - 528с.
- [2] Виноградов В.Г. - Реология полимеров / Малнин А.Я. / М. - «Химия» - 2010 - с. В.49.
- [3] Окраска металлических поверхностей. Общемашиностроительные типовые и руководящие материалы в области технологии и организации производства /ОМТРМ 7312-010-78. Изд. 6-е. - перераб. и доп. -М.: Химия. - 2008. -368с.
- [4] Охрименко И. С. - Химия и технология и плёнкообразующих веществ / Верхованцев В. В. // Учебное пособие для вузов. -Л.: Химия. - 2010.-392с.
- [5] Карякина М. П. - Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / -М.: Химия. - 2011. -272с.
- [6] Карякина М. И. - Технология полимерных покрытий / Попцов В. Е. / Учебное пособие для техникумов. -М.: Химия - 2013. - 25л. 336с.
- [7] Карякина М. И. - Физико-химические основы процессов формирования и старения покрытий / -М.: Химия - 2009. - 216с.

Коррозиядан қорғау үшін металдарға полимерлік жабынуды қолдану әдісі

Хабибулина Г.С. , Набоко Е.П. , Андреященко В.А. 

Андатпа. Металлға коррозияға қарсы полимерлі жабынды жағу әдісінің бұйымның беріктігіне тәуелділігіне талдау берілген. Металлға полимерлі жабынды қолданудың роликті әдісі ең кең таралған және сұранысқа ие болып саналады. Металлды қаптағаннан кейін өнімді кептіру процесі зерттелді, кептіруге арналған жабдықтардың нұсқалары, сонымен қатар өнімді өңдеу шарттары қарастырылды. Процестің экономикалық, экологиялық және энергияны көп қажет ететін аспектілері ескерілді.

Негізгі сөздер: фосфаттау, хромдау, пластизол, органзол, жабын, полимер.

Валковый метод нанесения полимерного покрытия на металл с целью защиты от коррозии

Хабибулина Г.С. , Набоко Е.П. , Андреященко В.А. 

Аннотация. Приведен анализ зависимости способа нанесения антикоррозионного полимерного покрытия на металл на долговечность изделия. Рассмотрен валковый метод нанесения полимерного покрытия на металл как наиболее распространенный и востребованный. Изучен процесс сушки изделия после нанесения покрытия на металл, рассмотрены варианты оборудования для сушки, а также условия обработки изделия. Были учтены экономические, экологические и энергозатратные стороны процесса.

Ключевые слова: фосфатирование, хромирование, пластизоль, органзол, покрытие, полимер.

БҰРАНДАЛЫ ТҮПТІК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ СИПАТТАМАЛАРЫН АРТТЫРУ ҮШІН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Сепбосынов Ә.Т. , Столповских И.Н. ,
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы
ali_7896@mail.ru

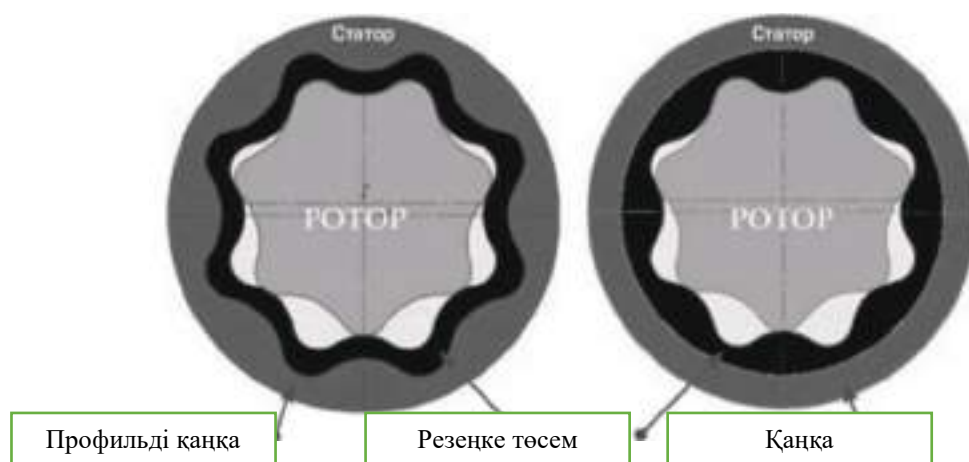
Андатпа. Бұл мақалада статордың эластомерлі резеңке төсемінің бұзылуы бұрандалы түптік жетектің істен шығуының негізгі себебі болып табылатыны, және бұндай ақау бұрғылау жұмысының тоқтауы мен өндірілетін өнімнің уақытынан кешігуіне алып келетіндігі қарастырылды. Статор эластомері химиялық, механикалық және жылу әсеріне байланысты бұрғылау ерітіндісінің агрессивті ортасында жұмыс істеу кезінде тозуға бейім болып саналатындығы көрсетілді. Бұрандалы түптік жетек жүз сағат жұмыс істегеннен кейін жұмыс органдары 45% - ға тозатыны белгілі, оның 33% - ы түптік бұрандалы қозғалтқыш жұмысының алғашқы 60-80 сағатында болады, дәл осы уақытта жүретін жұмыс барысында статор эластомері қатты тозады, сол себепті, аралық жөндеу ресурсын ұлғайту үшін, бұрандалы түптік жетектің эластомерін өндеуге арналған ерітіндінің жасалу рецептурасы қарастыра отырып және статор эластомерінің тозуға деген төзімділігін арттыруға болатындығы көрсетілген. Зерттеліп отырған әдіс арқылы бұрандалы түптік қозғалтқыштардың пайдалану сипаттамаларын арттыруға болатын мүмкіншілігі зерттелді

Негізгі сөздер: эластомер, резеңке төсемі, статор, бұрандалы түптік жетек.

Бұрандалы түптік жетектің жұмыс істеу ресурсын арттырудың негізгі әдістері – жұмыс органдарының оңтайлы геометриясын таңдау, жұмыс бөлімінің элементтеріне жаңа тозуға төзімді материалдар мен жабындардың енгізілуі, статор дизайнын өзгерту, өндіріс технологиясын жетілдіру болып саналады. Бұл жұмыста резеңке эластомерінің қасиеттерін өзгерту арқылы және арнайы ерітіндінің таңдалған рецептурасымен өндеу арқылы бұрандалы түптік жетектің пайдалану сипаттамаларын арттыру ұсынылады, бұл оның тозуға төзімділігін арттыруға деген мүмкіндігін береді. Негізгі бұрандалы түптік жетек бөлімі ағынды сұйықтықтың қозғалмалы ағынының энергиясын ротордың айналмалы қозғалысына айналдыруға арналған. Жұмыс жұбының құрамына ротор мен статор кіреді. Статор болат жабын түрінде жасалған, оның ішкі бетіне сол жақ бағыттағы ішкі бұрандалы тістері бар резеңке жамылғысы бекітілген. Ротор (легірленген болаттан жасалған, тозуға төзімді жабыны бар жұп) – статорға қарағанда тістері аз, бірақ статорға ұқсас жұп бөлігі болып саналады. Ротор мен статор тістерінің спиральды сызықтарының соққысы олардың тістерінің санына пропорционалды. Статор мен ротордың тістері үздіксіз байланыста болады және статор тісінің ұзындығымен бірдей роторда канавкалық із құрайды. Бұрғылау сорғыларымен айдалатын жуу сұйықтығы жетек арқылы қашауға түседі, ал роторды статордың ішінде айналдырады. [1]

Статор – эластомері – деп, абразивті әсерге төзімді және бұрғылау ерітіндісінің ортасында жұмыс істейтін арнайы резеңке. Жұмыс буының профилі – бұрандалы түптік жетектің энергия сипаттамаларын анықтайтын бөлімі болып ескеріледі. Ротор-статор жұбы ротор-статор тісті берілісінің белгілі бір жүктемелік күш әсерімен дайындалады. Жүктемелік күш әсерінің мәні жұмыс жұбының диаметрлі және осьтік өлшемдеріне, жұмыс сұйықтығының қасиеттеріне, қашаудың қызу температурасына, статор эластомерінің қасиеттеріне байланысты және қозғалтқыштың энергетикалық және ресурстық сипаттамаларына айтарлықтай әсер етеді.

Бұрыш реттегіші немесе қиғаш аудармашылар қозғалтқышқа қажетті қисықтық бұрышын беруге арналған. Бұрыш реттегіші екі аудармашыдан, өзектен және тісті муфтадан тұрады, ол ұңғыманың қабырғасымен байланысатын жерде тозуға төзімділікті арттыру үшін карбидті тістермен күшейтіледі. Көлбеу аудармашыда ұңғыманың қабырғасымен байланыс орнында тозуға төзімді материалмен қаптау жасалды. Шпиндельді бөлім бұрғылау кезінде гидравликалық жүктемелерді, бұрғылау реакциясы мен радиалды жүктемелерді қабылдауға қызмет етеді. Тұрақты радиалды көп қатарлы шарикті подшипник немесе көп қатарлы болат жабыны бар резеңке және радиалды жылжымалы тіректерді қамтиды. Болат жабыны бар резеңке эластомерінде ашық ұсақ тесіктері орналасқан, осы ұсақ тесіктердің арқасында ол әртүрлі ортада ісінуге бейім, сондықтан бұл тесіктердің кеңістігін дайын өнімді нығайту үшін пайдалануға болады.



1 – сурет. R-Wall қозғалтқыш бөлігінің көлденең қимасы (сол жақта) және классикалық (оң жақта)

Бұрыш реттегіші немесе қиғаш аудармашылар қозғалтқышқа қажетті қисықтық бұрышын беруге арналған. Бұрыш реттегіші екі аудармашыдан, өзектен және тісті муфтадан тұрады, ол ұңғыманың қабырғасымен байланысатын жерде тозуға төзімділікті арттыру үшін карбидті тістермен күшейтіледі. Көлбеу аудармашыда ұңғыманың қабырғасымен байланыс орнында тозуға төзімді материалмен қаптау жасалды. Шпиндельді бөлім бұрғылау кезінде гидравликалық жүктемелерді, бұрғылау реакциясы мен радиалды жүктемелерді қабылдауға қызмет етеді. Тұрақты радиалды көп қатарлы шарикті подшипник немесе көп қатарлы болат жабыны бар резеңке және радиалды жылжымалы тіректерді қамтиды. Болат жабыны бар резеңке эластомерінде ашық ұсақ тесіктері орналасқан, осы ұсақ тесіктердің арқасында ол әртүрлі ортада ісінуге бейім, сондықтан бұл тесіктердің кеңістігін дайын өнімді нығайту үшін пайдалануға болады.

Бұл жұмыстың негізгі мақсаты – өңдеу негізінде қолданылатын ерітінді формуласын қолдана отырып және бұрандалы түптік жетектің эластомерін өңдеу үшін IRP-1226 резеңке үлгісін қолдану арқылы жетектің қызмет мерзімі мен өнімділігін арттыру болып саналады. Бұрандалы түптік жетек өндірушісінің маркасы мен қозғалтқыш мөлшеріне байланысты, қозғалтқыштың күрделі жөндеу кезінде қызмет ету мерзімі орташа есеппен 150-300 сағатты құрайды. Бұрандалы түптік жетек жұмысындағы ақаулардың көпшілігі жылу, механикалық және химиялық әсерлерге байланысты тозатын эластомердің бұзылуына байланысты. [2]

Бұрандалы түптік жетектің жүз сағаттық жұмысынан кейін жұмыс органдары 45% - ға тозатыны анықталды, сонымен қатар, олардың 33% - ы жұмыстың алғашқы 60-80 сағаты өткеннен кейін болатындығы байқалды. Көрсетілген уақыт аралығында статор эластомерінің қарқынды тозуы орын алады, бұл жұмыс органдарындағы гидравликалық және механикалық кедергілердің жоғарылауына және бастапқы кернеудің жоғарылауына, сондай-ақ жұмыс буынының кедір-бұдырлығы қарқынды түрде жоғары болмауының әсері.

RU2232245C1 патентінің талдауы көрсеткендей, гидравликалық иілу моментінің әсерінен жұмыс істеген кезде оның роторы статорда тұрақты емес бағдарға ие болады. Нәтижесінде ротордың жоғарғы бөлігі сұйықтық ағынының бағытында өзара әрекеттесу аймағында статор резеңке тығыздағышына қысылады да гидравликалық импульстерді тудырады, бұл импульстер өзара кездейсоқ болып келеді және тау жыныстары бұзылған кезде осьтік жүктемесінің динамикалық компонентін пайдалану тиімділігін төмендетеді. Бұрандалы түптік жетегінің статор эластомерлерінің тозған және зақымдалған беттері, резеңке элементінің шығыңқы профилінің тозуының негізі, жүктеме циклінің әр сәтінде контактілі өзара әрекеттесу сипатына байланысты және тангенс кернеулерінің мөлшеріне байланысты болатындығын көрсетеді.



2 – сурет. Бұрандалы түптік жетектің істен шығу себептерінің диаграммасы

Тангенциалды кернеу мәндері максималды болатын аймақта тіс профилін өзгертетін және бұрандалы түптік жетектің жұмыс буынындағы кернеуді төмендететінін көрсетеді. Сонымен қатар, жетектің жұмыс жұбындағы бұранданың төменгі бөлігімен байланыс циклі кезінде абразивті тозу пайда болады, бұл қауіптің ең жоғары дәрежесін білдіреді.

Абразивті қатты бөлшектер мен басқа да қоспалардан тұратын агрессивті бұрғылау ерітіндісі, коррозиялық эластомер статор-ротордың жұмыс жұбы үшін жұмыс ортасы болып табылады. Бұрандалы түптік жетектің қызмет ету мерзімін ұзартудың бірнеше жолы бар: жұмыс органының ұзаруы, бұл іліністегі байланыс жүктемесінің деңгейін төмендетеді, яғни тозу қарқындылығын төмендетеді және резеңке тығыздағыштың қатты деформациялануы мен қыздыруға байланысты резеңке эластомерінің ерте бұзылуына жол бермейді, бірақ мұндай бұрандалы түптік жетекті үлкен қисық қарқындылығы бар ұңғымаларда қолдану мүмкін емес. Келесі түрі, бұл ротордың массасын азайту, бұл ортадан тепкіш күштің дамуын азайтады, сонымен қатар қарқынды көлденең тербелістерді болдырмайды, бұл статордың тез тозуына себеп болады, сонымен қатар статордағы эластомерінің біркелкі қалыңдығы ротормен қарқынды түрде жанаспайды, сол себепті бұрандалы түптік жетектің жұмыс істеу ресурсын арттырады.

Бұл әдістер жоғары дәлдікті жабдықты қажет етеді және оларды енгізу жабдықтың құнын арттырады, бұл қазіргі уақытта оның ресурстарының өсуімен салыстыруға келмейді. Бұрандалы бұрғылау қозғалтқыштарын шығаратын көптеген компаниялар тозуға төзімділіктің жоғары параметрлерін қамтамасыз ету үшін эластомердің оңтайлы құрамын жасау үстінде, бірақ бұл құрылғының қызмет ету мерзімін ұзартудың жалғыз жолы емес. Эластомерді IRP-1226 резеңке үлгісінің қасиеттерінің арнайы ерітіндісімен өңдеу қозғалтқыш статорының резеңке тығыздағышының бұзылуына төзімділікті арттыра алады. Зертханалық жағдайда резеңке үлгілерін натрий хлориді, калий, магний, кальций және барий ерітінділерінде 5, 10, 15 және 20 күн ішінде пеште 80 градус температурада ұстап, полимер-сазды бұрғылау ерітіндісінің ортасында кесуге және үйкелуге сынау жүргізілді. Тұз ерітіндісінің әр түрі мен қартаю ұзақтығы үшін үйкеліс пен кесу үшін 3 тәжірибе жүргізіле отырып, белгілі бір ерітіндінің резеңкеге төзімділігіне әсерін салыстыру үшін өңделген үлгілердің тозуы бағаланды. [3]

Ерітінділердің әрқайсысы өзінің ұсталу уақытымен сипатталады, онда ең жақсы беріктендіру әсеріне қол жеткізіледі, атап айтқанда калий хлориді – 20 күн, магний хлориді, кальций және барий – 10 күн, натрий хлориді – 15 күн, магний хлориді, кальций және барий – 10 күн. Эксперимент нәтижелері барлық қолданылатын тұз ерітінділері үшін резеңке кеуек кеңістігінің максималды қанықтылығы оныншы күні болатындығын көрсетті, содан кейін ұстап тұру үлгілердің массасы мен көлемінің жоғалуына әкеледі. Бұл құбылыс жоғары температураның ұзақ мерзімді әсеріне байланысты болуы мүмкін. Мұның себебін дәлірек анықтау үшін қосымша зерттеулер қажет.

Осылайша, зерттеу кезінде әрбір резеңке беріктік сипаттамаларын жоғалтпады деп айтуға

болады. Зерттелген үлгілердің ішінде іс жүзінде абразивті түрде ұнтақталмаған үлгілерді атап өтуге болады, атап айтқанда CaCl_2 және MgCl_2 ерітінділерімен өңделген үлгілер 10, 15 және 20 күн ұсталады етеді. Үлгілерді CaCl_2 ерітіндісімен 10 күн бойы 80 градус температурада өңдеген кезде, олар кесу кезінде максималды қатайтуды алды. Сонымен қатар, үлгілердің ұстау уақыты резеңкенің бастапқы күйінің 0,5-1 мм артқандығын байқауға болады. Үлгілердің массасы мен көлемін тұзды ерітінділермен өңдеуге дейін және одан кейін салыстыру және толық кептіру нәтижесі тұздықта ұсталғаннан кейін үлгілердің массасы орташа есеппен 200-300 мг - ға, ал көлемі 600-1200 мм³-ге артатынын көрсетеді. [4]

Аталып өткен зерттеу барысы перспективті түрде өте қарқынды болып саналады. Менің зерттеуімнің тәжірибелік бөлігінде бұрандалы түптік жетектің статорының эластомерінің резеңкесін IRP-1226 үлгісіне айырбастау негізінде және өңделген резеңке үлгісінің сипатамасы және басқада қасиеттері зерттелуде.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Патент 6604921. Optimized liner thickness for positive displacement drilling motors/ Andrei N. Plop, Vernon E. Koval// 12.08.2003.

[2] Молодило В.И. Особенности управления процессом бурения скважин с использованием винтовых забойных двигателей// Труды ВНИИБТ/ ОАО «НПО «Буровая техника». -М.: Современные тетради, 2008. -218 с.

[3] <file:///C:/Users/Алишер/OneDrive/Рабочий%20стол/ВЗД%20ИНФО.pdf>

[4] <https://neftegaz.ru/tech-library/gidravlicheskie-zaboynye-dvigateli/141327-vintovye-zaboynye-dvigateli-vzd/>

Исследование влияния технологических параметров для повышения эксплуатационных характеристик винтовых забойных двигателей

Сепбосынов Ә.Т.^{ib}, Столповских И.Н.^{ib}

Аннотация. В данной статье рассмотрено, что разрушение эластомерной резиновой прокладки статора является основной причиной выхода из строя винтового днища привода, и такой дефект приводит к остановке буровой работы и задержке во времени производимой продукции. Показано, что эластомер статора считается подверженным износу при работе в агрессивных средах бурового раствора из-за химического, механического и теплового воздействия. Известно, что после ста часов работы винтового днища рабочие органы изнашиваются на 45%, из которых 33% приходится на первые 60-80 часов работы днищевого двигателя, именно в это время во время ходовой работы сильно изнашивается эластомер статора, поэтому для увеличения ресурса промежуточного ремонта, рецептура изготовления раствора для обработки эластомера винтового днища показано, что эластомер статора может повысить износостойкость. Исследована возможность повышения эксплуатационных характеристик винтовых забойных двигателей с помощью исследуемого метода.

Ключевые слова: винтовой забойный двигатель, резиновый уплотнитель, статор, эластомер.

Study of the influence of technological parameters to improve the performance of screw downhole engines

A. T. Sepbosynov^{ib}, I.N. Stolpovskich^{ib}

Abstract. In this article, it is considered that the destruction of the elastomeric rubber gasket of the stator is the main cause of failure of the screw bottom of the drive, and such a defect leads to a stop of drilling work and a delay in the production time. It is shown that the stator elastomer is considered to be subject to wear when working in aggressive drilling fluid environments due to chemical, mechanical and thermal effects. It is known that after one hundred hours of operation of the screw bottom, the working bodies wear out by 45%, of which 33% falls on the first 60-80 hours of operation of the bottom bottom engine, it is at this time during running operation that the stator elastomer wears out strongly, therefore, to increase the resource of intermediate repair, the formulation for manufacturing a solution for processing the elastomer of the screw bottom is shown, that the stator elastomer can increase wear resistance. The possibility of improving the operational characteristics of screw downhole engines using the method under study is investigated.

Keywords: screw downhole motor, rubber seal, stator, elastomer.

СЕКЦИЯ: «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

DIGITALIZATION OF PRODUCTION OF UNMANNED AERIAL VEHICLE

Zh. K. Karzhasov¹, Sanat Tolendiuly²

¹Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

²AU of EC named after G. Daukeev, Kazakhstan, Almaty

karzhasov.zhass@icloud.com

Abstract. The production process of finished products on the way to manufacture meets a number of obstacles that must be overcome. The focus of this study is how to build an enterprise for the production of unmanned aerial vehicles for specific purposes, such as intercepting drones of invaders, firefighting, delivery of goods and drones of observers. Also add digital production methods to the manufacturing process. Digital manufacturing involves not only the use of technology to increase the productivity of a conveyor line machine. In addition, we are talking about creating a digital “twin” for a product or process, or even the entire enterprise. The productivity, efficiency and competitiveness of modern enterprises today are increasingly dependent on the rapid and flexible use of digital management systems and technologies. Building a modern enterprise cannot do without the use of the principles and tools of lean manufacturing.

Keywords: enterprise; unmanned aerial vehicle; firefighting; products; digital twin; lean production.

1. Introduction

This study is aimed not only at the digitalization of the production of unmanned aerial vehicles, but also at building an enterprise with a full-fledged production cycle in our country. The creation of a company of this type will allow our country to provide itself with the production of UAVs not only for the military industry, but also in everyday life. This production can ensure the safe elimination of ignition sources during a fire using the type of firefighter drones or the safety of oil stations with the help of interceptor drones. When starting a business, important aspects of lean manufacturing must be included in the process. These are the principles and processes without which a modern enterprise cannot successfully compete with other companies. The main goals in the field of digitalization are the use of automated systems at the stages of production and preparation.

2. Lean Production

Lean manufacturing is an approach to managing an organization aimed at improving the quality of work by reducing waste. This approach extends to all aspects of activity - from design and production, to product marketing.

The main principles of the Lean production:

- Determine what creates value for the product from the point of view of the end user.
- Determine all necessary activities in the production chain and eliminate waste
- Rearrange the activities in the production chain so that they represent a workflow
- Do only what the end user needs
- Strive for excellence by continually reducing unnecessary activities

To reduce waste and improve workflows during production, you need to use techniques such as 5S, Kanban, Poka-Yoke and others. 5S is an improvement methodology that is part of the Kaizen approach. Allows you to reduce the losses associated with poor organization of the workplace. Kanban is a system for regulating the flow of materials and goods within an organization and outside it - with suppliers and customers. Helps reduce inventory and overproduction losses.

These principles and techniques are aimed at the successful development of the enterprise.

3. Aerodynamics of unmanned aerial vehicle

Aerodynamics is a part of mechanics which is dedicated to regularity of motions of liquids and gases (especially of the air). It also studies bodies and their motions in liquids and gases. Laws of aerodynamics describe how and why all of the planes and other types of aerial vehicles fly.

There are 4 basic forces acting on the UAV during flight, which are: lift, weight, thrust and drag. Lift and weight are opposite, as well as, thrust is opposite to drag. Since this machine has a certain

weight and there is gravity acting on it, here comes first force, which is weight (basically it pulls body, in our case the drone, down). Contradictory to weight, there is lift. This force acts on pulling body upwards, in case when it overcomes the weight force. So this forces respond for the movement of this UAV down and up, there are also forces that act during movements to the right and left. When drone receives command to shift side to the given direction, during flight towards that orientation, there is force called thrust, that acts on the body. While towards is thrust, on the other side there is drag force that pulls machine other contrary way. All of this 4 forces act on any aircraft, but principles by which plane and this unmanned aerial vehicle works, is a little different. And also how they fly differs too.

To be able to lift this drone, there have to be three components, which are: solid, fluid and motion. In this case propeller acts as a solid, air as the fluid, and then when motor impels the propeller to work, it is considered as a motion. But principle of how propeller can pull up the machine is similar to principle of the airplanes wing ability to move through air, since their profile sides are look alike.

To be able to get accurate calculation results about aerodynamic loads of the UAV, once again CAE systems were used. Most of them use finite element method to derive the data. This means that from the geometrical informations of the object alongside with the material science of it and physics of the modeling process, program can give results according to aerodynamic specifications of the reproductional modeling. One of this programs is ANSYS.

Calculations begin with inputting data like geometries of the object (which can be done in the program itself, or by adding ready drawings from CAD systems using DXF format), also material science of the object.

To determine aerodynamic specifications of this UAV following equations are used:

- Direct numerical simulations
- Reynolds averaged Navier- Stocks equations
- Three dimensional steady state vortex solution

4. Digitalization methods

ANSYS Twin Builder Technology for model-based development and operation of digital twins.

To implement the task of digital twins, you can use the ANSYS tool called Twin Builder, which is a unique technology for modeling, integrating and analyzing cyber-physical systems consisting of power electronics, mathematically described physical structures and control software.

The tool provides a wide range of functions for creating virtual prototypes of real large-scale systems, allowing you to combine pre-installed base and industry component libraries with custom ones. You can create models in common programming languages (eg C/C++) or standard modeling languages (eg VHDL-AMS).

Twin Builder helps the developer not only create a digital copy of a real object, but also validate it and improve the compatibility of individual components at the design stage at the model level.

This approach significantly saves the company's resources spent on development, since it does not require the creation of full-scale prototypes at the design stage, since all tests and adjustments are carried out on a system model, already with subsequent implementation in a real object. At the same time, the model of the developed and debugged system can be used as a Digital Twin and at the stage of operation of the product, in order to organize its further predictive maintenance and optimize performance.

The process of creating a Digital Twin includes the following steps:

- Development of a model of the system and its components.
- Validation and optimization.
- 3Implementation into operation.

Development of a model of the system and its components

The first stage is the development of the system model, where Twin Builder provides engineers with an environment in which they can quickly and flexibly create multi-domain and hierarchical system models, choosing and using for this the most convenient ways to implement individual elements. The main ways to implement individual elements of the system are a variety of solvers of

physical phenomena (ANSYS Maxwell, ANSYS Icepak, ANSYS Fluent, ANSYS SIwave, etc.), while using third-party solvers, common programming languages, data exchange formats and extensive object libraries - with the possibility of adding custom elements.

When implementing electrical connections, both a non-conservative approach can be used, when losses, for example, power, and a conservative approach are taken into account. In addition, developers can take advantage of Twin Builder features that make it unique in its kind, such as the ability to integrate low-order dynamic models (ROM) into the system to reduce calculation time, and control software functional models (FMUs) created in ANSYS SCADE tools in accordance with an independent standard for supporting data exchange (FMI).

At this stage, there is an iterative transition from a simple model to a more complex one - by replacing its individual components, as they are developed, with more detailed ones. This approach improves communication between development teams, as they can demonstrate and analyze the behavior of the component they are developing throughout the system and, if necessary, change it.

Validation and optimization

At the validation stage, the design validation tools built into Twin Builder give developers the opportunity to ensure the required reliability, stability, compatibility of models from different physical domains and types of connections between them. To validate systems and optimize their performance, Twin Builder allows you to use features such as simulation of the entire system with subsequent analysis and processing of the received data, rapid prototyping of human-machine interfaces (HMI) and optimization at the system level with support for XIL.

Twin Builder provides three standard system analysis methods:

- analysis of transient processes with setting a time frame - in this case, the tool independently determines the optimal value of the simulation step;

- AC analysis of the system in the frequency domain for alternating current;

- DC analysis of the system by direct current.

Of particular note is the Optimetrics module, which allows you to determine the best system design option by conducting additional analysis methods such as:

- parametric analysis to determine the effect on the response of the system - by changing the values of parameters in certain ranges;

- optimization analysis to optimize system performance - by calculating the "costs" of each individual function, depending on the values of the input variables;

- sensitivity analysis to assess the stability of the system to small changes in input variables;

- system performance tuning - by interactively changing the values of input variables;

- statistical analysis to evaluate the effect of statistical fluctuations on system performance (for example, manufacturing tolerances).

The data obtained as a result of the analysis is used to generate reports available to developers in the form of various graphs. Taken together, this allows you to assess the state of the connected product and make a forecast of further behavior - with the aim of its predictive maintenance.

REFERENCES

1. James P. Womack, Daniel T. Jones "Lean Thinking" Banish waste and create wealth in your corporation, 2003.

2. Bangura, M., Melega, M., Naldi, R., and Mahony, R., "Aerodynamics of Rotor Blades for Quadrotors," arXiv preprint arXiv:1601.00733, 2016

3. Павел Брук. «Цифровые двойники, основанные на симуляции мульти-физических процессов» «САПР и графика» № 7'2019, стр. 2426.

Ұшқышсыз ұшу аппараттарын өндіруді цифрландыру

Ж.К. Каржасов^{id}, С. Толентиулы^{id}

Андатпа. Өндіріс жолында дайын өнімді өндіру процесі еңсеру керек бірқатар кедергілерге тап болады. Бұл зерттеудің басты мақсаты - басқыншылардың ұшқышсыз ұшақтарын ұстау, өрт сөндіру, тауарларды жеткізу және бақылаушылардың ұшқышсыз ұшқыштары сияқты нақты мақсаттарға арналған ұшқышсыз ұшу аппараттарын шығаратын кәсіпорынды қалай салуға болады. Сондай-ақ

өндіріс процесіне цифрлық өндіріс әдістерін қосыңыз. Цифрлық өндіріс конвейер желісі машинасының өнімділігін арттыру үшін технологияларды пайдалануды ғана емес қамтиды. Сонымен қатар, біз өнім немесе процесс, тіпті бүкіл кәсіпорын үшін цифрлық «егізді» құру туралы айтып отырмыз. Қазіргі заманғы кәсіпорындардың өнімділігі, тиімділігі және бәсекеге қабілеттілігі бүгінгі күні цифрлық басқару жүйелері мен технологияларын жылдам және икемді пайдалануға көбірек тәуелді. Үнемді өндірістің принциптері мен құралдарын қолданбай заманауи кәсіпорынды құру мүмкін емес.

Негізгі сөздер: кәсіпорын; ұшқышсыз ұшу аппарат; өрт сөндіру; өнімдер; сандық егіз; үнемді өндіріс.

Цифровизация производства беспилотных летательных аппаратов

Ж.К. Каржасов^{ib}, С. Толендиулы^{ib}

Аннотация. Производственный процесс готовой продукции на пути изготовления встречает ряд препятствий которые нужно преодолеть. Фокус данного исследования заключается в способе построения предприятия по производству беспилотных летательных аппаратов для определенных целей, таких как перехват дронов захватчиков, пожаротушение, доставка товара и дронов наблюдателей. Также добавить в процесс изготовления цифровые методы производства. Цифровое производство предполагает не только использование технологий для увеличения производительности работы станка конвейерной линии. Помимо этого, речь идёт о создании для изделия либо процесса, или даже всего предприятия, цифрового «двойника». Производительность труда, эффективность и конкурентоспособность современных предприятий сегодня всё больше зависят от быстрого и гибкого использования цифровых управленческих систем и технологий. Построение современного предприятия не может обойтись без использования принципов и инструментов бережливого производства.

Ключевые слова: предприятие; беспилотный летательный аппарат; пожаротушение; продукция; цифровой двойник; бережливое производство.

ЗАҒИП ЖӘНЕ НАШАР КӨРЕТІН АДАМДАР ҮШІН 3D-БАСПА ӘДІСІМЕН БРАЙЛЬ ҚАРПІ БАР ТАКТИЛЬДІ КАРТАЛАР БАСЫП ШЫҒАРУ.

Н.Ж. Калбанов 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы.

b.kozhageldiyev@satbayev.university

Андатпа. Бұл мақалада Брайль қаріптерін 3D-баспа технологиясын қолдана отырып жасалған тактильді карталардың қолданылуы, жасалуы жағынан тиімді технологиялар талқыланады. Аддитивтік технологияларды пайдалана отырып жасалған Брайль қаріптері бойынша зерттеулер бұрын жүргізілмеді, тек символдардың тактильді қолданылуы зерттелді. Сондықтан бұл зерттеудің мақсаты тактильді карталарда Брайль қаріптерін жасау үшін 3D-баспа әдісін пайдалану мүмкіндігін зерттейміз. Аддитивтік технологияларды пайдаланып Брайль қарібінің үлгісін жасау және зағип және нашар көретін адамдарды тарту арқылы жасалған Брайльдің тактильді карталарының қолданылу ауқымдылығын тексереміз. Зерттеу кезінде полиграфиялық ақауларды жою үшін неғұрлым сәтті тактильді тану үшін ортасында Брайль символдарының (нүктелерінің) құрылымдық элементтерінің бұрыштарын тегістеу алгоритмі әзірлеп, іске асырамыз. Қазіргі заманғы көмекші технологиялар адам өмірінің функционалдық шектеулерінің орнын толтыруға мүмкіндіктер тудыруға зерттеулер жүргіземіз.

Негізгі сөздер: Брайль қарібі, 3D-баспа, ABS, PLA, Watson, ГОСТ Р 56832-2015.

Күнделікті өмірде, қала инфрақұрылымында, жоспарлау және құрылыс элементтерінде, байланыс құрылғыларында және ақпаратты өңдеуде пайдаланатын объектілер жыл сайын жақсарып келеді, бірақ олардың көпшілігі пайдаланушының есту, сөйлеу, көру және еркін жанасу мүмкіндігін қамтамасыз ете бермейді. Түрлі мүмкіндігі шектеулі адамдар күнделікті заттар мен құрылғыларды арнайы бейімделімсіз пайдалана алмайды. Бұл мәселені шешу үшін астарлы құралдар мен технологиялар әзірлейміз. Қазіргі заманғы көмекші технологиялар адам өмірінің функционалдық шектеулерінің орнын толтыруға мүмкіндік береді және тұлға мен тәуелсіздіктің дамуының негізін қалайтын құралы болады. [1]

3D баспа әдістерін пайдалана отырып зерттеу үшін әр түрлі типтегі пластиктерден Брайль қаріптерінің үш үлгісі дайындалды - ABS, PLA, Watson. Брайль таңбалары бағандарға орналастырылады, таңбалардың жалпы саны 33.

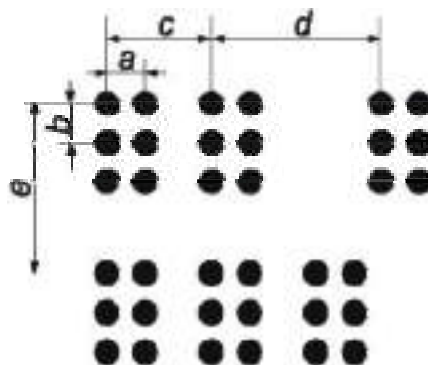
Зерттеу кезеңдері:

1. 3D принтерде басып шығару барысында Брайль қарпі үшін ГОСТ Р 56832-2015 стандарттық өлшемдерін пайдалану мүмкіндігін зерттейміз. [2]

2. Брайль қарпін 3D принтерде пластмассамен басып шығарудың оңтайлы температуралық сипаттамаларын және де зағиптардың қабылдай алуына жеткілікті дәлдікпен және егжей-тегжейлі бұрыштық ауытқуларын тексереміз;

3. Пластиктің қай түрін қолданған ыңғайлы және сапалы – ABS, PLA немесе Watson деген сұраққа жауап іздейміз.

ГОСТ Р 56832-2015 стандарты бойынша «Брайль қарпінің талаптары мен өлшемдері» (1-сурет).



Сурет 1 – Брайль қарпінің ГОСТ Р 56832-2015 стандарты бойынша ұсынылатын өлшемдері

Ірі Брайльдің стандартты өлшемдері: [3]

- бірінші нүктенің ортасынан екінші нүктенің ортасына дейінгі көлденең бағыттағы қашықтық – a -2,7 мм;
- бірінші нүктенің ортасынан екінші нүктенің ортасына дейінгі тік бағыттағы арақашықтығы b -2,7 мм;
- бірінші нүктенің ортасынан екінші нүктенің ортасына дейінгі арақашықтық c -6,6 мм;
- соңғы сөз белгісінің бірінші нүктесінен келесі сөздің бірінші цифрының екінші нүктесінің ортасына дейінгі арақашықтығы d -13,2мм;
- бірінші нүктенің ортасынан келесі сызықтың екінші нүктесінің ортасына дейінгі арақашықтық e -10,8 мм құрайды, Брайльдің 8 нүктелерін пайдаланғанда сызықтың биіктігі 2,7—13,5 мм-ге дейін ұлғайтылады;
- нүктенің диаметрі шамамен 1,5 мм.

Үлкен қаріпті басып шығарғанда келесі ақаулар байқалды:

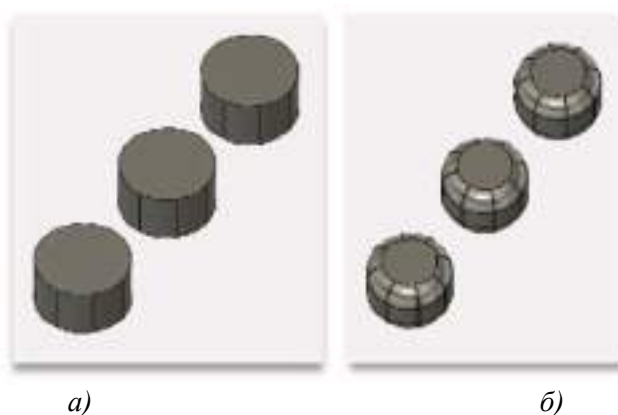
- әркелкі экструзия - пластиктің дұрыс орнатылмаған балқу нүктесінің нәтижесінде пайда болатын артық пластик;
- пластикалық жіптер – бұндай ақау 3D принтердің белгілі бір моделі үшін тым ұсақ бөлшектерді басып шығару нәтижесінде пайда болады, принтердің дәлдігі мұндай модельдердер үшін дәлірек емес.

Анықталған полиграфиялық ақауларды жою үшін неғұрлым сәтті тактильді тану үшін ортасында Брайль символдарының (нүктелерінің) құрылымдық элементтерінің бұрыштарын тегістеу алгоритмі әзірлеп, іске асырамыз (2-сурет).

Брайль қарібін 3D-принтерде бірнеше рет басып шығару нәтижесінде, 3D принтердің дәлдігін көбейту және баспа ақауларын жою үшін, оңтайлы техникалық сипаттамалар қолданамыз. Пластиктің балқыту нүктесі, үстелдің қызу температурасы және 3D-принтердің (1-кесте) әр түрлі пластмассалардың балқу температурасында қандай дәлдікпен жұмыс жасайтындығын сұрыптап аламыз.

Тестілеу нәтижелері бойынша ерлердің 50%-дан астамы Брайль қарібін ABS пластикасында, шамамен 40%-ы PLA пластикасында және шамамен 10%-ы Watson пластикасында таныды. [4, 5]

Тестілеу нәтижелері бойынша әйелдердің 20%-дан астамы Брайльді ABS пластикасында, шамамен 70%-ы PLA пластикасында және шамамен 10%-ы Watson пластикасында таныды.



Сурет 2 – 3D басып шығару кезеңіндегі Брайль қарібін
танымдық сипатқа түрлендіру

а) дұрыс бұрыштар тегістелгенше; б) Бұрыштық дәлдіктер жүргізілгеннен кейін

1 – кесте. Пластмасса түрлеріне арналған балку температурасының параметрлері:
ABS, PLA, Watson

Пластмасса түрі	Пластиктің балку нүктесі, °C	Принтер үстелінің қызу температурасы, °C	Басып шығару жылдамдығы, мм/с
PLA	250	50	45
ABS	240	90	15
Watson	240	45	15

Қорытынды: Зерттеу нәтижесіне орай, PLA пластикасында басылған Брайль қарібін зағиптар ең жақсы қабылдайтыны анықталды. Себебі PLA пластикасы ABS таяқшасының басқа түрлерінің арасында 3D принтердің ең жоғары балку нүктесіне және қызу температурасына ие, сондықтан тактильді карталардағыұсақ детальдар пластиктің осы түрі бойынша Ватсоннан немесе ABS пластинкасынан айырмашылығы айқынырақ. Сондықтан, әйелдер, ABS пластикасында басылған Брайльді оқығанда, ақауларды тактильді түрде танымайтын еркектерге қарағанда, әр түрлі баспа ақауларын тактильді түрде қабылдап, байқайды. Бұл Брайль қаріптерін сенімді тануға мүмкіндік бермейді, бұл әйелдердің ABS-ке қарағанда PLA пластикасында Брайльді жақсы қабылдауына себеп болып табылады, өйткені баспа ақаулары оған аз байқалады. (1-кесте). Мұндай қорытындылар рельефті дәлірек қабылдау бойынша зерттеулердің нәтижелерін растайды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Андрюхина Ю. Н. Исследование возможности использования современных методик 3D-печати при создании тактильных карт и планов // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 1. – С. 72–82.
2. Андрюхина Ю. Н., Пошивайло Я. Г., Ананьев В. А. К вопросу разработки типовой методики создания тактильных карт // Геодезия и картография. – 2018. – Т. 79, № 11. – С. 25–33.
3. Пошивайло Я. Г., Андрюхина Ю. Н. Исследование особенностей восприятия тактильных условных знаков различными группами пользователей с целью разработки специальных картографических материалов // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 99–106.
4. Пошивайло Я. Г., Лесневский Ю. Ю., Андрюхина Ю. Н., Разработка условных знаков для серии тактильных карт субъектов Российской Федерации // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края. – 2016. – С. 90–96.
5. Пошивайло Я. Г., Дмитриев Д. В., Лесневский Ю. Ю. Современное состояние и перспективы развития тактильной картографии // ИнтерКарто – Интер-ГИС-2014 «Устойчивое развитие территорий: картографо-информационное обеспечение»: сб. материалов Международнойконференции (г. Белгород, 23–24 июля 2014 г.). – Белгород : БГНИУ 2014. – С. 607–609.

Создание тактильных карт для незрячих и слабовидящих людей со шрифтом Брайля ,напечатанный на пластике методом 3D печати

Н.Ж. Калбанов

b.kozhageldiyev@satbayev.university

Аннотация. В данной статье рассматривается использование тактильных карт Брайля с использованием технологии 3D-печати Исследования по Брайлю, созданные с использованием аддитивных технологий, ранее не проводились, только тактильное использование символов. Поэтому целью данного исследования является изучение возможности использования метода 3D-печати для создания шрифтов Брайля на тактильных картах. Мы проверим применимость тактильных карт Брайля, созданных с использованием аддитивных технологий, для моделирования шрифта Брайля и привлечения слепых и слабовидящих. Разрабатываем и реализуем алгоритм сглаживания углов структурных элементов символов Брайля (точек) посередине для наиболее успешного тактильного распознавания для устранения полиграфических дефектов при исследовании. Мы проводим исследования для создания возможностей компенсировать функциональные ограничения жизнедеятельности человека современными вспомогательными технологиями.

Ключевые слова: шрифт Брайля, 3D-печать, ABS, PLA, Watson, ГОСТ Р 56832-2015.

Creating tactile maps for blind and visually impaired people with Braille printed on plastic using 3D-printing

N.Kalbanov

b.kozhageldiyev@satbayev.university

Abstract. This article discusses the use of Braille tactile maps using 3D printing technology, Braille studies using additive technologies have not been conducted before, only the tactile use of symbols. Therefore, the purpose of this study is to study the possibility of using the method of 3D printing to create Braille fonts on tactile maps. We test the use of tactile Braille cards created using additive technologies to imitate Braille and attract the blind and visually impaired. We develop and implement an algorithm for smoothing the angles of the structural elements of Braille symbols (dots) in the middle for the most successful tactile recognition to eliminate polygraphic defects during the study. We conduct research to create opportunities to compensate for the functional limitations of human life with modern ancillary technologies

Keywords: Braille, 3D printing, ABS, PLA, Watson, GOST R 56832-2015.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ (ШТАМПА)

И. С. Шуховцев , А. Т. Альпеисов
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
ivan3010136@mail.ru

Аннотация. С каждым годом появляются все больше и больше новых технологий, некоторые старые технологии совершенствуются. Появление новых и совершенствование старых технологий находит применение и в производственной отрасли. Одной из развивающихся технологий в Казахстана за последние несколько лет является 3D печать. Аддитивные технологии начали применять в разных отраслях производства начиная с середины 80-х годов XX века. Развитие аддитивного производства связано с поиском новых сфер применения изделий. В тоже время обработка металлов давлением является достаточно старинной, хорошо изученной и применяемой во многих отраслях технологий. В рамках данной статьи будут рассмотрены примеры по возможности применения аддитивных технологий для производства деталей штампа на основе конструктивных особенностей штамповой оснастки.

Ключевые слова: обработка материалов давлением, гибочный штамп, аддитивные технологии, автомобильная промышленность, нагрузки

Большинство компаний машиностроительной отрасли на сегодняшний день ставят перед собой цель организовать свою работу на высоком уровне. Для достижения этой цели решаются следующие задачи: постоянное увеличение объемов производства предприятия, стремление к повышению качества выпускаемой продукции, увеличение производительности труда и сокращение сроков технологической подготовки производства. Высокоэффективные способы производства позволяют решить данные задачи производства. Одним из таких способов является штамповка [1].

Применение разных видов штампов актуально во многих отраслях промышленности. Автомобильная промышленность – это одна из главных таких отраслей. В основном штамповая оснастка применяется при изготовлении кузовов автомобилей.

Таблица 1 – Статистика производства автомобилей в мире

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Китай	24 503	28 119	29 015	27 809	25 751	25 225
2	США	12 100	12 198	11 190	11 298	10 893	8 822
3	Япония	9 278	9 205	9 694	9 730	9 685	8 068
4	Германия	6 033	6 063	5 646	5 120	4 947	3 742
5	Южная Корея	4 556	4 229	4 115	4 029	3 951	3 507
...							
10	Россия	1 384	1 304	1 551	1 769	1 720	1 435
...							
39	Казахстан	14	11	19	32	49	75

Данная таблица отсортирована по количеству выпускаемых автомобилей в тысячах единиц по годам. Причем хочется отметить, что относительно небольшое снижение количества производимых автомобилей для первой десятки стран в 2020 году вполне может быть связано с проблемами распространения коронавирусной инфекции по всему миру. Анализ производства в автомобильной промышленности показывает, что компании-производители выпускают следующее новое поколение примерно каждые 5-6 лет, производят рестайлинг старых моделей примерно каждые 2-3 года. Вышеперечисленные данные объясняют факт предзаказа новых штампов, с измененной конфигурацией полости штампа, что в свою очередь означает практически непрерывную загрузку производства штампов.

Поэтому применение высокопроизводительных методов производства штампов являются перспективными и актуальными в практически постоянно меняющемся мире [2].

Конструктивные особенности гибочных штампов

По конструктивному признаку гибочные штампы выделяют штампы с направляющими устройствами и без них [3]. На рисунке 1а, пуансон 4 крепят к хвостовику 5, матрицу 2 – к нижней плите 1. Заготовку кладут на матрицу между упорными планками 3. На рисунке 1б, пуансон 4 крепят к верхней плите 3, а гибочную матрицу 5 устанавливают в специальной полости нижней плиты 6. Матрицу и пуансон крепят к плитам винтами и фиксируют штифтами. Заготовку подают до неподвижного упора 1 и 2, а пружинный упор 2 удерживает заготовку от смещения в пространстве. После гибки готовую деталь удаляют из штампа при помощи выталкивателя 7 [4].

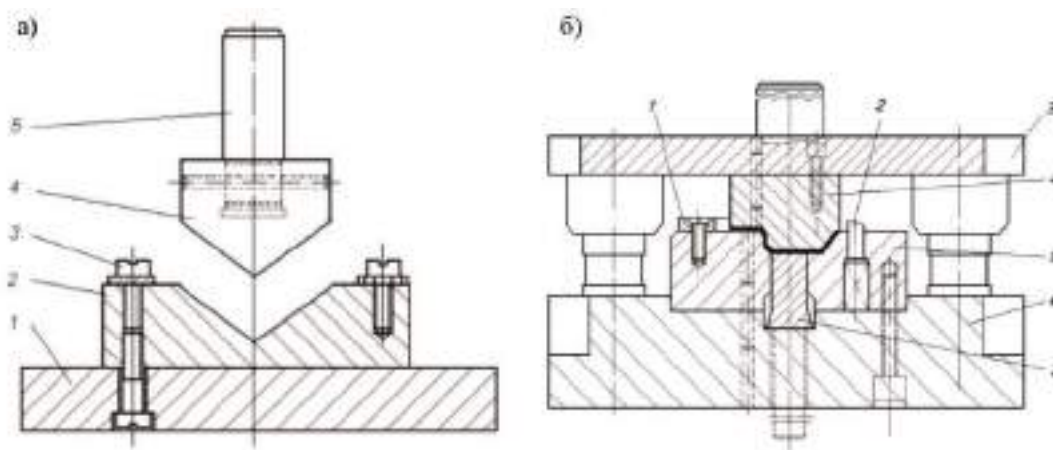


Рисунок 1а - Простой гибочный штамп,
1б – открытый гибочный штамп с направляющими колонками

Применение аддитивных технологий для производства деталей штампа

Применение 3D печати при производстве формообразующей оснастки позволяет снизить затраты на изготовление оснастки в 6–7 раз, а временные затраты производства оснастки в 3–4 раза в сравнении с традиционными технологиями [5, с 59].

Если рассматривать стоимость оборудования аддитивной промышленности для производства ТО целесообразно использовать второй класс оборудования по классификации представленной в работе [6, с 25]. К такому классу оборудования относят принтеры, работающие по технологиям Stereolithography (SLA) и Fused Deposition Modeling (FDM). На основе данных вышеупомянутой работы можно предположить, что методы SLA и FDM в среднесрочной перспективе будут совершенствоваться и внедрятся в цепочки технологических процессов изготовления ТО. Стоит отметить, что технология SLA является более точной по сравнению с FDM, однако применяемый материал (фотополимер) является токсичным и наиболее дорогим по сравнению с применяемым материалам (термопластик) технологии FDM.

Исследование 2019 года, проведенное российскими исследователями, было направлено на изучение поведения тонких листов алюминиевого сплава ANSI 3003 толщиной 0,1 мм на гибочном штампе. Для данного исследования был изготовлен инструмент из термопластика PET-G по технологии FFF.

На основе результатов исследования были сделаны несколько выводов по изготовлению изделий гибкой с применением пластикового инструмента: 1) гибка алюминиевых листов при помощи пластикового инструмента осуществлялась только в случае, когда интенсивность напряжений в инструменте не превышает предел упругости пластика (инструмент работает в области упругих деформаций); 2) в случаях когда пластиковый инструмент сохранял свою сплошность, при гибке не требовалось применение технологической смазки; 3) технология листовой штамповки с применением пластикового, применённая в рамках данного исследования, может быть применена при изготовлении штучных изделий и малых серий с минимальными затратами на подготовку производства [7].

Анализирование литературы и интернет-источников показало, что применение аддитивных технологий при производстве деталей штампа, испытывающего большие нагрузки не рационально. В дальнейшем планируется работа по исследованию возможности производства деталей для штампа, который применяется для изготовления форм для шоколада, так как штамп в данном случае испытывает небольшие нагрузки.

Выводы

Анализ интернет-ресурсов и литературы показал, что аддитивные технологии находят с каждым годом всё большее применение в промышленности за счёт своего кардинально отличающегося от традиционных технологий подхода к производству изделий. Однако стоит уделить огромное внимание при выборе какой технология будет применена для производства (аддитивная или традиционная), потому что аддитивные технологии не являются панацеей для всего и, как и любая другая традиционная технология обладает не только «плюсами», но и «минусами». Исследование по применению аддитивных технологий для производства деталей гибочного штампа показали, что технология может быть использована не всегда, а только для штампа с малыми нагрузками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковка и штамповка справочник в 4 – х томах: / Под.ред. Е. Семенова. – 4 изд. перераб. и доп. – Москва: «Машиностроение», 2010.
2. Терновой Ю.Ф., Канюк В.И., Терехов В.Н. Справочник по инструментальным сталям. 2-е издание – Х.: «Металлика», 2009. – 242 с.
3. РТМ 34—65. Штампы для холодной листовой штамповки. Расчеты и конструирование. М., 1966
4. Основные конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Подготовительные работы. Изд. 2-е, перераб. и доп., Скворцов Г.Д. – М., «Машиностроение», 1970. – 320 стр.
5. Лопатин А.Н., И.Д. Зверков. Изготовление формообразующей оснастки аддитивными методами для композитных деталей. Авиационные материалы и технологии №2 (55) 2019. С. 53-59.
6. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. 219 с.
- 7 L B Aksenov and I Y Kononov 3D Printed Plastic Tool for Al Thin-Sheet Forming. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 337 (2019) 012053. doi:10.1088/1755-1315/337/1/012053.

Бөлшектерді өндіру үшін аддитивтік технологияларды қолдану бойынша зерттеу (штамп)

И.С. Шуховцев , А. Т. Альпеисов

Аннотация. Жыл сайын жаңа технологиялар пайда болады, кейбір ескі технологиялар жетілдірілуде. Жаңаның пайда болуы және ескі технологиялардың жетілдірілуі өңдеуші өнеркәсіпте де қолданылады. Қазақстанда соңғы бірнеше жылда пайда болған технологиялардың бірі – 3D басып шығару. Аддитивті технологиялар 1980 жылдардың ортасынан бастап әртүрлі салаларда қолданыла бастады. Аддитивті өндірістің дамуы өнімді қолданудың жаңа салаларын іздеумен байланысты. Сонымен қатар, металды қалыптау өнеркәсіптің көптеген салаларында жақсы зерттелген және қолданылатын жеткілікті ескі технология болып табылады. Осы мақаланың шеңберінде штамп жабдығының конструктивтік ерекшеліктеріне негізделген штамп бөлшектерін өндіру үшін қосымша технологияларды қолданудың мысалдары қарастырылады.

Негізгі сөздер: материалды қалыптау, иілу қалыптары, аддитивті технологиялар, автомобиль өнеркәсібі, жүктер

Research in the application of additive technologies for the production of parts (die)

I.S. Shukhovtsev , A.T. Alpeisov

Abstract. Every year more and more new technologies appear, some old technologies are improved. The emergence of new and improvement of old technologies is also used in the manufacturing industry. One of the emerging technologies in Kazakhstan over the past few years is 3D printing. Additive technologies have been used in various industries since the mid-1980s. The development of additive manufacturing is associated with the search for new areas of product application. At the same time, metal forming is a fairly old technology, well studied and used in many industries. Within the framework of this article, examples of the possible use of additive technologies for the production of die parts based on the design features of die equipment will be considered.

Key words: material forming, bending die, additive technologies, automotive industry, loads

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОДНОПРОХОДНОЙ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ (SINGLE PASS JETTING) НА ПРИМЕРЕ 3D-ПРИНТЕРА P-1

Г.М. Раджапова 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

g.rajabova@mail.ru

Аннотация. В данной статье описан принцип работы нового 3D-принтера P1 фирмы Desktop Metal, в основе работы которого лежит технология однопроходной струйной печати (Single Pass Jetting). Рассматривается ход работы сравнительно молодой аддитивной технологии Single Pass Jetting. Так же приводится описание материала, который можно использовать в технологии SPJ, его основные характеристики. Рассмотрены основные преимущества новейшего 3D-принтера P1, которые позволяют ему конкурировать с уже существующими аналогичными устройствами и занять свое место на рынке аддитивных технологий.

Актуальность данной темы обусловлена стремительным развитием технологий 3D-печати, а также ее использованием не только в высокотехнологичном производстве, но и в повседневной жизни.

Ключевые слова: Single Pass Jetting, 3D-принтер P-1, Desktop Metal, однопроходная струйная печать, серийное производство.

Desktop Metal объявила, что принтер P1 начал поставки по всему миру и присоединяется к линейке производственных систем наряду с флагманским принтером P-50. Производственная система P1 от Desktop Metal - это первый металлический 3D-принтер, предназначенный для массового производства. Разработанный для того, чтобы служить связующим звеном между разработкой технологических процессов и полномасштабным массовым производством металлических деталей конечного назначения, P-1 использует технологию однопроходной струйной обработки (SPJ) и основные преимущества аддитивного производства как для компаний, так и для исследовательских институтов, независимо от размера и масштаба серийного производства. P1 доступен для заказа и уже начал поставляться первоначальным клиентам, в том числе Ford Motor Company.

P-1 предлагает новый форм-фактор для преодоления разрыва между разработкой настольных процессов и массовым производством, используя ту же технологию Single Pass Jetting и конструкцию печатной каретки, что и в P-50, но с повышенной гибкостью процесса. Также, как и P-50, P-1 оснащен современной печатающей панелью с разрешением 1200 точек на дюйм, технологией печатающей головки, поддерживающей различные связующие, и инертной средой обработки для поддержки как неактивных, так и реактивных материалов. В результате исследования материалов и разработка новых приложений, проводимые на P1, могут быть перенесены непосредственно на P-50 для масштабирования.

Научно-исследовательские учреждения также могут использовать производственную систему P-1 для экспериментов, проверки материалов и тестирования различных вариантов использования для струйного распыления металлического связующего с помощью компактной сборки, которая предлагает все преимущества технологии SPJ, включая скорость, качество и надежность.

Технология SPJ на P1 печатает слой менее чем за три секунды, включая нанесение порошка, уплотнение порошка, антибаллистику, нанесение связующего и очистку печатающей головки. При такой максимальной скорости сборки P-1 может достигать производительности, в 10 раз превышающей производительность устаревших систем лазерного напыления (PBF), и достаточно быстрой, чтобы завершить полную сборку менее чем за один час.

Открытая материальная платформа P-1 и инертная технологическая среда позволяют заказчикам использовать недорогие порошки для литья металлов под давлением сторонних производителей для различных материалов, что делает P-1 подходящим для серийного производства небольших и сложных деталей в дополнение к разработке технологических

процессов меньшего масштаба. Порошок, восстановленный в процессе печати и удаления порошка, может быть переработан для дальнейшего использования, что обеспечивает более высокую экономическую эффективность и более экологичный производственный процесс. Кроме того, производственный процесс без инструментов на P1 облегчает быстрый переход к новым заданиям наряду с возможностью одновременной печати множества сложных геометрических форм без необходимости поддержки печати.

Клиенты P-1 также получают доступ к программному обеспечению для подготовки сборки для изготовления изделий, а также к приложению Live Sinter, которое динамически имитирует процесс спекания и автоматически генерирует готовые к печати геометрические формы, которые компенсируют усадку и искажения, возникающие во время спекания, сводя к минимуму процесс проб и ошибок при одновременном улучшении точности.

Производственная система, основанная на технологии однократной струйной обработки связующего (SPJ), является самым быстрым способом производства сложных металлических деталей в больших масштабах. Она обеспечивает скорость, качество и стоимость каждой детали, необходимые для конкуренции с традиционными производственными процессами.

Как это работает

Однократный процесс начинается в распределителе порошка, где дозирующая система осаждает металлический порошок, а система уплотнения образует слой толщиной с человеческий волос. Полоса печати следует за струйными каплями связующего вещества, миллионы из которых распыляются на второй связующий металлический порошок для формирования слоев с высоким разрешением. Затем наносятся агенты, препятствующие спеканию, что позволяет опорам отваливаться после спекания, экономя часы последующей обработки (рис.1).



Рис.1. Печать детали

Когда печать завершена, коробка для сборки переносится в crosslink для сушки и укрепления связующего.

Цикл продолжается передачей коробки в порошок, где сыпучий порошок удаляется (рис.2), а детали подготавливаются к спеканию (коричневые детали).

После печати коричневые детали уплотняются в микроволновой печи (рис.3). Он сочетает в себе обычное нагревание с микроволнами для ускорения спекания. Система терморегулирования с замкнутым контуром регулирует температуру в режиме реального времени, когда детали нагреваются до температуры чуть ниже точки плавления. Связующее удаляется, и частицы металла сплавляются, образуя плотное твердое вещество.

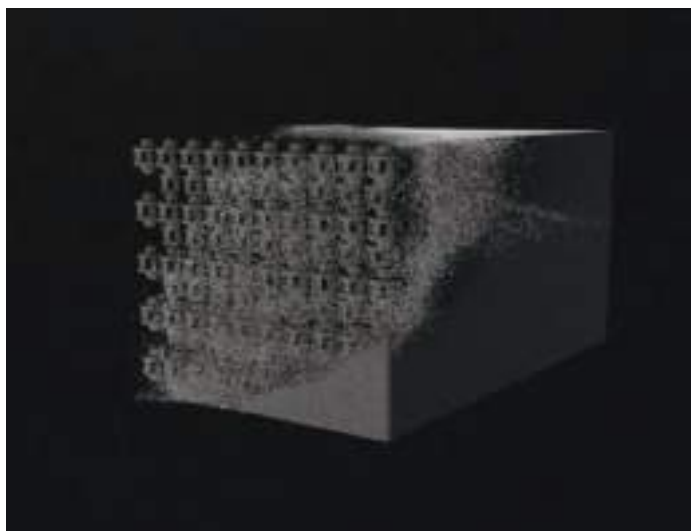


Рис.2. Удаление излишков порошка



Рис.2. Уплотнение готовой детали

Материалы для печати

Производственная система совместима с обычными порошками МІМ, а также с различными другими материалами, представленными на рынке у любого надежного поставщика. Делая процесс SPJ совместимым с более распространенными металлическими порошками, уже широко используемыми в промышленности литья металлов под давлением, Производственная система™ имеет развитую цепочку поставок и стандарты, доступные для ее сырья.

Кроме того, более 95% сыпучего порошка, извлеченного в ходе процесса, может быть переработано, что обеспечивает экономию затрат при одновременном сокращении отходов.

В качестве примера материала для технологии однопроходной струйной печати можно привести нержавеющую сталь С РН 17-4 (система производства DM)

Нержавеющая сталь с РН 17-4 - это сталь, закаленная в атмосферных осадках, используемая в широком спектре промышленных применений, в том числе в условиях умеренно агрессивных сред и высоких требований к прочности.

Характеристики:

- ✓ Предел текучести (МПа): 655 ± 26 [в спеченном виде]
- ✓ Предел прочности при растяжении (МПа): 900 ± 20 [в спеченном виде]
- ✓ Относительное удлинение при разрыве (%): $10,9 \pm 0,9$

Сфера использования:

- ✓ Производственное оборудование
- ✓ Химическая обработка
- ✓ Пищевая промышленность

- ✓ Компоненты насоса
- ✓ Клапан
- ✓ Крепеж
- ✓ Быстрая печать

Производственная система, использующая технологию Single Pass Jetting позволяет изготавливать детали быстрее, дешевле и сложнее, чем когда-либо прежде. Система способна печатать со скоростью до 12 000 кубических сантиметров в час, что более чем в 100 раз быстрее, чем четырехлазерные металлические принтеры, и более чем в четыре раза быстрее, чем ближайшая альтернатива струйной печати связующего.

Компактное 3D-вложение

3D-вложение печатных деталей является важной особенностью принтера P 1. Когда детали печатаются, они окружаются сыпучим порошком, чтобы обеспечить полное использование оболочки сборки и более высокую производительность за сборку. Это возможно благодаря процессу 3D-печати без инструментов со струйной обработкой связующего, при котором детали не требуют приварки к сборке. Они расположены с помощью программно-определяемого позиционирования, чтобы максимально увеличить площадь сборки по всем осям для высокопроизводительныхборок.

Производственная система поставляется с программным обеспечением Fabricat.

Вывод. Производственная система позволяет производить тысячи деталей за один тираж, при этом цены и производительность не уступают таким процессам, как литье,ковка и механическая обработка. Технология двунаправленной однократной струйной печати (SPJ) использует каждый проход печатной каретки для сборки деталей, обеспечивая скорость печати до 100 раз выше, чем в системах лазерного напыления в порошковом слое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новые тенденции в 3D-печати / Под ред. И.В. Шишковского, InTech 2016
2. Валетов В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы) / Учебное пособие. — СПб.: Университет ИТМО, 2015. — 63 с
3. Desktop Metal Production System - < <https://www.desktopmetal.com/>>
4. Антонова В.С., Осовская И.И. Аддитивные технологии: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017.-30 с.
5. Шишковский И.В. [Основы аддитивных технологий высокого разрешения](#). СПб, 2016, 400 с.

P-1 3d принтерінің мысалын қолдана отырып, бір реттік сиялы басып шығару технологиясын зерттеу.

Г.М.Раджапова 

Аннотация. Бұл мақалада Desktop Metal компаниясының жаңа 3D P1 принтерінің жұмыс принципі сипатталған, оның жұмысы бір реттік сиялы басып шығару технологиясына негізделген. Single Pass Jetting салыстырмалы түрде жас аддитивті технологиясының жұмыс барысы қарастырылуда. Сондай-ақ, SPJ технологиясында қолдануға болатын материалдың сипаттамасы, оның негізгі сипаттамалары келтірілген. Соңғы 3D P1 принтерінің негізгі артықшылықтары қарастырылған, бұл оған бұрыннан бар ұқсас құрылғылармен бәсекелесуге және қосымша технологиялар нарығында өз орнын алуға мүмкіндік береді.

Бұл тақырыптың өзектілігі 3D басып шығару технологиясының қарқынды дамуына, сондай-ақ оны жоғары технологиялық өндірісте ғана емес, күнделікті өмірде де қолдануға байланысты.

Негізгі сөздер: Single Pass Jetting, 3D P-1 принтері, жұмыс үстелі металы, бір реттік сиялы басып шығару, сериялық өндіріс.

Studying the technology of single-pass jetting on the example of a 3d printer p-1.

G.M.Radjapova 

Abstract. This article describes the principle of operation of the new Desktop Metal 3D printer P1, which is based on the technology of single-pass inkjet printing (Single Pass Jetting). The course of work of the relatively young additive technology Single Pass Jetting is considered. There is also a description of the material that can be used in SPJ technology, its main characteristics. The main advantages of the latest 3D printer P1 are considered, which allow it to compete with existing similar devices and take its place in the market of additive technologies.

The relevance of this topic is due to the rapid development of 3D printing technologies, as well as its use not only in high-tech production, but also in everyday life.

Keywords: Single Pass Jetting, P-1 3D printer, Desktop Metal, single-pass inkjet printing, serial production.

ТӨМЕНГІ ЖЕТЕГІ БАР ЖҰДЫРЫҚШАЛЫ БҰРАНДАЛЫ ПРЕСТІҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.

Қабылбек Ш. Б.

Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан

erlan57@mail.ru

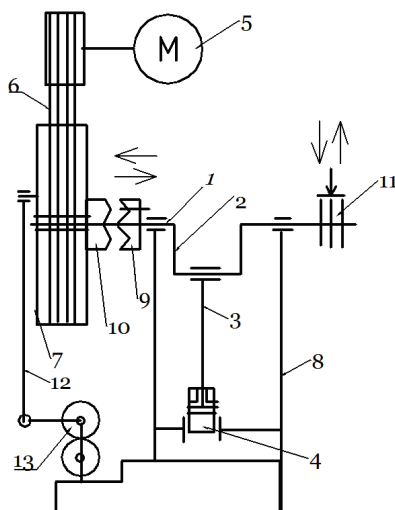
Андатпа. Бұл мақалада механикалық престің –бұрандалы сығымдағыштың алғашқы графикалық сызбасы қаралады. Төменгі жетегі бар жұдырықшалы престің анализдік есептеулері ұсынылады. Бұндай ұсынылым сығымдағыштың биіктігін 2 еселік дәрежеге, металдың сыйымдылығын 20%-ға төмендетуге үйлесімді жағдай туғызады. Жұмыс штрихының үлесін арттыру үшін екі айналу жылдамдығы бар сығымдағыштың жұмыс білігінің айналуы - баяу жылдамдықпен жұмыс штрихы, ал жылдам жылдамдықпен тоқтап тұру қолданылады. Ол үшін, мысалы, арнайы екі жылдамдықты төңкеріс қолданылады. Арнайы төңкермелері бар жетекте кіріктірілген планеталық берілісі бар екі жылдамдықты үйкеліс муфталары немесе электромагниттік муфталар қолданылады. Бұл мәселе әр түрлі тәсілдермен шешілді. Негізінен, жұмыс төңкерістердің беріктігін күшейту бағытында жүргізілді. Бірақ бұл тәсіл төңкеріс пен жалпы баспасөздің құнын арттырады. Жұмыста айналымы құрылымның иінтірек механизмі негізінде механикалық муфтасыз прес жасауға әрекет жасалады.

Негізгі сөздер: иінді прес, төменгі жетегі бар жұдырықшалы бұрандалы прес, штамптау процесі.

Металл қалыптау процесі машина жасау өндірісінде ойсыра орын алып отыр. Тиімділігі жағы көп жағдайда құрал жабдықтарға, престерге байланысты. Биылғы есептеулер бойынша машина жасау өндірісінде механикалық престердің 50 пайыздан көп бөлігін иінді престер құрап отыр.

Иінді сығымдағыштың кинематикалық сызбалық схемасын қарастырайық (1-сурет). Сығымдағыш иіні 1 білік бөлігінен тұрады, онда иін 2 мен белгіленген. Иінді 2-иінді 3-жалғастырғыш шыбық аспалы, оның төменгі жағы 4 жүгірткі аспалы буыннан, ол төсек бағыттауыштарында тігінен қозғалу мүмкіндігіне ие 8. Электр қозғалтқышы 5. Белбеу жетектері арқылы 6 арқылы, қалыпты режимде білік 1-ге қатысты еркін айналыға ие 7-маховикті қозғалысқа келтіреді. Қозғалыс циклін бастауға оператор басқышты басып іске қосады. Осы сәтте екі қозғалыс іске қосылады. Білік 1 қалыппен қозғалысына келе бастайды 7, үйкеліс муфтасы осы нүктеде орналасады. Білік толық айналғаннан соң үйкеліс муфтасы 11 шахтаны жауып қозғалысын тоқтатады, 9 және 10 жартылай қозғалтқыштарды іске қосады. Пресс қозғалыссыз режимге түседі (1-сурет).

Орамды толықтандыру көбіне орама табақтың материалын престің штампылау аймақтарында болу үшін жабдықталады. 12-орама штангасы машинкасына эксцентрисетті қалыпта орнатылады. Рычагтың көмегімен стержень 13 бұралады, ол болаттан жасалған табақша алаңын машинкалау аймағына дискретті қалыпта тартады. [1]



Сурет 1 – Классикалық иінді пресстің диаграммасы

Иінді прессті пайдаланудың ұзақ тарихына қарамастан, оның зауыттардағы жұмысына кедергі келтіретін көптеген кемшіліктері бар. Мынаны қарастырайық:

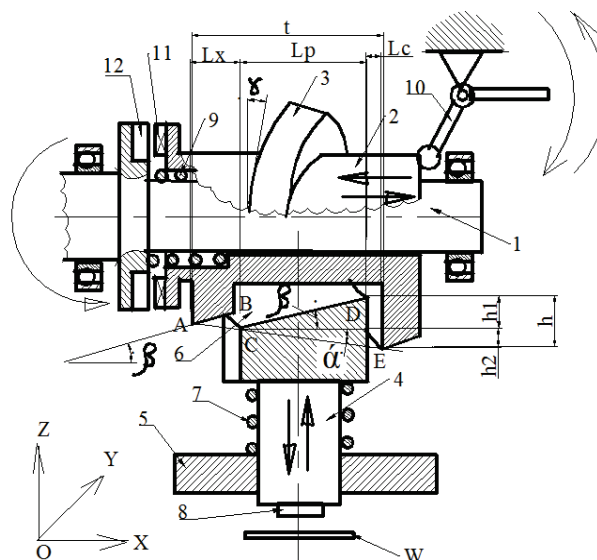
1. Білік айналуының жоғары жылдамдығы кезінде көптеген проблемалар туғызады. Төңкеріс тез үзілмейді, әрдайым жұмыс істемейді.

Бірақ бұл прессте механизмнің күрделі құрылымы бар, ол оның қаттылығын төмендетеді, ал бір пресс-режимнен екіншісіне ауысуы өздігінен орын алуы мүмкін. [2]

2. Шеткі төменгі қалыпқа жақындаған кезде иінді сығымдағышта қолданылатын иінді жүгірткі механизміндегі күштің ауысу бұрышының өзгеруіне байланысты жұмыс бөлігіне пайдалы қысым күші азаяды, ал шеткі төменгі жағдайда ол нөлге тең болады. Осының салдарынан осы жағдайға жақындаған кезде қысым күші жұмысшы бөлігін деформациялау үшін жеткіліксіз болуы мүмкін, ал пресс тығындалуы мүмкін. Ол «распор» позициясына түседі.

Электромагниттік муфталардағы айналу жылдамдығы жетектегі бөлшектердің жетекшілерге қатысты бақыланатын сырғуы нәтижесінде өзгереді. Муфта мен тежегіште көрсетілген электромагниттік өрістердің әр түрлілігімен сырғанау тоқтап тұрған бұрыштық жылдамдықтың 50%-ына дейін жеткізеді. Мұндай төңкерістің кемшілігі маңдайша массаларын тежеу кезінде энергияның өнімсіз жоғалуы болып табылады. [6]

Бұл кемшіліктерді жою жұмыстары көптен бері жалғасып келеді. Олар иінді баспасөз проблемаларының оның жұмыс істеу тиімділігіне әсерін төмендетеді, бірақ олар проблемаларды толықтай жоя алмайды. Иінді механизм сұлбасының ерекшелігі мұны жасауға мүмкіндік бермейді шығармаларында автор бастапқы кам-бұрандалы механикалық прес ұсынады. Баспасөзде өзіндік ерекшелік деңгейі жоғары, ол түбегейлі жаңа механизмге негізделген. [3]



Сурет 2 – Пресстің сұлбасы

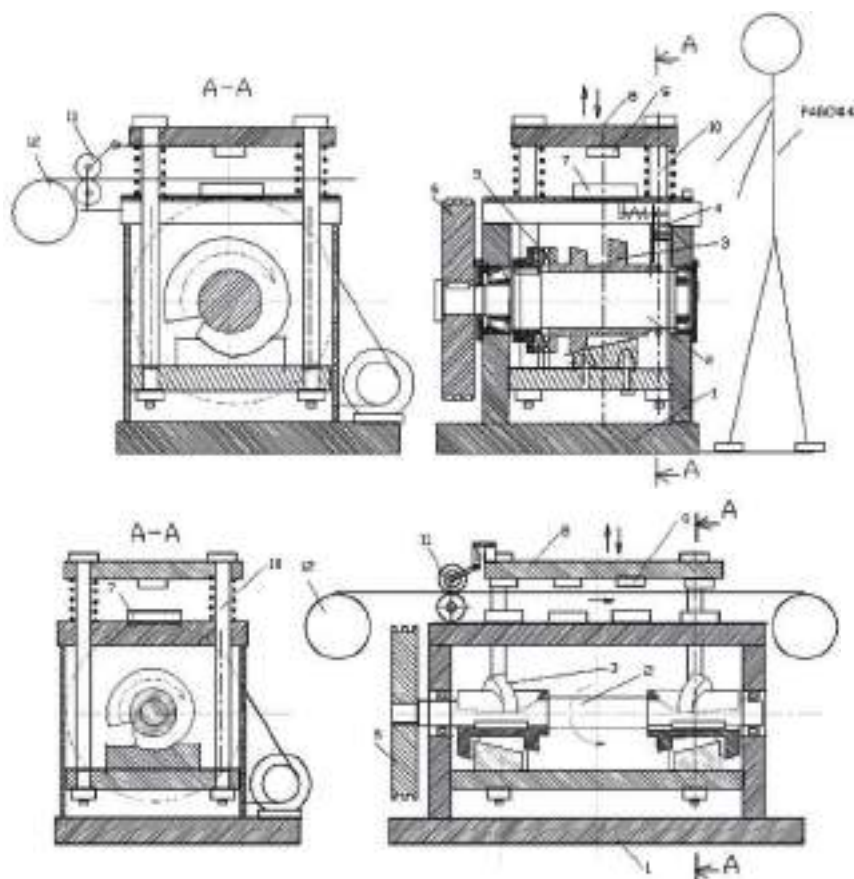
Баспа келесідей жұмыс істейді. Жетекші білік 1 цилиндрмен 2 бірге жетектен айналады. Спиральды беттің 3 төменгі АВ генератриксі біліктің 1 осі бойымен қозғалады, бетке 6 жақындайды. АВ L_x ұзындығына жылжыған кезде ол 6 бетінің CD генератриксімен, 3 бұрандалы бетімен және жанасады. беті 6 жанасады және олардың арасында жанасу аймағы пайда болады. Бұрандалы бет 3 6 бетке және сырғытпаға 4 басылады, ол төмен жылжиды, серіппелерді 7 қысады. 4 сырғытпамен бірге 8 аспап қозғалады, ол дайындамаға басады (2-сурет).

Осыдан кейін 3-беттің 6-бетпен жанасуы ашылады және сырғытпа 4, 6-бетпен және 8-құралмен бірге серіппенің 7 әсерінен бастапқы орнына дейін көтеріледі. Осыдан кейін А нүктесі әлі де L_c -ке тең қашықтықты жүріп өтеді, содан кейін бұрандалы бет 3 өзінің толық

айналымын аяқтайды және бүкіл цикл қайтадан қайталанады. 3 және 6 беттердің бір-біріне қатысты еркін қозғалуы үшін үйкеліс күштерін азайту үшін бұл беттерді үнемі маймен майлайды. [4]

Дискінің төменгі орналасуымен жұдырықшалы-бұрандалы престің жаңа макеті ұсынылады. Бұл прес конструкциясын жеңілдетуге, биіктігін 2 есеге төмендетуге, металл шығынын шамамен 20%-ға төмендетуге мүмкіндік береді. Білік осінің жұмысшы осіне қатысты пердикулярлы орналасуы бар схема болуы мүмкін. Бұл жұмыстың қолайлылығы мен қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді. [5]

Жаңа пресстің тиімділігін арттыру үшін жетекті төменгі жағында орналастыру ұсынылады. 5А-суретте төменгі жетекі бар престің диаграммасы көрсетілген. Бұл престің металдық құрамын, оның биіктігін азайтады, жабдықтың динамикалық тұрақтылығын арттырады. Төменгі жетегі бар иінді пресстер іс жүзінде жасалмаған. Иінді орналасуында төменгі жетек престің биіктігін арттыратын ұзын шатун бар. Сондай-ақ, иінді пресе сырғытпа тақтайшасы 8 перфоратормен 9 бастапқы орнына көтеріле бастағанда кептелу мүмкіндігі айтарлықтай артады (құрал алу аймағы 1800-1850, 3-сурет), өйткені пластинаның 8 массасы айтарлықтай үлкен.



Сурет 3 – А) Төменгі жетекті жұдырықшалы бұрандалы прес, В) Төменгі жетекті тартқыш бұрандалы көп позициялы пресс машинасы, 1-рамалы, 2-білік, 3-жұдырықшалы цилиндр, 4- іске қосу механизмі, 5 - жұдырықшалы ілінісу, 6 руль дөңгелегі, жұмыс үстеліндегі 7 аспап-матрица, 8-пластикалық сырғытпа, 9-аспап-тескіш, 10-қайтару серіппесі бар илемдеуіш, 11-шығыршықты беру, 12-болат таспа орамы.

Зертеу нәтижесін қорыта келе төменгі жетек позициясы бар жұдырықшалы бұрандалы престің жаңа схемасы ұсынылады (3-сурет). Бұл престің конструкциясын жеңілдетеді, биіктігін 2 есе азайтады, металл шығынын шамамен 20% азайтады. Білік осінің жұмысшыға қатысты перпедикуляр орналасуымен схема мүмкін. Бұл жұмыстың ыңғайлылығы мен қауіпсіздігін арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Авт. свидетельство СССР 1774921, Безмуфтовый пресс / Абдраимов С. и др., МПК В 30 В 15/14, опубл. 07.11.92. Бюл. 41,
2. Свистунов В.Е. Кузнечно-штамповочное оборудование. Кривошипные прессы. Учебное пособие. -М. МГИУ, 2008, 680 с.
3. Патент РФ 2320486, Устройство для вывода кривошипного пресса из заклинивания/ Корнилов В В, МПК В30В15/28, опубл. 15.05. 94 Бюл.20
4. Живов Л.И., Овчинников А.Г., Складчиков Е.Н. Кузнечно-штамповочное производство. Учебник для вузов./ под ред. Л.И.Живова.- М.: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.- 560 с.
5. Патент РФ 2136502, Устройство для затяжки разъемной станины пресса и выведения пресса из распора/ Авилов В И., Дибнер Ю.А., Старых О.В. МПК В30В15/28, опубл. 15.06. 93 Бюл.18
6. Патент РФ 2033877, Устройство для затяжки разъемной станины пресса и выведения пресса из распора /Горожанин В.Н. МПК В30В15/28, опубл. 30.01. 93 Бюл.5.

Исследование конструкции кулачкового пресса с нижним приводом.

Ш.Б.Кабылбек 

Аннотация. В данной статье рассматривается первый графический чертеж механического пресса - винтового компрессора. Приведены аналитические расчеты нижнего приводного кулачкового пресса. Эта рекомендация подходит для уменьшения высоты компрессора в 2 раза и мощности металла на 20%. Для увеличения доли рабочего хода применяют вращение рабочего вала компрессора с двумя скоростями - тихоходной и быстроходной остановкой. Для этого, например, используется специальный двухскоростной оборот. В приводе со специальными инверсиями используются двухскоростные фрикционные или электромагнитные муфты со встроенным планетарным редуктором. Эта проблема решалась по-разному. Работа в основном была направлена на укрепление силы революций. Но такой подход удорожает революцию и прессу в целом. В работе предпринимается попытка создания пресса без механической муфты на основе рычажного механизма переменной конструкции.

Ключевые слова: кривошипный пресс, кулачковый привод с нижним приводом, процесс штамповки.

Investigation of the design of a cam press with a bottom drive.

Sh.B.Kabylbek 

Abstract. This article considers the first graphic drawing of a mechanical press - a screw compressor. Analytical calculations of the lower drive cam press are provided. This recommendation is suitable for reducing the height of the compressor by 2 times and the capacity of the metal by 20%. To increase the proportion of the working stroke, the rotation of the working shaft of the compressor with two speeds is used - a slow-acting stroke, and a high-speed stop. For this, for example, a special two-speed revolution is used. Two-speed friction clutches or electromagnetic clutches with built-in planetary gear are used in the drive with special inversions. This problem has been solved in different ways. The work was mainly aimed at strengthening the strength of the revolutions. But this approach increases the cost of the revolution and the press in general. At work, an attempt is made to create a press without a mechanical coupling based on the lever mechanism of the variable structure.

Keywords: crank press, bottom drive cam drive, stamping process.

ЖЕЛДІҢ ТҢМЕН ЖЫЛДАМДЫҒЫНА АРНАЛҒАН ЖЕЛ ГЕНЕРАТОРЫН ЖОБАЛАУ

Жумадилда А.О. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы.

aarm3302@gmail.com

Аңдатпа. Мақалада үй шаруашылығында электр энергиясын өндіру үшін пайдаланылатын Архимедтің жел турбинасына назар аударылады. Архимед аэродинамикалық жел турбинасының (ААЖТ) құрылысы мен талдауы төменде сипатталады. Жел турбинасы-кинетикалық энергияны айналдыру Энергиясына немесе механикалық энергияға түрлендіретін, содан кейін оны электр энергиясына айналдыратын түрлендіргіш. Жел турбиналары екі түрге бөлінеді: көлденең осі бар жел турбиналары (КОЖТ) және Тік осі бар жел турбиналары (ТОЖТ). Архимед жел турбинасы-көлденең осі бар жел турбинасының жаңа түрі, бір-біріне оралып, содан кейін кеңейетін үш дөңгелек пышақтан тұрады. Бұл арнайы дизайн турбинаға көбірек ауа ағынын қамтамасыз етеді. (ААЖТ) -бұл АЖТ-ның жетілдірілген формасы, ол пышаққа фольга профилін береді. Бұл мақаланың түпкі мақсаты Архимедтің аэродинамикалық жел турбинасының моментін Архимедтің спиральды жел турбинасымен салыстыру болып табылады. Жел турбинасының жаңа қалағын жобалау CREO бағдарламалық пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды және есептеу гидродинамикасын (CFD) талдау моментті бағалау үшін пайдаланылды. ААЖТ жүзінің сипаттамасы. CFD талдауынан ААЖТ алған момент желдің әлсіз және орташа жылдамдығында үлкен болады, яғни ол қалалық жерлерге көбірек сәйкес келеді.

Негізгі сөздер: Архимед жел турбинасы, аэродинамикалық Қанат, есептеу гидродинамикасы (CFD), жылдамдық, момент.

Жел энергиясы басқа жаңартылатын ресурстармен салыстырғанда бай ресурс болып табылады. Сонымен қатар, күн энергиясынан айырмашылығы, оны пайдалануға климат пен ауа-райы әсер ете алмайды. Бұл жер бетінен өтетін ауа ағынынан келетін жаңартылатын энергия көзі. Жел турбиналары желден кинетикалық энергияны алатын және оны үйді, ферманы, мектепті немесе бизнес қосымшаларын шағын (тұрғын), орта (Қоғамдық) немесе үлкен көлемде электр қуатымен қамтамасыз ететін пайдалы қуатқа айналдыратын түрлендіргіш ретінде әрекет етеді. Жел турбинасы бірнеше негізгі бөліктерден тұрады, атап айтқанда ротор, генератор, басқару жүйесі және т.б. Ротор желмен қозғалады және жел жылдамдығына байланысты белгілі бір жылдамдықпен айналады, осылайша генератор электр энергиясын шығара алады. Жерге көлденеңінен параллель орнатылған білігі бар Турбина көлденең осі бар жел турбинасы деп аталады. Тік осі бар жел турбинасында жерге перпендикуляр білік бар. Жел турбинасының қуаты желдің жылдамдығына және желдің кинетикалық энергиясын барынша алу үшін пышақтың дизайнына байланысты, зерттеушілер пышақтың тиімді геометриясын жобалауға көп күш жұмсады. Білік пен айналу осінің бағыты жел турбинасының алғашқы жіктелуін анықтайды. Ерте кезеңде жел турбиналарының пышақтарын жобалау үшін ұшақ қанаттарының аэродинамикалық формалары қолданылды. Аэродинамикалық профиль пішінін таңдау жел турбинасын жобалаудың маңызды элементі болып табылады, өйткені ол кинетикалық энергияны айналым энергияға максималды түрлендіруге жауап береді. Қазақстанда желдің орташа жылдамдығы 20 м биіктікте 3 мс⁻¹ құрайды; сондықтан жел төмен жылдамдығы сәйкес келеді.

Қазіргі уақытта Архимед жел турбинасына назар аударылады-бұл үш дөңгелек пышақтан тұратын жаңа типтегі жел турбинасы. Олар бір-біріне спираль түрінде оралады, содан кейін үш өлшемді конустық турбинаны құру үшін кеңейеді. Ескі VTGO-дан айырмашылығы, жел энергиясынан қуат алу үшін көтеру күшін пайдаланады, Архимедтің спиральды жел турбинасы көтеру күшін де, қарсылық күшін де пайдаланады. Бұл арнайы дизайн желдің турбинаға тиімді 60 градус бұрышпен тартылуын қамтамасыз етеді, ал катушкалар желді 90 градусқа бұрады [2].

Архимед жел турбинасының сипаттамаларын жақсартуға бағытталған зерттеулердің бірнеше тиісті түрлері бар. 2009 жылы, Тиммер және Тоет Архимед спираль шағын жел турбинасының әлеуетін және оңтайлы шығыс қуатын зерттеу үшін іргелі зерттеулер жүргізді [3]. Олардың зерттеулерінде өлшенген ең жоғары тиімділік 12% құрады [4]. Лу және басқалар жақында Архимедтің жел турбинасының спиральды қалағын жобалау әдісін ойлап тапты және

ANSYS CFX көмегімен сандық модельдеуді жүргізді. 2014 жылы Кен Чун Ким, Хо Сон Жи CFD талдауын қолдана отырып, Архимед жел турбинасының аэродинамикалық сипаттамаларын зерттеді, 2D бөлшектердің бейнелеу велосиметриясы (PIV) бұл әдіс CFD нәтижелерін пышақтың жақын өрісінде зерттеу үшін қолданылады [5]. Әдебиеттерді шолудан Архимедтің жел турбинасын аэродинамикалық пышақпен зерттеу бұдан былай зерттелмейтінін көруге болады. Бұл зерттеу аэродинамикалық профилі бар жел турбинасының пышағының айналмалы кезеңінің қасиеттерін зерттеуге бағытталған. NASA аэродинамикалық профилі Архимедтің жел турбинасының қалақтарын талдау үшін қарастырылады және осы жұмысты тексеру мақаланы салыстыру арқылы жүргізіледі [6].

Бұл зерттеуде диаметрі 1500 мм және ұзындығы 1500 мм болатын Архимедтің аэродинамикалық жел турбинасының жүзін жобалау CREO 2.0 және коммерциялық қол жетімді ANSYS Fluent бағдарламалық жасақтамасы жел жағдайларына байланысты момент, қуат, көтеру күші және қарсылық күші, жылдамдық және қысымның таралуы сияқты аэродинамикалық сипаттамаларды болжау үшін қолданылады. соңғы элемент әдісіне (FEM) негізделген k-omega (SST) ығысу кернеуін беру арқылы RANS моделін қолдану арқылы.

Архимед аэродинамикалық жел турбинасының конструкциясы

1-суретте Архимед спиральды жел турбинасының схемалық диаграммасы көрсетілген, оның үш жүзі бір-бірімен 1200-ге қосылған және біліктің айналасында симметриялы орналасқан. Архимед спиральді жел турбинасы қалағының сыртқы диаметрі 1500 мм, қалыңдығы - 5 мм, ал ұзындығы-1500 мм [4].



Сур. 1-Архимед жел турбинасының геометриялық моделі (АЖТ)

Әдіснама нәтижелері

Жел турбинасы жүзінің аэродинамикалық сипаттамаларын есептеу гидродинамикасы (CFD) арқылы зерттеуге болады. бұл физика механикасының бөлімдерінің бірі. Есептелген сұйықтықтың динамикасы (сонымен қатар есептеу сұйықтығының динамикасынан алынған CFD) - ағын процестерінің сипаттамаларын есептеудің физикалық, математикалық және сандық әдістерінің жиынтығын қамтитын континум механикасының бөлімі. Бұл пән гидроаэродинамикамен тығыз байланысты. Компьютерлер Сұйықтықтар мен газдардың шекаралық шартпен анықталған беттермен әрекеттесуін модельдеу үшін қажетті есептеулерді орындау үшін қолданылады. CFD ғалымдар мен инженерлерге сандық эксперименттер жүргізуге, яғни виртуалды ағынды зертханада компьютерлік модельдеуге мүмкіндік береді. CFD жылдам және сөзсіз арзан. Дәстүрлі тәсілдермен салыстыру бойынша проблемалық міндеттерді шешуге кететін уақыт пен шығындарды айтарлықтай қысқарту.

Есептеу тәсілі

CFD FLUENT турбуленттіліктің әр түрлі моделінен тұрады, онда ағынның бөлінуін болжау үшін екі теңдеуге негізделген модель болып табылатын K- ω ығысу кернеуін беру (SST) турбуленттілік моделі қолданылды. SST k- ω турбуленттілік моделі k- ϵ турбуленттілік моделін де, k- ω турбуленттілік моделін де пайдаланады, мұндағы k-турбуленттіліктің

кинетикалық энергиясы, ε -турбуленттіліктің кинетикалық энергиясының шашырау жылдамдығы, ω -нақты шашырау жылдамдығы.

Торды құру

Есептеу аймағын құру және тор құру үшін коммерциялық қол жетімді ANSYS тор құру құралы жел туннелінің моделін құру және есептеу аймағында пышақтың айналасында аморфты тор жасау үшін қолданылады. Суретте көрсетілгендей, 3D АВТО пышақ кіру және шығу шарттары бар қиялды жел туннелінің ішіне орналастырылады. Туннель мен ротордағы (автомобильдегі) түйіндер саны - 241 835 және 39 084, ал түйіндердің жалпы саны - 280 919 ұсақ тормен және алтыбұрышты доминантты әдіспен.

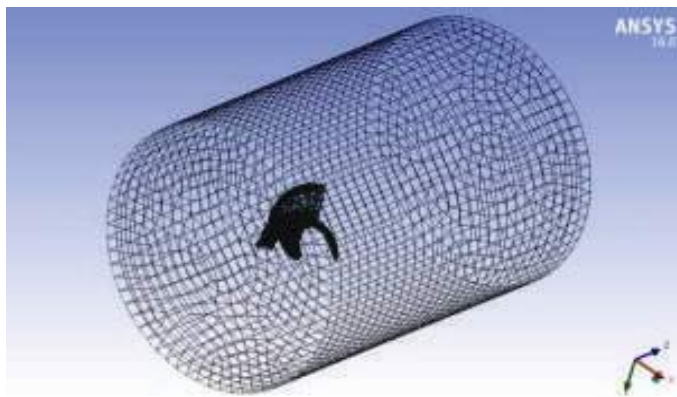
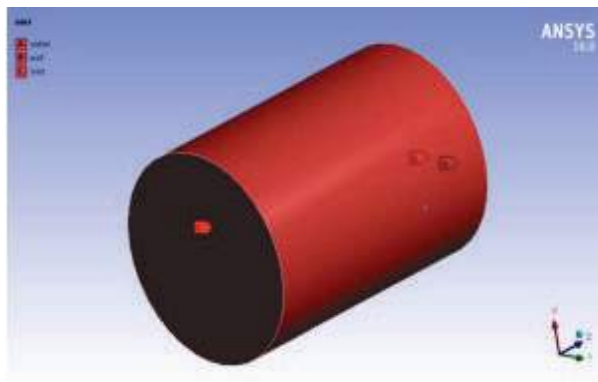


Рис. 5 - Зацепление неподвижной и вращающейся области

Шекараларды орнату

Бұл талдауда шекаралық жағдайлар желдің жылдамдығы – 1-ден 15-ке дейін мс-1 ротордың бұрыштық жылдамдығы– 100, 200, 300, 400, 500 минутына айналу кезінде шығу шарттары-қабырғаның атмосфералық қысымы-суретте сырғып кетудің болмауы. 6 ағындар шығатын Шығыс саңылауын (а) көрсетеді, қабырғалар (Б) ағынды шектейтін шекара ретінде әрекет етеді, сұйықтық ағыны жел турбинасының пышақтарына түсетін кіріс (В).



Сур. 6-Fluent-те көрсетілген шекаралық шарт

Қорытынды нәтижелері

Бастапқыда 3D CFD талдауы желдің жылдамдығы 1-ден 15 мс-1-ге дейін, 2 мс-1 интервалмен, ал ротордың жылдамдығы 100-ден 500 айн/мин-ге дейін, сәйкесінше 100 интервалмен жасалады. Желдің жылдамдығы біркелкі болады деп болжанады.

S.No	Wind speed (ms ⁻¹)	Torque(AWT) N-m	Torque (AAWT) N-m
1	1	0.31	0.34
2	3	2.88	3.20
3	5	8.05	9.05
4	7	15.85	17.92
5	9	26.26	29.85
6	11	39.31	44.86
7	13	54.99	63.07
8	15	73.30	84.06

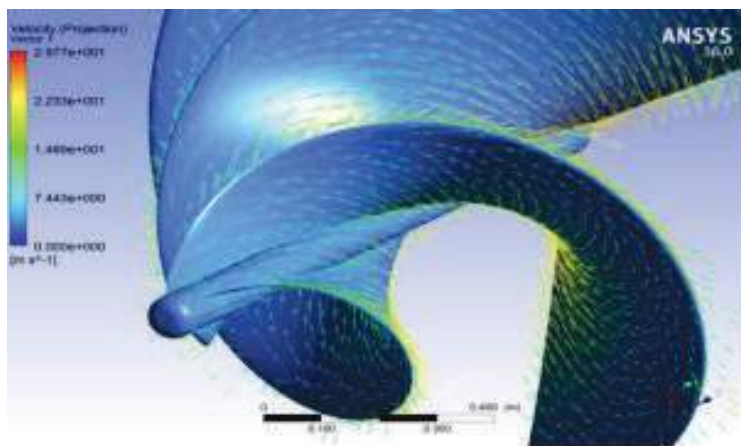
Кесте-1.CFD талдау нәтижесінде алынған деректер

Archimedes aerofoil жел турбинасымен NACA 6409 9% аэродинамикалық профилімен алынған нәтижелер Archimedes спиральды жел турбинасымен салыстырылады. 1-кестеде CFD Fluent-тен алынған деректер. - Сур. 7 сары қысық автомобильдің моментін көрсетеді, ал қызыл - vtgo әр түрлі



Сур. 7-моментті салыстыру

нәтижелер моменттің төмен жылдамдықта шамамен 10% -15% және орташа жылдамдықта 15% - дан асқанын көрсетеді. Ағынның бағыты солдан оңға қарай, спираль мен аэродинамикалық профильдің пішініне байланысты жылдамдық пышақтың ішкі жағындағы жетекші жиектен жоғарылайды, яғни сұйықтық ағыны пышақты тездетеді және 8-суретте көрсетілгендей пышақтың соңында ең жоғары жылдамдықтар анықталды.



Сур. 8-турбина қалағына берілетін ағынның бағыты

Архимедтің аэродинамикалық профилі бар жел турбинының аэродинамикалық сипаттамаларын, суреттегі жылдамдық контурларын білу. 9 пышақтың орталық бөлігіндегі жылдамдық өрісі көбейгенін көрсетеді. Жоғарыда келтірілген 8-суретте пышақтардағы ағынның бағыты ротордың сағат тіліне қарсы айналу бағытына сәйкес келетіні көрсетілген. Пышақтың айналасында максималды қысым, ал артқы жағында ең аз қысым анықталды. АВТО қысымның таралуы суретте көрсетілген. 10. Пышақ айналу кезеңінде қысым мен сору жағы арасындағы қысым айырмашылығы ВТА-дағы қысым айырмашылығынан гөрі көбірек болады, осылайша үлкен момент пайда болады. Желдің жылдамдығы жоғарылаған сайын қысымның айырмашылығы артады, яғни көп энергия алуға болады. Барлық жағдайларда, пышақтың ұшындағы теріс қысым жел турбинының пышағы тартылыс күшін тудыруы мүмкін.

Қорытынды

Архимедтің аэродинамикалық профилі бар жел турбинының крутящий сипаттамаларын зерттеу үшін CFD Архимед аэродинамикалық профилі бар жел турбинында және Архимедтің жел турбинында әр түрлі жел мен ротордың айналу жылдамдығында жүргізілді

1. Архимедтің жел турбинының пышағы үшін аэродинамикалық Профильді қолдану АЖТ-ге қарағанда төмен жылдамдықта моментті 15% - ға арттырады, бұл желдің төмен және орташа жылдамдығына қолайлы екенін білдіреді

2. Бұл қуат желдің жылдамдығына және жел турбинының пышақтарының дизайн параметрлеріне байланысты екенін көрсетеді

3. Архимедтің аэродинамикалық жел турбины басқа жел турбиналарына қарағанда төмен және орташа жылдамдықта көп қуат алады

4. Электрондық құрал-жабдықтардың қажеті жоқ, өйткені көтеру күші де, қарсылық күші де пайдаланылады, бұл шығындарды азайтады.

5. CFD нәтижелеріне сәйкес, жел турбины Архимедтің аэродинамикалық профилі Архимедтің спиральды жел турбинына қарағанда әлдеқайда перспективалы болып көрінеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1]. Han Cao —Aerodynamics analysis of small horizontal axis wind turbine blades by using 2D and 3D CFD modelling| May 2011.

[2]. Drs. M. Mieremet, Kyung Chun Kim, Dr Joon Ho Baek, Ho Seong Ji, —The aerodynamic method of the Archimedes wind turbine| Power Solution 27th may 2014, unpublished

[3]. Timmer, W.A.; Toet, S. —Verslag van de Metingen aan de Archimedes in de Lage-Snelheids Windtunnel van| DNW; TU Delft: Delft, The Netherlands, 2009.

[4]. Kyung Chun Kim, HoSeongJi, Yoon Kee Kim, Qian Lu, JoonHoBaek and RinusMieremet, —Experimental and numerical study of the aerodynamic characteristics of an Archimedes spiral wind turbine blade| Energies 2014, 7:7893–7914. doi:10.3390/en7127893

[5]. Raju Kumar, Priyanka Jhavar, Sanjay Kalraiya —A CFD Analysis of a Wind Turbine Blade Design at Various Angle of Attack and Low Reynolds Number | International Journal Scientific Research and Engineering Trend Vol. 2, Issue. 5, Sep 2016

[6]. Shashank Chaudhary, Shubham Jaiswal, Richa Nanda, —Comparison of torque characteristics of Archimedes wind turbine evaluated by analytical and experimental study|, International Journal of Mechanical and Production Engineering, Vol – 4, Aug 2016

[7]. Ho Seong Ji, Joon Ho Baek —An aerodynamic performance study on a small wind turbine with 500 w class through wind tunnel experiment|, International Journal of Renewable Energy, Vol.1, 2016.

Проектирование ветрогенератора для низких скоростей ветра

Жумадилла А.О. 

Аннотация. В статье основное внимание уделяется ветротурбине Архимеда, используемой для производства электроэнергии в домашних хозяйствах. Конструкция и анализ аэродинамической ветротурбины Архимеда (АВТА) будут описаны ниже. Ветряная турбина - это преобразователь, который преобразует кинетическую энергию в энергию вращения или механическую энергию, а затем преобразует ее в электрическую энергию. Ветряные турбины подразделяются на два типа: ветряные турбины с горизонтальной осью (ВТГО) и ветряные турбины с вертикальной осью (ВТВО).

Ветротурбина Архимеда - это новый тип ветротурбины с горизонтальной осью состоящий из трех круглых лопастей, которые оборачиваются друг вокруг друга, а затем расширяются. Эта специальная конструкция обеспечивает поступление большого количества воздуха в турбину. АВТА - это усовершенствованная форма ВТА, которая придает лезвию профиль из аэро-фольги. Конечной целью данной статьи является сравнение крутящего момента аэродинамической ветротурбины Архимеда со спиральной ветротурбиной Архимеда. Проектирование новой лопасти ветротурбины было выполнено путем с использованием программного пакета CREO, а для оценки крутящего момента использовался анализ вычислительной гидродинамики (CFD). характеристики лезвия АВТА. Из анализа CFD делается вывод, что крутящий момент, получаемый АВТА, больше при слабых и умеренных скоростях ветра, что означает, что он больше подходит для городских районов.

Ключевые слова: Ветротурбина Архимеда, аэродинамическое крыло, Вычислительная гидродинамика (CFD), Скорость, Крутящий момент.

Design a wind turbine for low wind speeds

A.O. Zhumadilda 

Abstract. The article focuses on the Archimedes wind turbine used to generate electricity in households. The design and analysis of the Archimedes aerodynamic wind turbine (AVTA) will be described below. A wind turbine is a converter that converts kinetic energy into rotational energy or mechanical energy, and then converts it into electrical energy. Wind turbines are divided into two types: wind turbines with a horizontal axis (VTGO) and wind turbines with a vertical axis (VTVO). The Archimedes wind turbine is a new type of wind turbine with a horizontal axis consisting of three round blades that wrap around each other and then expand. This special design ensures that more air enters the turbine. AVTA is an advanced form of VTA, which gives the blade an aero-foil profile. The ultimate goal of this article is to compare the torque of an Archimedes aerodynamic wind turbine with an Archimedes spiral wind turbine. The design of the new wind turbine blade was carried out by using the CREO software package, and computational fluid dynamics (CFD) analysis was used to estimate the torque. characteristics of the AVTA blade. From the CFD analysis, it is concluded that the torque obtained by the AVTA is greater at weak and moderate wind speeds, which means that it is more suitable for urban areas.

Keywords: Archimedes wind turbine, aerodynamic wing, Computational fluid dynamics (CFD), Speed, Torque.

КӨТЕРІП – ТАСЫМАЛДАУ МАШИНАЛАРЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ.

Д. Р. Кулсугурова

d.kulsugurova@satbayev.university

Андатпа. Мақалада сенімділік көтерудің, яғни элементтердің параллель қосылыс жолы құрылымдық резервтеу болып табылатын құрылымдық әдісі келтірілген. Машинажасау саласындағы машиналардың сенімділігін көтеру және де көтеріп - тасымалдау машиналарындағы (КТМ) қалпына келтіру жүйесіндегі резервтеу принципі келтірілген. Құрылымдық резервация деңгейі әр түрлі болады: жалпы және жеке резервтеу. Әр резервтеу деңгейінің жекешеленген түрлерін бөлу. Резерв өшіру әдісінің түрлерін дараландыру және анықтау. Резервация күйі мен қызылын жіктеу, бөліп түсіндіру.

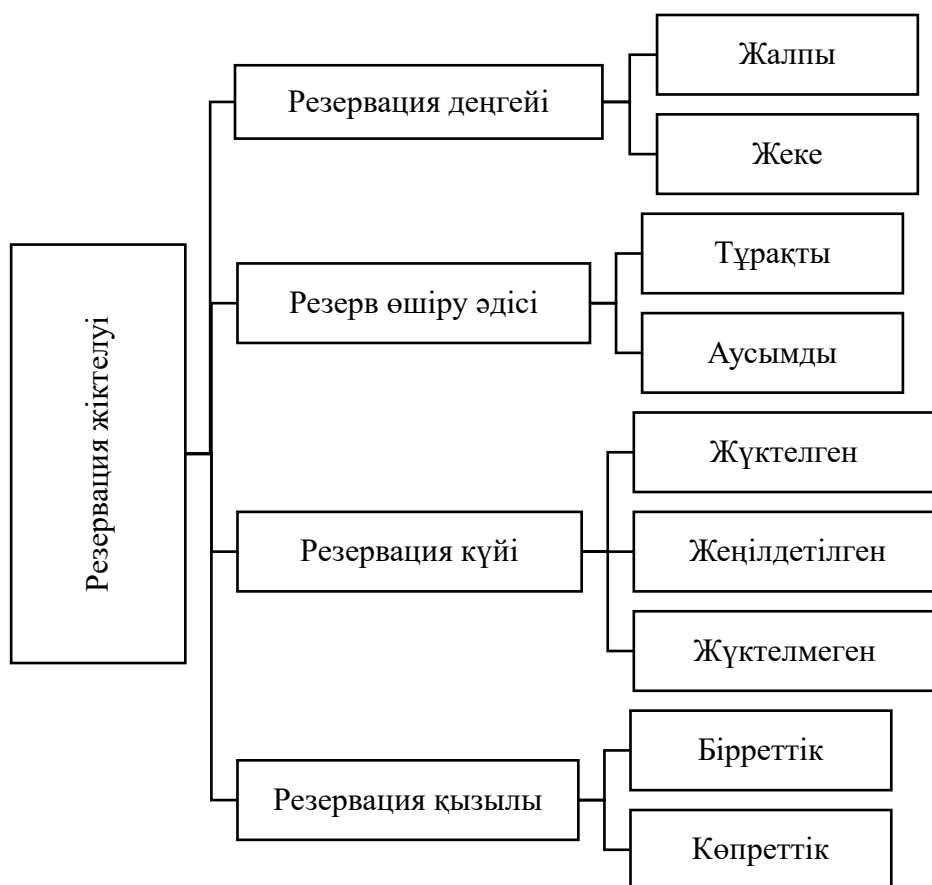
Негізгі сөздер: резервтеу, резерв, сенімділік жүйесі.

Резерв - резервтеу үшін қолданылатын қосымша жабдықтар жиынтығы және (немесе) мүмкіндіктері.

Резервтеу - қосымша жабдықтар қолданылуы немесе (бір немесе бірнеше)

элементтердің істен шығуы кезінде объекттің жұмыс қабілеттілік күйін сақтау мүмкіндігінің қолданылуы.

Реттік белгілері бойынша құрылымдық резервация жіктелуі. (1 сур.)



Құрылымдық резервация деңгейі әр түрлі болады: жалпы және жеке резервтеу. Жалпы резервтеу дегенміз объекттің жалпы резервтелуі (2, б, в суретте). Жеке резервтеу кезінде объекттің жеке элементтері (бөлшек, түйін, блок, агрегат) резервтеледі (2, г, д суретте). Бұлардан басқа жалпы мен жеке резервтеудің үйлесімділігі арқылы - аралас резервтеу түрі бар. Жеке резервтеу жалпы резервтеуден әлдеқайда тиімді, жеке резервтеу кезінде резервтеу деңгейі төмендеуі кезінде тиімділігі жоғарлайды, демек объекттің бір бөлшегі біртұтас резервтелсе, объекттің ақаусыз жұмыс істелуі жоғарлайды.

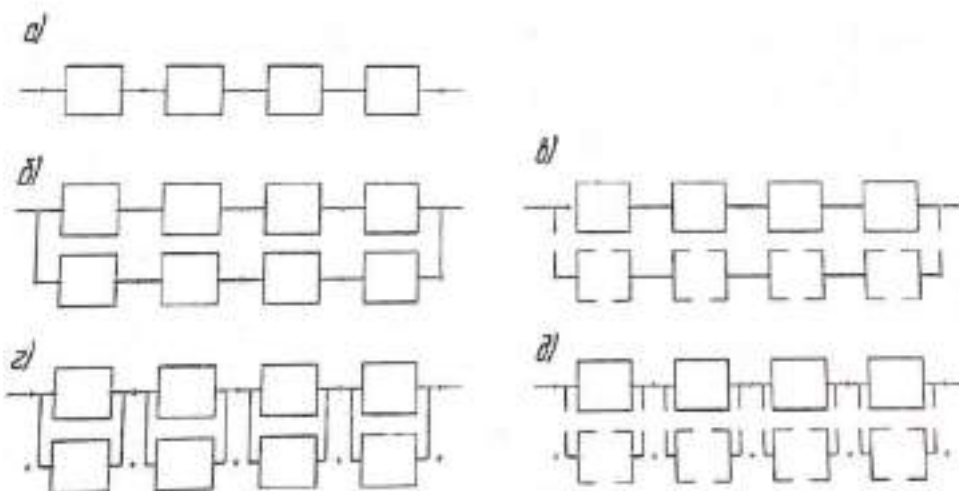
Тұрақты құрылымды резервация - резервті элементтер барлық жұмыс істеу уақытында

басты элементтермен бірдей функцияланады және бірдей режимде болады. КТМ де тұрақты резервтеу жиі қолданылады, мысалы құю кранының көтеру механизмінен екі тежеуіш, бірнеше арқандағы көтергіш кабинасының ілмесі.

Тұрақты резервтеу кезінде жүйенің тоқырау ықтималдығы элементтердің параллель байланысы кезіндегі тоқырау ықтималдығы сияқты анықталады, ықтималдық көбейту теоремасы формула бойынша анықталады:

$$F_c(t) = F_1(t) F_2(t) \dots F_i(t) \dots F_n(t) = \prod_{i=1}^n F_i(t) \quad (1)$$

Мұнда, n - параллель байланысқан элементтер саны; $F_i(t)$ - жүйенің i - элементінің істен шығу ықтималдығы;



2. сур. Резервация түрлерінің жүйелік сызбасы

Практикада орын алатын тең сенімді элементтерде $F_i(t)$ $F(t)$ және (1) формуласы мынадай күй қабылдайды:

$$F_i(t) = F^n(t) \quad (2)$$

Бұл формуладан элементтердің параллель байланысы объектінің сенімділігін көтеру үшін ең тиімді екенін көрсетеді.

Құрылымды ауыстырымды резервтеу - бұл басты элементтің функциясы басты элемент істен шыққанда резервтеуге берілетін резервтеу. Резервті элементке функцияның берілуі қолмен немесе автоматты жүзеге асыуы мүмкін.

Басты және резервтегі элементтерді бір жүйе деп қарастыруға болады, бұл жүйеде істен шығу өзінің функцияларын тоқтатқанша бірнеше істен шығуларға жол беріледі. Сондықтан n бірдей элементтерден құралатын жүйенің істен шығу ықтималдығы бір басты және $n - 1$ резервті элементтен тұратын, нормальді эксплуатация периодында экспоненциалды таратудағы істен шығу Пуассон формуласымен анықталады:

$$F_c(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} \exp(-\lambda t) \quad (3)$$

мұнда, λ - істен шығу (қауіп) қарқындылығы.

Экспоненциалды функцияны $P(t) = e^{-\lambda t}$ Макс-Лорен катарына саламыз:

$$P(t) = 1 - \lambda t + \frac{\lambda^2}{2!} t^2 - \frac{\lambda^3}{3!} t^3 + \dots \quad (4)$$

сызықты емес мүшесін алып тастаймыз, сонда

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t \quad (5)$$

Жоғары сенімді элементтер кезінде λt аз, $\exp(-\lambda t) \approx 1$ және (5) формула бойынша $\lambda t \approx F(t)$

$$F_c = \frac{(\lambda t)^n}{n!} = \frac{F^n(t)}{n!} \quad (6)$$

(2) және (6) формуладан резервті элементтер жүктеме астында орналаспағандықтан, тұрақты резервтеу кезінде қарағанда ауыстырымды резервтеу кезінде істен шығу ықтималдығы $n!$ есе кіші. (6) формула резервті элементке функцияның сенімді берілуі шартында ғана әділ. Егер функцияның берілуі сенімділігі жеткіліксіз болса, ұтым жоғалады.

Құрылымды резервтеудің әр түрлі әдістерінің эффективтілігін әрқайсысының ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $P(t)=0,9$ және істен шығу ықтималдығы $F(t)=0,1$ деп алып төрт бірізді байланысқан элементтер жүйесінде қарастырамыз

Резервтеусіз жүйе (2, а суреті):

$$P_c(t) = P^4(t) = 0,9^4 = 0,66 \\ F_c(t) = 1 - P_c(t) = 1 - 0,66 = 0,34$$

Жүйенің жалпы тұрақты резервтелуі (2, б суреті)

$$F_{p.c}(t) = F_c^2(t) = 0,34^2 = 0,12 \\ P_{p.c}(t) = 1 - F_{p.c}(t) = 1 - 0,12 = 0,88$$

Сенімді қосып өшірумен ауыстырылған жүйенің жалпы резервтелуі (2, в суреті):

$$F_{p.c}(t) = \frac{F_c^2(t)}{2!} = \frac{0,34^2}{2!} = 0,66; P_{p.c}(t) = 1 - F_{p.c}(t) = 1 - \frac{F_c^2(t)}{2!} = 1 - \frac{0,34^2}{2!} = 0,94.$$

Жүйедегі әрбір элементтің тұрақты жеке резервтелуі (2, г сурет):

$$P_{p.c}(t) = [1 - F_c^2(t)]^4 = [1 - 0,12]^4 = 0,96 \\ F_{p.c}(t) = 1 - P_{p.c}(t) = 1 - 0,96 = 0,04$$

Жүйедегі әрбір элементтің ауыстырылуымен жеке резервтеуі (2, д сурет):

$$P_{p.c}(t) = \left[1 - \frac{F_{p.c}^2(t)}{2!}\right]^4 = \left[1 - \frac{0,12^2}{2!}\right]^4 = 0,98 \\ F_{p.c}(t) = 1 - P_{p.c}(t) = 1 - 0,98 = 0,02$$

Бұл мысал жеке резервтеу жалпы резервтеуден әлдеқайда тиімді екенін көрсетеді, сенімді ажыратып қосу кезінде ауыстырып резервтеу тұрақты резервтеуден әлдеқайда тиімді екенін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Брауде В.И., Семенов Л.Н. Надежность подъемно-транспортных машин 1986. Мягкая обложка. 184с.
2. Кацман М.М., Электрический привод. Издательство: Академия Год: 2011 Страниц: 384с.
3. Ключев В. И., (2001) Теория электропривода: учеб. для вузов.

Повышение надежности подъемно-транспортных машин.

Д. Р. Кулсугурова 

Аннотация. В статье представлен структурный метод повышения надежности, то есть структурное резервирование, при котором параллельный путь соединения элементов является структурным резервированием. Также приведен принцип резервирования в системе восстановления на подъемно - транспортных машинах (ПТМ). Уровень структурной резервации варьируется: общее и индивидуальное резервирование. Распределение отдельных видов каждого уровня резервирования. Индивидуализация и определение видов метода резервирования. Классификация, выделение и интерпретация состояния резервации.

Ключевые слова: резервирование, резерв, надежность системы.

Improving the reliability of lifting and transport machines.

D. R. Kulsugurova 

Abstract. The article presents a structural method of increasing reliability, that is, structural redundancy, in which the parallel path of connecting elements is structural redundancy. The principle of redundancy in the recovery system on lifting and transport vehicles (PTM) is also given. The level of structural reservation varies: general and individual reservation. Distribution of individual types of each reservation level. Individualization and definition of types of reservation method. Classification, allocation and interpretation of the reservation status.

Keywords: backup, reserve, system reliability.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОЛОЧЕНИЯ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СХЕМЫ ДЕФОРМАЦИИ

М.Т. Камбар , А.Т. Альпеисов, Д. Р. Кулсугурова 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

madina.kambar@bk.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрены нестандартные, способы волочения, усовершенствованные путём изменения схем движения заготовки через волокна. Проведено компьютерное моделирование процессов волочения в программе DEFORM-3D для выбора рациональной схемы волочения. Используются геометрические параметры инструмента (волокна) и заготовки по технологии волочения стальной проволоки в условиях ТОО «Каз-Метиз» необходимые для построения моделей процесса. Исследованы следующие параметры при волочении заготовки по цеховой схеме: степень деформации, среднее гидростатическое давление, усилие волочения.

Ключевые слова: волочение, схемы волочения, проволоочная продукция, математическое моделирование, метод конечных элементов.

Моделирование различных процессов деформирования в обработке металлов давлением имеет весьма большое значение, и этому способствуют несколько факторов [1]. Моделирование позволяет заглянуть «внутрь» процесса, оценить возникающие напряжения и деформации, предсказать появление дефектов, проанализировать физические взаимосвязи процесса. Обеспечить выявление оптимальных параметров инструмента и заготовки для наилучшего протекания процесса. И, в-третьих, позволяет смоделировать практически любой процесс, минуя дорогостоящие эксперименты. Математическое моделирование очень важно для достижения более глубокого понимания процесса путем анализа физических взаимосвязей процесса.

Таким образом, большое значение приобретает изучение влияния различных факторов на протекание процесса волочения таких как реологические свойства материала, геометрия волокна и последовательность переходов, энергосиловые параметры. Очень часто эти факторы и их влияние не могут быть непосредственно измерены, что создаёт множество различных вариантов и путей для контроля и совершенствования процесса волочения. Поэтому моделирование различных процессов деформирования в процессах волочения является актуальной задачей.

В настоящее время ТОО «Каз-Метиз» осуществляет производство проволоки различного сортамента. В связи с этим для обеспечения требований потребителей к качеству готового продукта представилось целесообразным проанализировать методами математического моделирования различные схемы волочения стальной проволоки. Затем, оценив возникающие значения усилий и общую картину распределения параметров напряженно - деформированного состояния, дать практические рекомендации ТОО «Каз-Метиз» по совершенствованию технологического процесса волочения.

С целью оценки эффективности выбора рациональной схемы проведено компьютерное моделирование процессов волочения в программе DEFORM-3D. Для построения моделей предварительно взяты геометрические параметры инструмента (волокна) и заготовки по действующей технологии волочения стальной проволоки в ТОО «Каз-Метиз» для режима 6,5→3,2 мм на волочильном стане 8×900 № 2 (таблица 1) – в дальнейшем – по цеховой схеме волочения.

Таблица 1 – Режимы волочения на стане 8×900 № 2 по цеховой схеме

Проходы	Обжатие за проход, мм	Диаметр волокна, мм	Допуск, мм
1	0,87	5,63	±0,04
2	0,71	4,92	±0,04
3	0,58	4,34	±0,04
4	0,48	3,86	±0,04
5	0,4	3,46	±0,04
6	0,26	3,20	±0,04

Моделировались первые три прохода: 6,5мм→5,63мм→4,92мм→4,34мм. Обжатия заготовки задавались равными уменьшению диаметра после каждого прохода и составляли 0,87→0,71мм→0,58мм. Исходная заготовка имела первоначальные размеры Ø6,5 мм, длиной 50 мм. На данную модель была нанесена сетка конечных элементов, равномерно распределенных по всему объему заготовки. Средний размер конечного элемента составил 2,3 мм, количество узлов – 13695, количество элементов – 54780. В качестве материала заготовки, согласно технологии, выбрана сталь 70 [11] при температуре 20 °С. Реологические свойства материала приняты из базы данных DEFORM. Использован неизотермический тип расчета, т.е. помимо отдачи тепла инструменту, заготовка еще отдавала тепло в окружающую среду, (температура которой 20 °С). Принято значение коэффициента трения 0,15, соответствующее волочению с сухой смазкой. Скорость волочения принималась в соответствии с производственными данными согласно действующей технологии и равнялась 4 м/с.

При проектировании двух исследуемых схем величина угла смещения одной волоки относительно другой в вертикальном направлении принималась 15 градусов (рисунок 5). При знакопеременной схеме волочения, поднималась лишь вторая волока, первая и третья волоки находились на одной оси. В результате моделирования были получены следующие модели: цеховая схема волочения (рисунок 6); схема РКУ-волочение (рисунок 7) и знакопеременная схема волочения (рисунок 8).

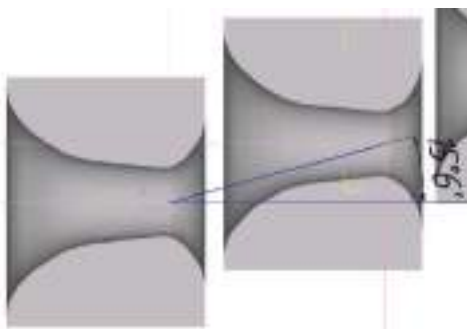
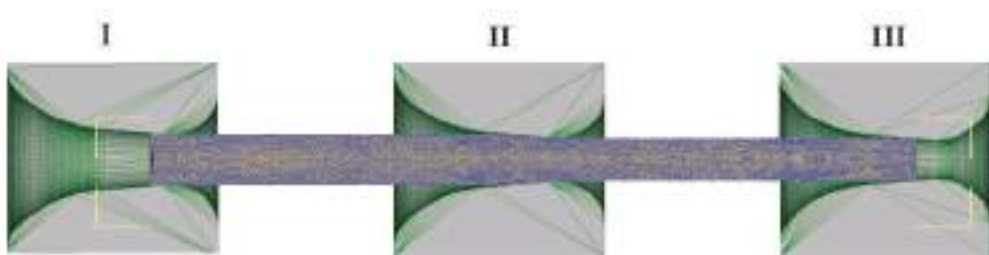


Рисунок 5 – Угол смещения волок



I, II, III – номера волок

Рисунок 6 – Цеховая схема волочения

В результате проведенного моделирования в программе Deform 3D исследовались следующие параметры: накопленная степень деформации (Strain-Effective), $\epsilon_{ЭКВ}$; среднее гидростатическое давление (Stress), МПа; усилие волочения (Load prediction), кН. В данной работе приведены результаты моделирования по цеховой схеме волочения, анализ которых показал следующее.

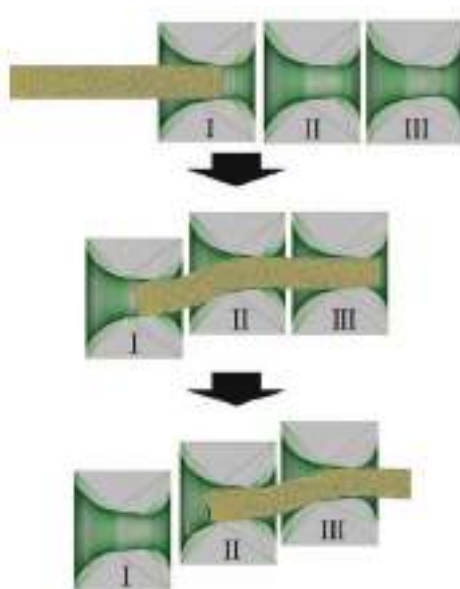


Рисунок 7 - Схема РКУ- волочения

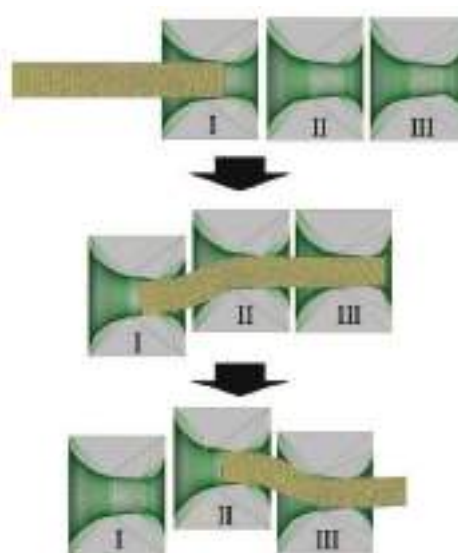


Рисунок 8 - Знакопеременная схема РКУ- волочения

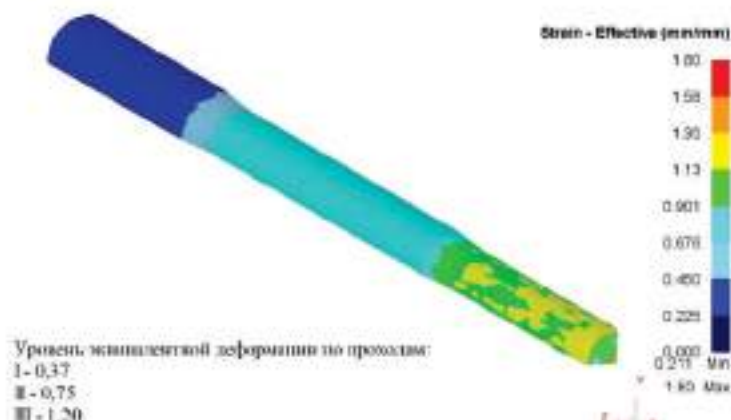
При прохождении заготовки в первой волоке, где реализуется максимальное обжатие заготовки в 0,87 мм. Здесь возникает усилие величиной около 9,7 кН. При попадании заготовки во вторую волоку реализуется обжатие заготовки в 0,71 мм. Здесь усилие складывается с усилием в первой волоке и составляет в итоге 13,6 кН. Процесс волочения по цеховой схеме характеризуется стабильностью протекания, что и отражается на графике усилия. Участки графика имеют горизонтальный монотонный характер. Рассматривая эквивалентную или накопленную деформацию, было установлено два факта (рисунок 10):

1) при прохождении каналов волок заготовка в продольном направлении получает одинаковый уровень прироста деформации. Другими словами, если на одном участке сделать несколько продольных сечений, то в каждом из них по одинаковым координатам на заготовке будет одно и то же значение деформации;

2) в поперечном сечении, на расстоянии от поверхности до центра заготовки величина деформации распределяется в монотонно убывающем характере. На поверхности заготовки величина $\epsilon_{\text{ЭКВ}}$ максимальна (рисунок 10, а), в центре – минимальна (рисунок 10, б).

После первого прохода значение деформации $\epsilon_{\text{ЭКВ}}$ составило 0,29 в центре и 0,37 на поверхности. После второго прохода значение деформации $\epsilon_{\text{ЭКВ}}$ составило 0,56 в центре и 0,75 на поверхности. После третьего прохода значение деформации $\epsilon_{\text{ЭКВ}}$ составил 0,9 в центре и 1,2 на поверхности.

Значения эквивалентной деформации по проходам представлены в таблице 2.



а)



б)

а – центральная часть; б – поверхность

Рисунок 10 – Эквивалентная деформация при обычном волочении

Таблица 2 – Значения эквивалентной деформации по проходам

Проходы	Деформация $\varepsilon_{\text{ЭКВ}}$ в центре	Деформация $\varepsilon_{\text{ЭКВ}}$ на поверхности
Первый	0,29	0,37
Второй	0,56	0,75
Третий	0,9	1,2

При рассмотрении параметра «среднее гидростатическое давление» было выявлено крайне неравномерное распределение в продольном направлении заготовки (рисунок 11).

В то же время данное распределение напряжений является характерным для процесса волочения в целом. По всей длине заготовки реализуются большие растягивающие напряжения, из-за тянущего действия волочильного стана.



Рисунок 11 - Среднее гидростатическое давление по схеме цехового волочения

Однако, в зоне деформации волокна возникают сжимающие напряжения, по своему абсолютному значению значительно превышающие растягивающие. Так, на участке между 1-ой и 2-ой волокнами действует растягивающее напряжение около 100 МПа. На участке между 2-ой и 3-ей волокнами действует растягивающее напряжение значением около 200 МПа. В очагах деформации волок развиваются сжимающие напряжения, максимальные значения которых достигают 1800 МПа.

Таким образом, рассмотрены способы волочения проволоки с различными схемами движения заготовки через волокна. Проанализировано напряженно деформированное

состояние для модели волочения проволоки по технологии ТОО «Каз-Метиз». Исследованы параметры процесса волочения проволоки: степень деформации, среднее гидростатическое давление, усилие волочения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузнецов Л.А. Введение в САПР производства проката. -М.: Металлургия, 1991. — 112 с.
2. K. Muszka, L. Madej, J. Majta The effects of deformation and microstructure inhomogeneities in the Accumulative Angular Drawing (AAD), Materials Science & Engineering Vol 574 (2013) pp 68-74
3. J. Majta, K. Muszka, S. Dymek, D. Dziedzic, M. Kopyściański, Study of the Microstructure and Properties of Microalloyed Steel Wires Fabricated by AAD (Angular Accumulated Drawing), Proceedings of the 14th International Conference on Metal Forming (2012) pp 455
4. K. Muszka, M. Wielgus, J. Majta, K. Doniec and M. Stefanska-Kadziela, Influence of Strain Path Changes on Microstructure Inhomogeneity and Mechanical Behavior of Wire Drawing Products Materials Science Forum Vols 654-656 (2010) pp 314-317

Research and analysis of drawing methods depending, on scheme of deformation

М.Т. Камбар, **А.Т. Alpeisov**, **D.R.Kulsugurova**

Abstract. In this paper, non-standard, methods of drawing improved by changing the ways of movement of the workpiece through the dies were considered. A computer simulation of the processes of drawing in the program DEFORM-3D was performed for the selection of a rational scheme of drawing. The geometrical parameters of the tool and blanks were used from real steel wire drawing technology under the conditions of Kaz-Metiz LLP to build process models. The following parameters were studied during drawing of workpiece according to the working scheme: strain effective, average hydrostatic pressure, drawing load.

Key words: drawing, drawing schemes, wire production, mathematical modeling, finite element method.

Деформация схемасына байланысты сымдау әдістерінің зерттелуі және анализі

М.Т. Қамбар, **А.Т. Альпеисов**, **Д.Р. Кулсугурова**

Андатпа. Бұл жұмыста біліктер арқылы дайындаманың қозғалыс схемасын өзгерту жолымен сымдауды жетілдірудің стандартты емес әдістері қарастырылды. Сымдаудың рационалды схемасын таңдау үшін DEFORM-3D бағдарламасында сымдау үдерістерінің компьютерлік моделдеуі жүргізілді. Үдеріс моделін жасау үшін қажетті «Каз-Метиз» ЖШС жағдайында болатын сымдарды сымдау технологиясы бойынша құрал (сымдар) мен дайындаманың геометриялық параметрлері қолданды. Дайындаманы цех схемасы бойынша сымдау кезінде келесі параметрлер қолданды: деформация дәрежесі, орташа гидростатикалық қысым, сымдау күші.

Негізгі сөздер: сымдау, сымдау схемалары, сым өнімдері, математикалық моделдеу, соңғы элементтер әдісі.

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ КАТЕГОРИИ L2/L6 В АЛМАТЫ.

Д.Е. Есмухамбетова 

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
dyesmukhambetova@gmail.com

Аннотация. На сегодняшний день мы имеем тревожную статистику, которая показывает, что рост человеческой популяции продвигается медленнее, чем рост автомобильного использования. Если такая тенденция продолжится, к 2050 году количество автомобилей будет близко к 3 миллиардам, превысив 20 автомобилей на 100 человек. С учетом большой популярности автомобилей на ДВС и высокой стоимостью электромобилей появляется необходимость развивать альтернативные виды транспорта по более низким ценам, не загрязняющих окружающую среду и не уступающих в комфортабельности. Электротранспорт категорий L2 и L6 подходит по всем признакам для и имеет хорошую перспективу развития.

Ключевые слова: Электротранспорт, трицикл, квадрицикл, категория, развитие.

В казахстане электротранспорт начал набирать большую популярность пару лет назад. Государство поддерживает владельцев электротранспорта, а именно- в 2020-м году ввели нулевую ставку таможенной стоимости на электротранспорт, затем отменили утилизационный сбор и налог. В Алматы постепенно развивают инфраструктуру для электромобилей и планируют вводить субсидирование. Электротранспорт категории L2 и L6 удобнее и универсальнее, чем популярные на сегодняшний день электросамокаты, также намного экономичнее электромобилей. Трех и четырех колесный малогабаритный транспорт более устойчивый, люди разных возрастов и с разными возможностями смогут пользоваться им беспрепятственно. Например, есть специальные электроскутеры, эквивалентные инвалидному креслу.

Категория L2: трехколесное транспортное средство с любым расположением колес, максимальная конструктивная скорость которого не превышает 50 км/ч, и характеризующееся в случае электродвигателя — номинальной максимальной мощностью в режиме длительной нагрузки, не превышающей 4 кВт

Категория L6: четырехколесное транспортное средство, ненагруженная масса которого не превышает 350 кг без учета массы аккумуляторов (в случае электрического транспортного средства), максимальная конструктивная скорость не превышает 50 км/ч, и характеризующееся в случае электродвигателя — номинальной максимальной мощностью двигателя в режиме длительной нагрузки, не превышающей 4 кВт. [1]

Трициклы и квадрициклы на электрической тяге имеют массу преимуществ, таких как: компактность, экологичность, бесшумность, прочность, комфортабельность и экономность.

Трициклы чаще используются в хозяйственных целях и на различных предприятиях, для перевозки груза на близкие дистанции. Они могут взять 150-200 кг поклажи, имеют запас хода около 50 км. Трициклы имеют нулевой выброс вредных веществ в атмосферу, без учета производства. Также по экономическим расчетам было выявлено, что использование грузовых трициклов обходится приблизительно на 80% выгоднее, чем такие же устройства на двигателях внутреннего сгорания. Малый электротранспорт не нуждается в установке специальных розеток или электростанциях, вполне достаточно бытовой розетки.

Виды трициклов: мото трициклы, с двумя передними колесами; мото трайк, с одним передним колесом, открытые и закрытые грузовые мото трициклы; трехколесные электромобили; грузовые трехколесные скутеры; трехколесные электровелосипеды.

Рамочная директива 2002/24/ЕС определяет квадрициклы малой массы категории L6е как четырехколесные автомобили с массой без дополнительного веса и без учета батарей для электромобилей не превышающей четыреста двадцать пять килограмм, максимальная скорость которых не превышает 45 км/ч, также максимальная выходная мощность не более 4 кВт. [2] К таким транспортным средствам предъявляются технические требования как и к трехколесным электромопедам категории L2е, если иные не указаны в отдельных директивах. [3]



Рисунок 1- Электрический трицикл с кабиной

Электрические квадроциклы подразделяются на: туристические, небольшие по габаритам, чаще с полным приводом; утилитарные, с мощным двигателем относительно большим диаметром колес, отличаются вместительностью и возможностью устанавливать дополнительное оборудование; спортивные.

Особое внимание хотелось бы уделить крытым квадроциклам- электромобилям. Так как они будут комфортабельнее для езды в городских условиях, то есть ежедневного пользования жителями мегаполисов. В США есть отдельная категория электромобилей, использующих аккумуляторные батареи- Neighborhood Electric Vehicle. Такие электрокары могут разгоняться до 40 км/ч, и имеют массу до 1400 кг в нагруженном состоянии. В разных штатах NEV имеют ограничения для езды, то есть могут передвигаться по специальным низкоскоростным шоссе. [4]



Рисунок 2- Квадрицикл NEV от компании «Dynasty IT»

Квадрицикл Citycar triscooter kavalier является электротранспортом категории L6, с герметичным свинцово-кислотным аккумулятором, не требующим обслуживания. Электромобиль имеет бесщеточный электрический двигатель, максимальную мощность 2000 Вт, задний привод, запас хода от 50 до 70 км, также имеет запасную батарею. Устройство и время зарядки: 220В, 8-10 часов. Его масса 340 кг, а габариты 2300 x 1100 x 1600 миллиметров.



Рисунок 3-Квадрицикл CITYCAR TRISCOOTER KAVALER - EL (EV)

В 2021 году компания Gordon Murray Design выпустила новый концепт электромобиля направленный на малую массу и экологичность. При весе менее 400 кг MOTIV по закону классифицируется как квадрицикл, но компания Gordon Murray Design сконструировала этот автомобиль в соответствии с более строгими правилами дорожного движения, предъявляемыми к полноразмерным легковым автомобилям. Это стало возможным благодаря iStream, устойчивому производственному процессу, который сокращает количество компонентов, используемых для создания каждого автомобиля, и снижает вес. Меньшее количество компонентов и использование композитных панелей из переработанного волокна также способствуют снижению выбросов CO₂ в атмосферу для транспортных средств iStream. Однако окончательная конструкция также стала более жесткой, что повысило безопасность и динамику движения. Это особенно полезно для электромобилей, где вес является врагом запаса хода. Легкая конструкция позволяет разместить в MOTIV аккумуляторную батарею, вдвое большую, чем у аналогичных продуктов, при сохранении приемлемого общего веса. Квадроцикл также оснащен многочисленными функциями удобства и безопасности, такими как антиблокировочная система тормозов и климат-контроль. Gordon Murray Design также установил большой информационно-развлекательный дисплей и двери с электроприводом. MOTIV дебютировал на выставке LCV Cenex на полигоне Миллбрук вместе с инновационным электрическим квадроциклом на колесиках. Названный платформой iStream eQuadricycle, он весит менее 400 кг и имеет длину всего 2,5 метра, а предполагаемый запас хода — 140 миль. Аккумулятор eQuadricycle можно зарядить на 10–80 процентов за 40 минут.



Рисунок 4- Электроцикл Gordon Murray Design

Подводя итоги, можно смело сказать, что электротранспорт малой мощности имеет огромные перспективы для развития в Алматы. Ведь нулевые вредные выбросы в атмосферу и демократичная цена по сравнению с электрокарами делает этот транспорт уже более предпочтительным. С учетом постоянных пробок, загрязненного воздуха и ограничением в скорости электротранспорт категории L2 и L6 является самым удобным вариантом для городских жителей. Было бы очень полезно открыть новый сервис такси с вышеописанными транспортными средствами. Малые затраты на обслуживание, цены на электричество и на сами электротранспорты сделали бы такой вид такси быстро популярным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классификация и индексация автомобилей [Текст]: Методические указания, А. Л. Сергеев, И. Н. Порватов., Курган, 2021г.
2. Регламент (ес) № 168/2013 европейского парламента и совета от 15 января 2013 г.
3. "Директива 2002/24/ЕС Европейского парламента и Совета от 18 марта 2002 года, касающаяся официального утверждения типа двух- или трехколесных транспортных средств и отменяющая Директиву Совета 92/61/ЕЕС". Веб-сайт Lex EUROPA. Проверено 2009-02-18.
4. International Energy Agency (IEA), Clean Energy Ministerial, and Electric Vehicles Initiative (EVI) (May 2016). "Global EV Outlook 2016: Beyond one million electric cars" (PDF). IEA Publications. Archived from the original (PDF) on 2016-08-24. Retrieved 2016-08-24: CS1 maint: multiple names: authors list (link) See pp. 24-25.

Prospects for the development of electric vehicles of the L2/L6 category in Almaty.

D.Y. Yesmukhambetova 

Abstract. To date, we have alarming statistics that show that the growth of the human population is moving slower than the growth of automobile use. If this trend continues, by 2050 the number of cars will be close to 3 billion, exceeding 20 cars per 100 people. Taking into account the great popularity of cars with internal combustion engines and the high cost of electric vehicles, there is a need to develop alternative modes of transport at lower prices that do not pollute the environment and are not inferior in comfort. Electric vehicles of the L2 and L6 categories are suitable for all signs and have a good development prospect.

Keywords: Electric transport, tricycle, ATV, category, development.

Алматыда L2 / L6 санатындағы электр көлік құралдарын дамыту перспективасы.

Д.Е. Есмұхамбетова 

Аннотация. Бүгінгі таңда бізде адам санының өсуі автомобильдердің көбеюіне қарағанда баяу дамып келе жатқанын көрсететін алаңдатарлық статистика бар. Егер мұндай үрдіс жалғасатын болса, 2050 жылға қарай автомобильдер саны 3 миллиардқа жақын болады, бұл 100 адамға 20 автомобильден асады. ІЖҚ-дағы автомобильдердің үлкен танымалдылығын және электромобильдердің жоғары құнын ескере отырып, қоршаған ортаны ластамайтын және жайлылықтан төмен бағамен көліктің балама түрлерін дамыту қажеттілігі туындайды. L2 және L6 санатындағы электр көлігі барлық белгілерге сәйкес келеді және жақсы даму перспективасына ие.

Негізгі сөздер: Электр көлігі, трицикл, квадроцикл, санат, даму.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ШУМА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ЗУБЬЯМИ

Г.А.Смаилова^{ip}, Б.А.Бекбосынова^{ip}, Н.М.Арсаланова^{ip}, А.Б.Дүзелбай

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы
gulbarshyn@mail.ru, bekbosynova_bagl@mail.ru,
a_n81@mail.ru, akniet161616@gmail.com

Аннотация. Поведен анализ исследований шума зубчатых колес с модифицированными зубьями. Для средне геометрических частот октавных полос 500 Гц, 1 кГц и 2 кГц были построены графики зависимости уровня шума от глубины профильной модификации при различных нагрузках и скоростях вращения. Сделаны выводы о снижении шума в зависимости от глубины профильной модификации. При отсутствии нагрузки, с увеличением глубины профильной модификации уровень шума возрастает. Под нагрузкой, с увеличением профильной модификации уровень шума передачи вначале уменьшается, затем увеличивается.

Ключевые слова: модифицированные зубья, зубчатые передачи, пятна контакта, глубина модификации, контакт зубьев, зубцовая частота.

Обобщающим показателем качества работы зубчатой передачи является характер и уровень шума. Снижение уровня шума является одним из важнейших условий повышения работоспособности и надежности быстроходных, тяжелонагруженных зубчатых передач.

Основной задачей в условиях производства зубчатых механизмов при ограниченной точности их изготовления и монтажа является уменьшение возмущающихся сил в источнике колебаний, т.е. снижение ее виброактивности. Но поскольку погрешности изготовления и монтажа зубчатых колес вызывают неравномерное распределение нагрузки как между зубьями, так и по длине контактных линий в зубчатом зацеплении, которые уменьшая полноту контакта зубьев и концентрируя нагрузку по ширине зубчатого венца, приводит к концентрации изгибных напряжений в основании зубьев и увеличению возмущающихся сил и как следствие повышению уровня шума передачи [1].

Применение различных модификации зубьев колес позволили в значительной мере решить проблему уменьшения динамических нагрузок, контактных напряжений, повышения плавности зацепления и снижения уровня шума передачи.

На основе теоретических и экспериментальных разработок, направленных на создание способов модификации зубьев колес с повышенной твердостью рабочих поверхностей, реализованы на станочных прямозубых цилиндрических эвольвентных колесах. Для промышленных рекомендаций рациональных параметров модификации зубьев колес необходима их всесторонняя экспериментальная проверка на испытательных стендах и в зубчатых механизмах станков. Статистические и динамические испытания колес с модифицированными зубьями по выявлению влияния на их шум в передаче проводились на стенде [2].

При проведении экспериментов такое время испытаний разбивалось на два периода. Начальный период приработки при нагрузках вызывающих напряжения не более 0,6 допускаемых в период работы при заданных нагрузках и частотах вращения. Условия приработки были выбраны для всех образцов одинаковыми, учитывая, что их твердость составила HRC 45-50. Время приработки составило для каждой пары один час, что представляет 46000 циклов нагружения при моменте сопротивления 300 Н×м. и частоте вращения 800 об/мин.

В качестве объекта исследования были выбраны среднескоростные дискового типа прямозубые пары средних размеров. При выборе основных параметров зубчатых колес для проведения исследований исходим из того, что примерно 80% из всех изготавливаемых зубчатых колес укладываются в диапазон модулей от 3 мм до 5 мм и диаметров не превышающих 200 мм

Экспериментальные зубчатые колеса из стали 40Х, широко применяются в зубчатых передачах машин. Эти колеса изготовлены по 7 классу точности путем шлифования (черновая

и чистовая) всех их поверхностей после упрочнения.

Количественным параметром шумности источника является его акустическая мощность. Параметром, который представляется возможным непосредственно замерить с помощью приборов, является звуковое давление. Общий уровень шума приблизительно соответствует значению интеграла функции зависимости интенсивности звуковых колебаний от частоты. Однако, в связи с логарифмическим законом сложения уровней шума общая интенсивность шума в основном определяется наиболее интенсивными составляющими.

При исследовании связей между погрешностями зубчатых передач и параметрами их шума и вибрации в качестве последних служили суммарные, октавные и третьоктавные уровни, либо уровни, полученные в результате спектрального анализа с постоянной, по относительно широкой полосой пропусканий. С усовершенствованием аналоговых анализаторов и появлением цифровых, позволяющих получить спектры сигналов с высоким разрешением по частоте, существенно расширились возможности специального анализа.

В работе [3] было проверено экспериментальным путем влияние профильной модификации зубьев колес на шумовые характеристики передач. Установлено, что профильная модификация зубьев значительно изменяет частотный спектр шума зубчатой передачи, уменьшая уровень частотной составляющей, соответствующей зубцовой частоте и её гармонике второго порядка более чем на 10 дБ, кроме того получено некоторое снижение субгармоник зубцовой частоты.

В результате проведенных исследований выявлена частотная характеристика шума зубчатой передачи с профильномодифицированными зубьями. Характерная частотная характеристика для передачи с суммарной глубиной модификации на входе пары зубьев в зацеплении 36 мкм при $n=560$ об/мин и $M=200$ Н*м приведена на рис. 4. При такой окружной скорости зубцовая частота передачи составила 465 Гц. Это значение попадает в граничные частоты активной полосы 500 Гц, составляющие 370 ÷ 730 Гц. Из приведенного графика видно, что интенсивность звукового давления значительно (на 10 ÷ 18 Дб) возрастает в активной полосе, соответствующей зубцовой частоте и кратных ей (1 кГц, 2 кГц), затем значительно снижается. В силу логарифмического закона сложения интенсивности звукового давления общий уровень шума передачи определяется уровнем шума на среднегеометрических частотах октавных полос, соответствующих зубцовой частоте и кратных ей [4].

Штриховой линией на рис. 1 показана характеристика фона, создаваемого испытательным стендом (привод, промежуточная опора, система смазки, тормоз) в точке измерения. Проверка по логарифмическому закону сложения интенсивностей звукового давления показала, что добавка к уровню шума испытываемой зубчатой передачи от фона составила не более 0,5 Дб, и это соответствует средней дисперсии эксперимента по результатам трех-пяти замеров в каждой точке.

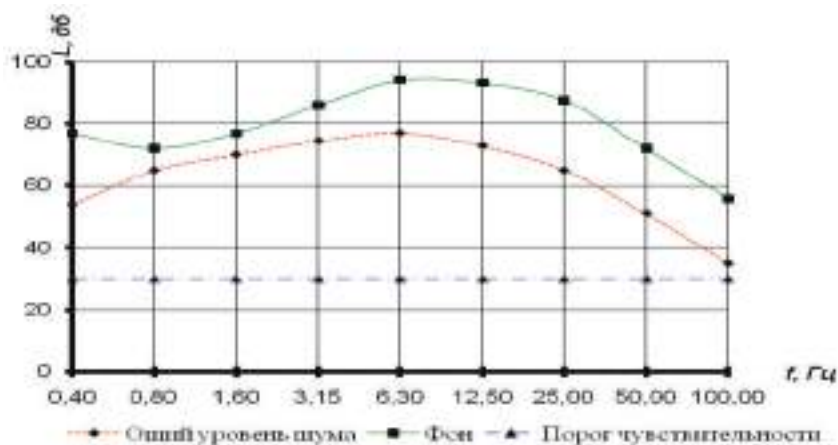


Рис. 1. Частотная характеристика шума зубчатой зубчатой передачи с

профильно-модифицированными зубьями

Для средне геометрических частот октавных полос 500 Гц, 1 кГц и 2 кГц были построены графики зависимости уровня шума от глубины профильной модификации при различных нагрузках и скоростях вращения. Кривые на рис. 2 – 7. проведены после расчета статических характеристик эксперимента и сглаживания функции заданной таблично в неравностоящих точках методом наименьших квадратов [5].

Без нагрузки, на всех частотах вращения, с увеличением глубины профильной модификации уровень шума в передаче растет. Под нагрузкой с увеличением глубины профильной модификации уровень шума в начале уменьшается, а затем возрастает. Общее снижение шума в испытуемых зубчатых передачах на различных частотах октавных полос при различных нагрузках и окружных скоростях, приведено в таблице 4.

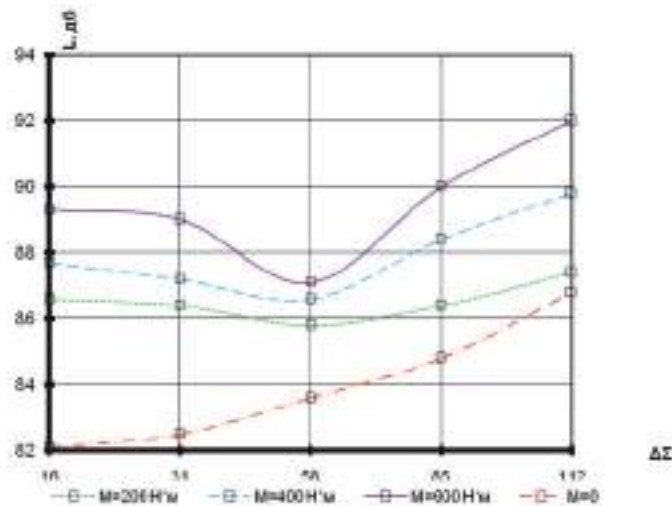


Рис. 2. Зависимость уровня шума от глубины профильной модификации при $n = 560$ об/мин, $f = 500$ Гц, $f_{zz} = 532$ Гц

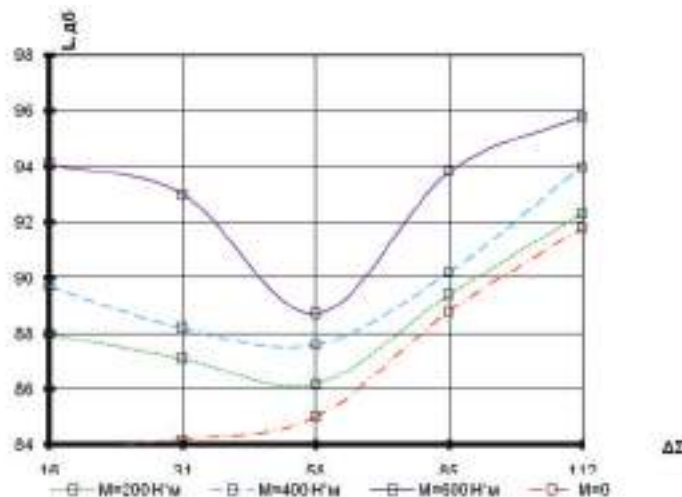


Рис. 3. Зависимость уровня шума от глубины профильной модификации при $n = 800$ об/мин, $f = 500$ Гц, $f_{zz} = 760$ Гц

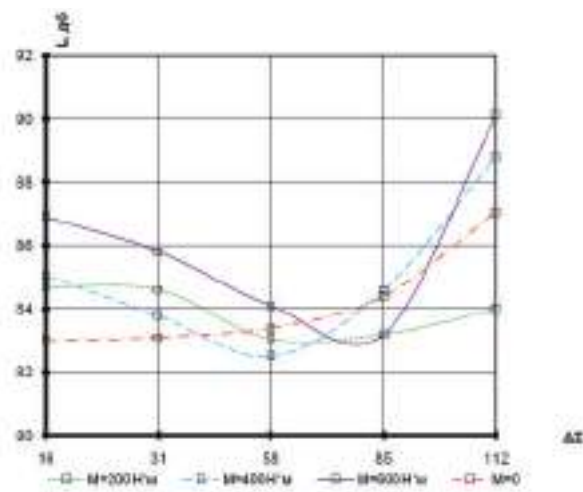


Рис. 4. Зависимость уровня шума от глубины профильной модификации при $n = 560$ об/мин, $f=1000$ Гц, $f_{zz}=532$ Гц

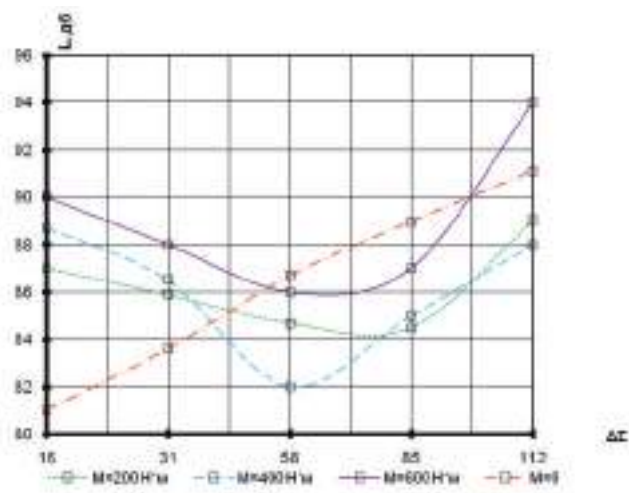


Рис. 5. Зависимость уровня шума от глубины профильной модификации при $n = 800$ об/мин, $f=1000$ Гц, $f_{zz}=760$ Гц

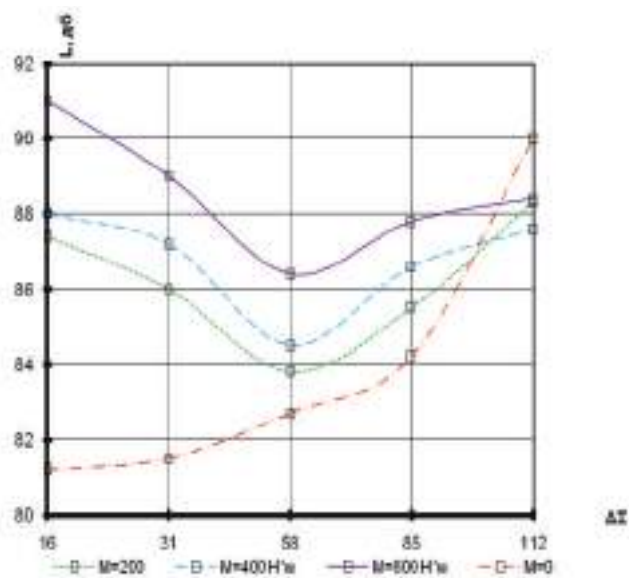


Рис. 6. Зависимость уровня шума от глубины профильной модификации при $n = 560$ об/мин, $f=2000$ Гц, $f_{zz}=532$ Гц

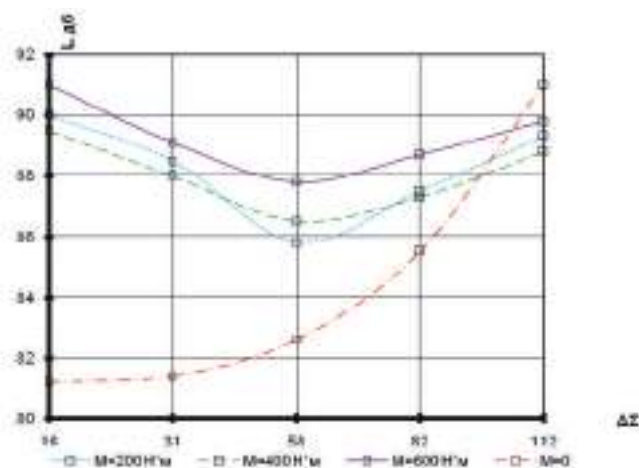


Рис. 7. Зависимость уровня шума от глубины профильной модификации при $n = 800$ об/мин, $f = 2000$ Гц, $f_{zz} = 760$ Гц

Проведенные экспериментальные исследования по определению уровней шума зубчатых колес с модифицированными зубьями показали, что для передач $7 \div 9$ степени использования на одном из сопрягаемом колесе продольно модифицированных зубьев дает значительное снижение концентрации нагрузки и уменьшение вибрации и шума $3 \div 5$ Дб и применение профильной модификации зубьев по всей высоте зуба, полученной гидроабразивным способом, позволило снизить уровень шума на $4 \div 6$ Дб. При отсутствии нагрузки, с увеличением глубины профильной модификации уровень шума возрастает. Под нагрузкой, с увеличением профильной модификации уровень шума передачи вначале уменьшается, затем увеличивается [6,7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев А.М., Литкова Г.В., Кишалы Е.С. Виброакустические исследования зубчатой передачи с демпфированием. Вестник ИрГТУ №4(28) 2006 27-30с
2. Айрапетов, Э. Л. Податливость прямозубого зубчатого зацепления Текст. / Э.Л. Айрапетов, М.Д. Генкин, Д.И. Колин // Виброакустическая активность механизмов с зубчатыми передачами: Сборник. М.: Наука, 1971.-С. 13-59.
3. Васинюк, Я. В. Оценка динамической нагруженности зубьев шестерен по виброакустическим параметрам Текст. / Я.В. Васинюк // Материалы 54-й научно-технической конференции . БГПА. 4.6. Минск: Изд-во Белорус, гос. политехи, акад., 2000. - С. 27.
4. Утепов Е.Б., Утепов Т.Е., Смаилова Г.А., Исаханова А.Б. Затухание вибрации в структуре сплава XIX Международная научно-техническая конференция «Новое в безопасности жизнедеятельности создание демпфирующих сплавов для авиационной техники». Труды конференции Москва 2018 С. 42-47
5. Смаилова Г.А., Ж.Б.Койшыбаева Результаты испытания зубчатых колес с профильной модификацией зубьев XVII Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции КаззНИТУ МИСИС 2015 С. 37-39
6. Утепов Е.Б., Тен Э.Б., Жумадилова Ж.О., Смаилова Г.А., Шевцова В.С., Абуова Р.Ж. Демпфирующие металлические материалы с наноструктурным покрытием. Журнал «Металлург» № 9, с. 63-67 2016 г. Москва
7. Смаилова Г.А., Абдигалиева М.С. Виброакустическая активность механизмов с зубчатыми передачами. XIV Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции Москва НИТУ МИСИС 2012 С. 45-47

Модификацияланған тістері бар редукторлардың шуын зерттеу нәтижелерін талдау

Г.А.Смаилова^{ID}, Б.А.Бекбосынова^{ID}, Н.М.Арсаланова^{ID}, А.Б.Дүзелбай

Аңдатпа. Талдау зерттеулер шудың тісті доңғалақтардың түрлендірілген нұсқаларымен тісті. 500 Гц, 1 кГц және 2 кГц октавалық жолақтардың орташа геометриялық жиіліктері үшін әр түрлі жүктемелер мен айналу жылдамдығы кезінде шу деңгейінің профильдік модификация тереңдігіне

тәуелділік графигі салынды. Профильді модификацияның тереңдігіне байланысты шуды азайту туралы қорытынды жасалды. Жүктеме болмаған кезде, Профильді модификация тереңдігінің жоғарылауымен шу деңгейі артады. Жүктеме кезінде Профильді модификацияның жоғарылауымен редуктордың шу деңгейі алдымен төмендейді, содан кейін жоғарылайды.

Негізгі сөздер: модификацияланған тістер, тісті берілістер, байланыс дақтары, модификация тереңдігі, тістердің жанасуы, тіс жиілігі.

Analysis of the results of noise studies of gears with modified teeth

G.A.Smailova^{id}, B.A.Bekbosynova^{id}, N.M.Arsalanova^{id}, A.B.Duzelbay

Abstract. The analysis of noise studies of gears with modified teeth is carried out. For the average geometric frequencies of the octave bands 500 Hz, 1 kHz and 2 kHz, graphs of the dependence of the noise level on the depth of the profile modification at different loads and rotation speeds were plotted. Conclusions are made about noise reduction depending on the depth of the profile modification. In the absence of load, with increasing depth of profile modification, the noise level increases. Under load, with an increase in profile modification, the transmission noise level initially decreases, then increases.

Keywords: modified teeth, gears, contact spots, modification depth, tooth contact, tooth frequency.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЗУБЬЕВ КОЛЕС НА ШУМ ПРИВОДА СТАНА

Г.А.Смаилова^{ip}, Б.А.Бекбосынова^{ip}, Н.М.Арсаланова^{ip}, А.Б.Дүзелбай

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

gulbarshyn@mail.ru, bekbosynova_bagl@mail.ru, a_n81@mail.ru, akniet161616@gmail.com

Аннотация. В настоящей работе исследовано влияние модифицированных зубьев колес на шум и вибрацию привода данного стана. Для определения уровня шума в зубчатых передачах с модифицированными зубьями колес был разработан и изготовлен специальный стенд. В качестве объекта исследования были выбраны среднескоростные дискового типа прямозубые пары средних размеров. Испытания, проводившиеся на стендах имели цель выяснить влияния модифицированных зубьев колес на шум и вибрацию, варьирования перекаса, скорости и нагрузки и эффективность влияния профильной модификации зубьев колес на шум и вибрацию при варьировании зазора между зубьями, скорости и нагрузки.

Ключевые слова: модифицированные зубья, зубчатые передачи, глубина модификации.

В работе исследовано влияние модифицированных зубьев колес шестеренных клеток радиально-сдвигового стана на шум и вибрацию привода данного стана. При этом разработано специальная методика и применены соответствующие средства исследования.

К настоящему времени выполнено достаточно большое количество по исследованию уровня и характера шума в сопряженных зубчатых передачах [1]. Рассмотрены источники возбуждения шума и предложены критерии шумности передач и методика проведения измерений воздушного шума и вибрации. Приведены таблицы частот вынужденных колебаний, зависящих от геометрических параметров зацепления. При исследовании шума применялся спектральный анализ, а сопоставление составляющих спектр шума с расчетными значениями частот вынужденных колебаний позволило обосновать методику выявления источников шума.

В работе [2] было проверено экспериментальным путем влияние профильной модификации зубьев колес на шумовые характеристики передач. Установлено, что профильная модификация зубьев значительно изменяет частотный спектр шума зубчатой передачи, уменьшая уровень частотной составляющей, соответствующей зубцовой частоте и её гармонике второго порядка более чем на 10дБ, кроме того получено некоторое снижение субгармоник зубцовой частоты.

Очевидно, что наиболее достоверные данные о преимуществах передач с теми или иными параметрами можно выявить только в процессе сравнительных натурных испытаний этих передач, осуществляемых по единой методике на одном и том же испытательном оборудовании. В этом случае будет полностью исключена возможная несопоставимость результатов экспериментов, получающаяся в ряде случаев при сравнении зубчатых передач с одними и теми же параметрами, испытание которых проводилось в различных исследовательских организациях при различных размерах зубчатых колес и использовании различных методик испытаний и различного испытательного оборудования.

При проведении экспериментов время испытаний разбивалось на два периода. Приведены результаты исследований. Как следует из сравнения спектров шума немодифицированных и модифицированных зубчатых колес применение профильной модификации в значительной степени снижает уровень силы звука на зубцовой частоте и её гармонике второго порядка, так же уменьшает уровень силы звука в субгармониках зубцовой частоты. Среднее снижение уровня шума за счет применения полной профильной модификации полученной гидроабразивным способом в рассматриваемых передачах 7 степени точности составило 3 Дб, что соответствует снижению интенсивности шума примерно в полтора раза из-за логарифмического сложения интенсивностей шума различных источников[3].

Анализ формы и расположения пятна контакта на боковой поверхности зуба колеса, показал, что при малой (недостаточной) глубине профильной модификации под нагрузкой возникает кромочный контакт ярко выраженный на головке зуба. При оптимальной глубине профильной модификации и близкой к ней, кромочный контакт под нагрузкой отсутствует, пятно контакта имеет правильную форму.

Для определения уровня шума в зубчатых передачах с модифицированными зубьями колес был разработан и изготовлен специальный стенд с нагруженным замкнутым контуром.

В качестве объекта исследования были выбраны среднескоростные дискового типа прямозубые пары средних размеров. При выборе основных параметров зубчатых колес для проведения исследований исходим из того, что большая часть из всех изготавливаемых зубчатых колес укладываются в диапазон модулей от 3 мм до 5 мм диаметров не превышающих 200 мм, что соответствует проектируемым шестеренным клетям радиально-сдвигового стана.

Экспериментальные зубчатые колеса из стали 40X, широко применяются в зубчатых передачах станов различной конструкции. Эти колеса изготовлены по 7 классу точности путем шлифования (черновая и чистовая) всех их поверхностей после упрочнения.

В таблице 1 приведена спецификация применявшихся колес. Испытываемые колеса разбиты на шесть групп парных колес. В каждой группе в свою очередь пять пар колес с различной модификацией зубьев. Эти модификации зубьев характеризуются следующим образом:

- испытываемая пара колес А. Колеса имеют стандартный профиль зуба.
- испытываемая пара колес В. Колеса имеют профильную модификацию зубьев, полученные гидроабразивным способом [4].

При проведении экспериментов такое время испытаний разбивалось на два периода. Начальный период приработки при нагрузках вызывающих напряжения не более 0,6 допускаемых в период работы при заданных нагрузках и частотах вращения. Условия приработки были выбраны для всех образцов одинаковыми, учитывая, что их твердость составила HRC 45-50. Время приработки составило для каждой пары один час, что представляет 46000 циклов нагружения при моменте сопротивления 300 Н×м. и частоте вращения 800 об/мин [5].

Таблица 1 – Размеры испытываемых прямозубых колес

Параметры зубчатых колес	1		2		3	
	ведущее колено	ведомое колено	ведущее колено	ведомое колено	ведущее колено	ведомое колено
Модуль (мм)	3	3	3,5	3,5	4,0	4,0
Число зубьев	59	59	56	56	51	51
Ширина зубчатого венца (мм)	23	23	23	23	23	23
Материал	сталь 40X	сталь 40X	сталь 40X	сталь 40X	сталь 40X	сталь 40X
Твердость зуба	45 ÷ 50	45 ÷ 50	45 ÷ 50	45 ÷ 50	45 ÷ 50	45 ÷ 50
Шероховатость поверхности зуба, мкм	1,5 ÷ 2,0	1,5 ÷ 2,0	1,5 ÷ 2,0	1,5 ÷ 2,0	1,5 ÷ 2,0	1,5 ÷ 2,0
Точность испытываемых колес	7-7-7B	7-7-7B	7-7-7B	7-7-7B	7-7-7B	7-7-7B

Измерения шума зубчатых колес передач выполнялись в режимах работы, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы нагрузки

Число оборотов ведущего колеса n , об/мин	Нагрузка M , Н*м
280	0, 200, 400, 600
400	0, 200, 400, 600
560	0, 200, 400, 600
800	0, 200, 400, 600

Наиболее опасны в динамическом отношении колебаний, возникающие при кромочных контактах, вызванных совместным действием ошибок изготовления и деформацией зацепления. При этом амплитуда колебаний во много раз выше амплитуды циклической погрешности, и передача работает с резко повышенным шумом.

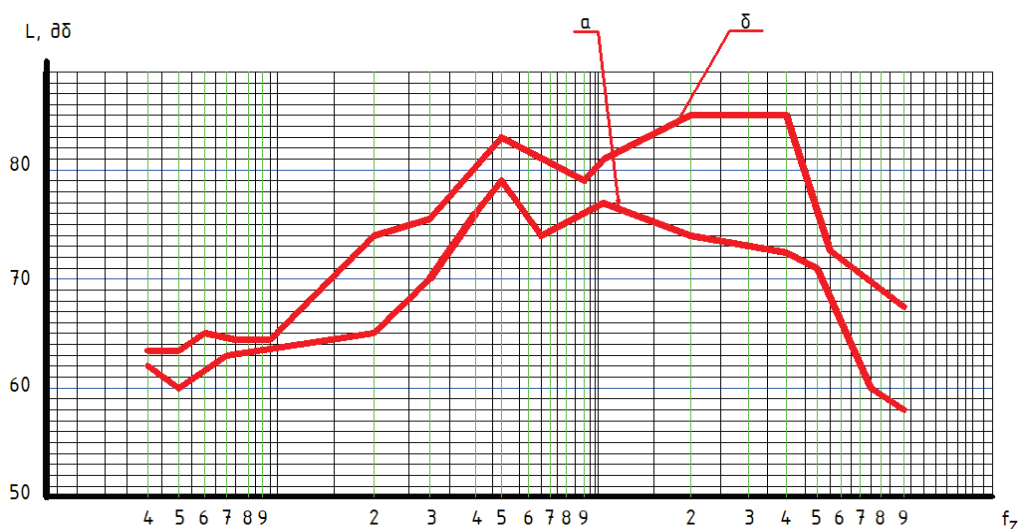
Количественным параметром шумности источника является его акустическая мощность. Параметром, который представляется возможным непосредственно замерить с помощью приборов, является звуковое давление. Общий уровень шума приблизительно соответствует значению интеграла функции зависимости интенсивности звуковых колебаний от частоты. Однако, в связи с логарифмическим законом сложения уровней шума общая интенсивность шума в основном определяется наиболее интенсивными составляющими [6].

При исследовании связей между погрешностями зубчатых передач и параметрами их шума и вибрации в качестве последних служили суммарные, октавные и третьооктавные уровни, либо уровни, полученные в результате спектрального анализа с постоянной, по относительно широкой полосой пропусканий. С усовершенствованием аналоговых анализаторов и появлением цифровых, позволяющих получить спектры сигналов с высоким разрешением по частоте, существенно расширились возможности специального анализа.

Результаты измерения спектра шума профильномодифицированных и немодифицированных зубчатых колес приведены на рисунке, здесь же нанесены зубцовая частота и её основные субгармоники и гармоники второго порядка. Как следует из сравнения спектров шума немодифицированных и модифицированных зубчатых колес применение профильной модификации в значительной степени снижает уровень силы звука на зубцовой частоте и её гармонике второго порядка, так же уменьшает уровень силы звука в субгармониках зубцовой частоты.

Серия экспериментов проводилась на зубчатых колесах имеющих профильную модификацию зубьев, полученных гидроабразивным способом. (испытываемая пара В). Из возможных комбинаций глубины модификации на головке и ножке зуба для передач $Z_1 = Z_2 = 57, m = 3,5$ мм, был выбран ряд, обеспечивающих постоянное увеличение глубины профильной модификации (таблица 3).

Без нагрузки, на всех частотах вращения, с увеличением глубины профильной модификации уровень шума в передаче растет. Под нагрузкой с увеличением глубины профильной модификации уровень шума в начале уменьшается, а затем возрастает. Общее снижение шума в испытываемых зубчатых передачах на различных частотах октавных полос при различных нагрузках и окружных скоростях, приведено в таблице 4.



а - профильно модифицированные зубья; б - немодифицированные зубья

Рис.1. Спектр шума передачи

Таблица 3. Параметры глубины профильной модификации зубьев испытываемых зубчатых колес на входе и выходе из зацепления

№ испытываемых пар зубчатых колес	Глубина модификации пары зубьев в зацеплении		
1	0,004	0,012	0,016
2	0,006	0,025	0,031
3	0,008	0,050	0,058
4	0,010	0,075	0,085
5	0,012	0,100	0,112

Таблица 4. Общее снижение шума в испытываемых зубчатых передачах

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Число оборотов, об/мин	Нагрузка, Н*м	Среднее снижение шума, дБ
500	560	200	1,9
		400	1,7
		600	3,5
	800	200	3,0
		400	3,7
		600	3,2
1000	560	200	3,0
		400	2,7
		600	2,8
	800	200	3,0
		400	2,7
		600	2,8
2000	560	200	3,2
		400	2,6
		600	2,4
	800	200	3,0
		400	5,8
		600	4,7

Среднее снижение уровня шума за счет применения полной профильной модификации полученной гидроабразивным способом в рассматриваемых передачах 7 степени точности составило 3Дб, что соответствует снижению интенсивности шума примерно в полтора раза из-за логарифмического сложения интенсивностей шума различных источников[7].

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Иванов, Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики Текст.: учебник для вузов / СПб.: Политехника, 2000. - 482 с.
- 2.Жулай В.А. Исследование свободных колебаний вала зубчатой передачи / В.А. Жулай, В.И. Енин, Хамдан Рад // Высокие технологии в экологии: Труды 6-ой международной научно-практической конференции. -Воронеж, 2003. С. 72-77.
- 3.Косарев, О. И. Способы снижения возбуждения вибраций в прямозубом зацеплении Текст. / О.И. Косарев// Вестник машиностроения. — 2001.-№ 4.-С. 8
- 4.Мельников, В. 3. Повышение качественных показателей зубчатых передач путем модификации зацепления Текст. / В.3. Мельников// Строительные и дорожные машины. 2003. - № 1. — С. 42 -44.
- 5.Смаилова Г.А., Ахметов Ж.С., Шакенова , Абдигалиева М.С. Тісті берілістердің тістерін түрлендіру арқылы діріл мен шуды азайтуға арналған еңбектердің талдауы. Международной научно-практической конференций «Подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века» в рамках сатпаевских чтений – 2013 от 12 апреля 2013 г.С 105-106
- 6.Утепов Е.Б., Карменов К.К., Смаилова Г.А. Малгаждарова М.К., Исаханова А.Б. Исследование

сложнолегированных сталей для снижения шума направляющих труб токарных автоматов Актуальные проблемы физического металловедения сталей и сплавов. Материалы XXIV Уральской школы металловедов-термистов 19-23 марта 2018 года Магнитогорск. С.205-207

7.Смаилова Г.А., Ж.Б.Койшыбаева Тісті берілістердегі шудың пайда болуы және онымен күрес. Дүйсемалиев Оразғали Қындайұлының 85 жылдық мерей тойына арналған Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция, «Қазіргі замандағы материалтану: тәжірибелер, мәселелер және даму келешегі». 25 ақпан 2015 ж С 158-161

Модификацияланған доңғалақ тістерінің диірмен жетегінің шуылына әсері

Г.А.Смаилова^{id}, Б.А.Бекбосынова^{id}, Н.М.Арсаланова^{id}, А.Б.Дүзелбай

Андатпа. Бұл жұмыста модификацияланған доңғалақ тістерінің осы диірмен жетегінің Шу мен діріліне әсері зерттелді. Модификацияланған доңғалақ тістері бар берілістердегі шу деңгейін анықтау үшін арнайы стенд жасалып, жасалды. Зерттеу нысаны ретінде орташа жылдамдықты дискілі типтегі орташа тісті жұптар таңдалды. Стендтерде жүргізілген сынақтар модификацияланған доңғалақ тістерінің Шу мен дірілге әсерін, көлбеу, жылдамдық пен жүктеменің өзгеруін және тістер арасындағы алшақтықты, жылдамдық пен жүктемені өзгерту кезінде доңғалақ тістерінің Профильді модификациясының Шу мен дірілге әсер ету тиімділігін анықтауға бағытталған.

Негізгі сөздер: модификацияланған тістер, тісті берілістер, модификация тереңдігі.

The effect of modified wheel teeth on the noise of the mill drive

G.A.Smailova^{id}, B.A.Bekbosynova^{id}, N.M.Arsalanova^{id}, A.B.Duzelbay

Abstract. In this paper, the influence of modified wheel teeth on the noise and vibration of the drive of this mill is investigated. To determine the noise level in gears with modified wheel teeth, a special stand was developed and manufactured. Medium-speed disk-type straight-toothed pairs of medium sizes were selected as the object of the study. The tests carried out on the stands were aimed at finding out the effects of modified wheel teeth on noise and vibration, variation of skew, speed and load, and the effectiveness of the influence of profile modification of wheel teeth on noise and vibration when varying the gap between the teeth, speed and load.

Keywords: modified teeth, gears, modification depth.

ЖЕР СОРҒЫЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ДӨҢГЕЛЕГІНІҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

А. Кунтушев , А.Т. Альпеисов, Д. Р. Кулсугурова 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

kuntushev@mail.ru

Андатпа. Жер сорғылар өндірістің кез келген түрінің өте маңызды бөлігі болып табылады. Жер сорғылардың конструкциясы өте жоғарғы қысым мен соққы астында жұмыс істейді, негізгі күш жұмыс дөңгелегіне түседі. Жұмыс дөңгелегінің сапасына және конструкциялық ерекшелігіне қарай сорғының қалай және қаншалықты ұзақ жұмыс істейтінін есептеуге болады. Жүктеме түріне және өндіріс қажеттілігіне қарай дөңгелектің көлемі мен геометриясы өзгереді. Материалды дұрыс таңдау жұмыс уақытына тікелей әсер етеді. CAD-CAM жүйелерін падалана отырып жер сорғыларының жұмыс дөңгелегінің конструкциясын жетілдіруге болады.

Негізгі сөздер: сорғылар, жер сорғылары, су сорғылары, жұмыс дөңгелегі, электроқозғалтқыш.

Жер сорғылары-бұл қысым құбырлары арқылы қатты қосылыстары бар сумен сұйылтылған механикалық қоспаларды (гидроқоспалар) айдау үшін қолданылатын гидравликалық машиналар. Топырақ сорғылары топырақ соратын снарядтарда (топырақ пен су қабатындағы тау жыныстарын қазып алуға арналған жүзбелі машина) немесе топырақ соратын қондырғыларда орналастырылады.

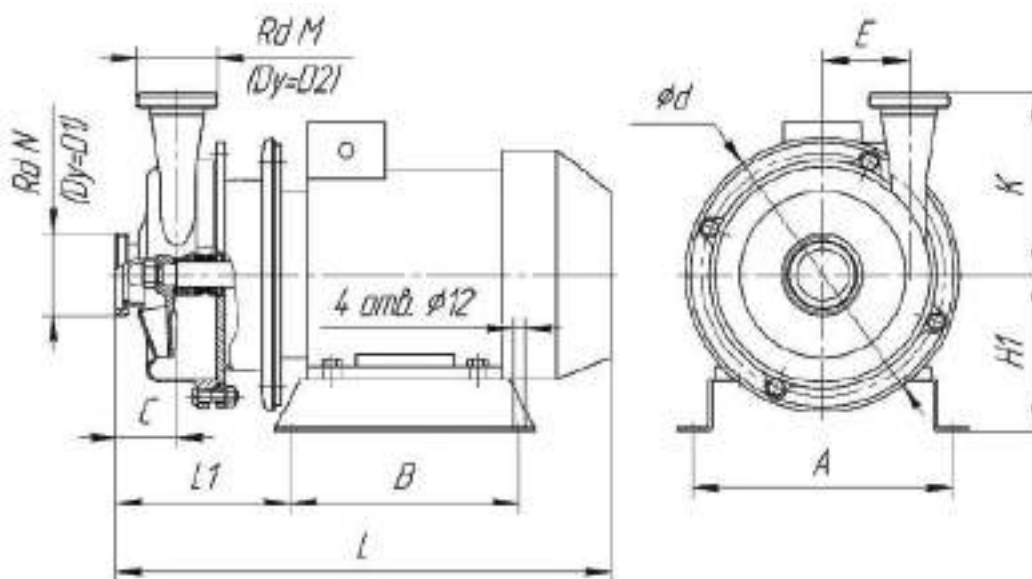
Конструкция жағынан, жер сорғысы - бұл әдетте электрлік немесе дизельді қозғалтқыштар ретінде қызмет ететін сорғы мен жетектен тұратын қондырғы. Топырақ сорғыларын жобалаудағы құрылымдық шешімдердің өзіндік ерекшеліктері бар, олар сорылатын ортадағы қатты бөлшектердің едәуір мөлшерін және сорғының компоненттеріне абразивті әсерін анықтайды. Яғни, өту қимасын ұлғайта отырып, топырақпен бірге түсетін малтатастар мен тастар сияқты ірі мөлшердегі абразивтік қосындыларды тасымалдау мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет. Алайда, өту бөлімдерінің ұлғаюы жылдамдықтың төмендеуіне ықпал етеді, сорғыны төмен жылдамдықты етеді және сәйкесінше өлшемдер мен массаның өсуіне әкеледі. Үлкен қосылыстардың кедергісіз өтуі үшін жұмыс доңғалағындағы пышақтардың саны екіден төртке дейін қабылданады және үлкен доңғалақтың енін қояды. Жер асты сорғыларының тиімділігі таза суды соруға арналған бірдей өнімділіктегі сорғылармен салыстырғанда әлдеқайда төмен.



Сурет-1 – ДНУ сериясының жер сорғысы

Жер сорғысының ағынды бөлігі орталықтан тепкіш доңғалақ (жабық) орналасқан бір немесе екі корпусы (ішкі және сыртқы) қамтиды. Гидроқоспалардың абразивті қосындылары корпус қақпағының мерзімінен бұрын тозуына әкелуі мүмкін болғандықтан, доңғалақ пен қақпақ арасындағы орын тозудан қорғайтын және қорғайтын дискімен жабдықталған. Топырақ сорғысының шассиі шарикті мойынтіректерге орнатылған білікпен ұсынылған. Білікке консольді доңғалақ орнатылады. Сорғы корпусынан біліктің шығу орны тығыздағыштың көмегімен тығыздалады.

Негізгі элемент-екі дискіден тұратын доңғалақ (жабық түрі). Дискілер арасында қалақтар орналасқан. Доңғалақ өзінің орталық аймағында айналу кезінде сирек кездеседі, соның арқасында сорылатын ортаның сорылуы қамтамасыз етіледі. Кіре берісте орналасқан құбыр арқылы гидрокоспа доңғалаққа түседі, оның аймағында целлюлозаның әр бөлшегіне орталықтан тепкіш күштер әсер етеді, олардың әсерінен қозғалатын орта қысым астындағы целлюлоза құбырына шығарылады.



Сурет-2 – Жер сорғы сызбасы

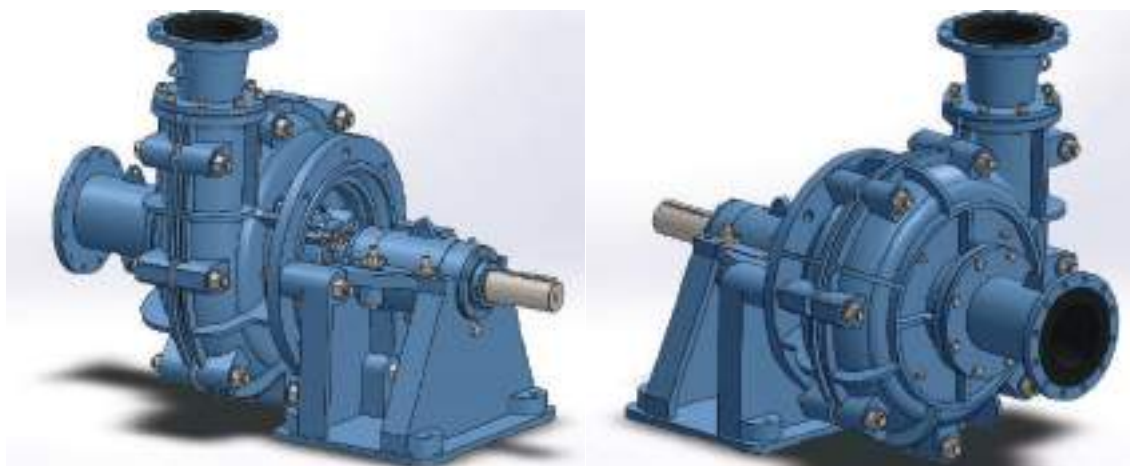
Сонымен қатар, тау-кен өнеркәсібінде және тау-кен өндірісінде целлюлозаны (топырақ пен су қоспасы) сору көбінесе проблема болып табылады, оны шешу үшін жер сорғысы сәтті қолданылады. Мұндай медиамен жұмыс істеудің қиындығы-қозғалатын сұйықтықпен жанасатын жабдық пен құрал қатты абразивті тозуға ұшырайды. Тозуға қарсы тұру үшін топырақ сорғылары берік және тозуға төзімді қорытпалардан жасалады, ал істен шыққан элементтер оңай ауыстырылады. Сорғының жұмыс элементтері мықты броньды дискілермен қорғалады. Сонымен қатар, топырақ сорғылары бітелудің алдын алатын жуу жүйелерімен жабдықталуы мүмкін.

Алайда, барлық қабылданған шараларға қарамастан, жер сорғыларының бөліктері әлі де қатты тозуға ұшырайды: су абразивті, кавитациялық және механикалық. Су абразивті тозу топырақ сорғысының целлюлоза өткізгіш бөліктерінің тозуының негізгі түрі болып саналады. Оның қарқындылығы целлюлозаға немесе өндірілген материалдың бөлшектеріне тән бірқатар өлшемдерге және сорғының целлюлоза өткізгіш бөліктерінің тозуға төзімділігіне байланысты. Су абразивті тозу жалпы және жергілікті болуы мүмкін. Жалпы тозу бөлшектердің қалыңдығын салыстырмалы түрде біркелкі азайтудан тұрады және бронетранспортерлердің, бүйірлік және радиалды қаптамалардың, саптамалардың беттеріне тән. Жалпы қарқындылықтан едәуір асатын жергілікті тозуға құйындар мен кавитация аймақтары ұшырайды.

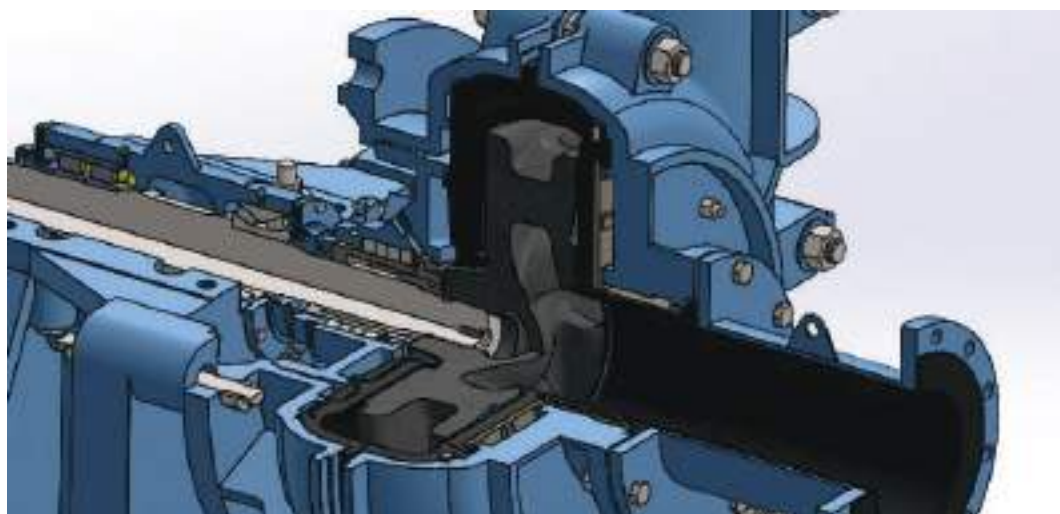
Тозуға негізгі дөңгелек қатты ұшырағандықтан, оның конструкциясын жетілдіру үшін

CAD-CAM жүйелерін пайдалануға болады. SolidWorks автоматтандырылған жобалау жүйесі (SolidWorks Corp., АҚШ) Microsoft Windows Операциялық ортасында Дербес компьютерде пайдалану үшін жасалған. SolidWorks үш өлшемді қатты күйдегі және беттік параметрлік дизайн принципін қолданады, бұл дизайнерге үш өлшемді электронды модельдер түрінде үш өлшемді бөлшектерді жасауға және құрастыруды құрастыруға мүмкіндік береді, оған сәйкес ESKD талаптарына сәйкес екі өлшемді сызбалар мен ерекшеліктер жасалады. Өнімді үш өлшемді модельдеу дәстүрлі екі өлшемді дизайнға қарағанда көптеген артықшылықтар береді, мысалы, дизайн кезеңінде өнімнің жиналу қателерін болдырмау, CNC машинасында өңдеуге арналған басқару бағдарламасының бөлшектерін электронды модельге сәйкес жасау. SolidWorks бағдарламасының көмегімен сіз болашақ өнімді барлық жағынан көре аласыз және дизайнды алдын-ала бағалау үшін таңдалған материалға сәйкес нақты дисплей бере аласыз. SolidWorks-тың үш өлшемді бөлшектері үш өлшемді примитивтердің комбинациясы нәтижесінде алынады. Көптеген элементтер негізгі үш өлшемді объект жасалатын жалпақ эскизге негізделген. 3D нысандарын дәйекті түрде құру және соңында қажетті нәтиже алуға мүмкіндік береді.

SolidWorks 2019 қолдана отырып жер сорғының конструкциясы сызып оның негізгі элементтерін есептеген болатынмын. Негізгі дөңгелекті жетілдіру мақсатымен оның конструкциясына жетілдірулер енгізіп симуляция жасаған болатынмын.



Сурет-3 – Жер сорғының 3D моделі



Сурет-4 – Жер сорғының негізгі дөңгелегін жетілдіру

Негізгі материал ретінде тез кескіш болат, HSS-E таңдалды. HSSE-бұл жоғары сапалы материал, ол қосымша кобальтпен легіріленген. Осы болат маркасынан металл кесуге арналған дөңгелек аралар VA баспайтын болат немесе жоғары беріктігі бар материалдардың басқа маркалары сияқты өңдеуге қиын материалдар үшін қолданылады. Бұл материал сонымен қатар металды кесу, үгіту үшін дөңгелек араның ұзақ қызмет ету мерзімін қажет ететін барлық қосымшалар үшін өте қолайлы.



Сурет-5 – Жер сорғының негізгі жетілдірілген дөңгелегі

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Есьман И.Г. - Насосы. Изд. 3, перераб. и доп. 1954. 286 с.
2. Tmrees, EURACA, 2020, Athens, Greece - Review of photovoltaic water pumping system research
3. <https://ecv-nasos.kz/p89651790-gruntovoj-nasos-2grt800071.html>
4. <https://www.nektionnasos.ru/article/promyshlennye/stroitelstvo/gruntovy-nasos/>
5. <https://clcl.ru/kk/poverhnostnyi-nasos-dlya-vody-iz-chego-sostoit-kak-podklyuchit/>
6. <https://3ddevice.com.ua/blog/3d-printer-obzory/obzor-programmy-solidworks/>

Совершенствование конструкции рабочего колеса земляных насосов

А. Кунтушев , А.Т. Альпеисов, Кулсугурова Д.Р. 

Аннотация. Грунтовые насосы являются очень важной частью любого вида производства. Конструкция грунтовых насосов работает при очень высоком давлении и ударе, основная сила приходится на рабочее колесо. В зависимости от качества и конструктивных характеристик рабочего колеса вы можете рассчитать, как и как долго будет работать насос. В зависимости от типа нагрузки и производственных потребностей объем и геометрия колеса меняются. Правильный выбор материала напрямую влияет на время работы. С внедрением систем CAD-CAM можно улучшить конструкцию рабочего колеса грунтовых насосов.

Ключевые слова: насосы, грунтовые насосы, водяные насосы, рабочее колесо, электродвигатель..

Improvement of the design of the working wheel of ground pumps

A. Kuntushev , A.T. Alpeisov, D.R. Kulsugurova 

Abstract. Ground pumps are a very important part of any type of production. The design of ground pumps operates under very high pressure and impact, the main force falls on the working wheel. Depending on the quality and design characteristics of the working wheel, you can calculate how and how long the pump will work. Depending on the type of load and production needs, the volume and geometry of the wheel change. The correct choice of material directly affects the Working Time. With the introduction of CAD-CAM systems, it is possible to improve the design of the working wheel of ground pumps.

Keywords: pumps, ground pumps, water pumps, working wheel, electric motor.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ CAD СИСТЕМ

Сагитов Р. А. , Альпеисов А. Т.

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

sagitov.rinat.98@gmail.com

Аннотация. САПР(CAD) системы имеют большое влияние на производство и автоматизацию производства. Сейчас на рынке много разных программ с разной точностью, скоростью и удобностью работы. CAD-CAM проектирование и производство очень связаны, повышая качество модели в компьютере можно увеличить качество финального продукта и снизить время обработки за счет лучшей оптимизации. В 2022 году очень много хороших программ САПР и в этой статье мы сделаем их сравнение

Ключевые слова: модель, 3D модель, аддитивные технологии, производство, ЧПУ, CAD, САПР, CAM, CAE.

Согласно Autodesk, автоматизированное проектирование (САПР) - это “технология проектирования и технической документации, которая заменяет ручное составление автоматизированным процессом”. Хотя это определение довольно точное, программное обеспечение САПР играет гораздо более широкую роль, чем просто замена трудоемкого ручного проектирования. В настоящее время программное обеспечение САПР широко используется для концептуального проектирования и пространственной визуализации на протяжении всего этапа разработки продукта. Автоматизированный процесс САПР позволяет мгновенно вносить изменения в модели и представляет собой мощный инструмент коммуникации между участниками проекта. Другими словами, появление программного обеспечения САПР позволило осуществлять совместную работу, предлагая общую платформу для творческих работников, от инженеров до дизайнеров, по всему миру.

САПР оказал такое глубокое влияние на наш мир, что трудно представить жизнь без него. С этой целью в большинстве архитектурных и инженерных школ больше даже не проводятся занятия по рисованию от руки. Так много физических аспектов нашей реальности, от продуктов до зданий, разрабатываются с помощью САПР. В этой статье мы рассмотрим наиболее важные аспекты программного обеспечения САПР: различные типы, преимущества, недостатки и лучшие существующие программы. Но сначала давайте выясним, как появился этот важный инструмент.



Рисунок-1 – САПР (CAD) программа

Плюсы использования CAD:

Есть несколько основных преимуществ использования инструментов САПР:

- Улучшает качество проектирования: Огромная гибкость, обеспечиваемая САПР, позволяет создавать более совершенные проекты. Гораздо проще понимать, диагностировать и предлагать решения, используя множество функций, которые были созданы специально для достижения этих целей. Это, как вы можете себе представить, как правило, приводит к улучшению продуктов в целом.

- Повышает производительность: Это факт, что проектирование полностью вручную может занять огромное количество времени. Программное обеспечение САПР обеспечивает более быстрый и продуманный рабочий процесс, что приводит к более быстрым выводам по проекту. Быстро Меняющаяся среда, предоставляемая САПР, действительно изменила правила игры с точки зрения разработки продукта, значительно сократив время вывода новых продуктов на рынок.

- Обеспечивает совместную работу: программное обеспечение САПР обеспечивает идеальную платформу для совместной работы. Сложные изделия и сборки обычно требуют огромной команды дизайнеров и инженеров, и эффективная коммуникация между ними имеет решающее значение. Облачные САПР-приложения становятся нормой, что также способствует повышению производительности.

- Упрощает документирование: Само собой разумеется, что ведение записей является серьезной проблемой при работе с тысячами конструкций компонентов. Представьте себе, когда все это было сделано на бумаге! Программное обеспечение САПР играет центральную роль в “управлении жизненным циклом продукта”, позволяя автоматизированным системам хранить в цифровом виде и безопасно поддерживать все процессы проектирования.

Недостатки использования CAD:

- Хотя многие преимущества САПР, безусловно, перевешивают любые недостатки, все же есть несколько серьезных недостатков, в основном связанных с стоимостью.

- Лицензирование программного обеспечения может быть очень дорогостоящим, а постоянное совершенствование графических инструментов требует более мощных рабочих станций для их использования. Кроме того, топовое программное обеспечение САПР имеет довольно крутую кривую обучения, обычно требующую много времени и денег, потраченных на обучение. САПР используется профессионалами во многих отраслях, но три из самых крупных - это инженерия, архитектура и дизайн продукта:



Рисунок-2 – SolidWorks

Инженерия - область, которая больше всего выиграла от программного обеспечения САПР. Он ежедневно используется во всех областях техники, включая машиностроение, гражданское строительство и электротехнику. САПР важнейший инструмент для разработки продукта или компонента, используемый на протяжении всего процесса, от концепции до производства и даже послепродажной поддержки. Вместе с программным обеспечением САМ, которое отправляет инструкции на машины для производства, это парное решение упрощает производство невиданным ранее способом.

Архитектура — это еще одна область, на которую САПР оказал огромное влияние. В

основном он используется архитекторами для 2D-чертежей, заменяя бумагу небольшими цифровыми файлами, которыми можно мгновенно поделиться. В последние годы 3D-моделирование все чаще применяется в архитектуре для улучшения пространственной визуализации, улучшения коммуникации с клиентами, а также является отличным инструментом для дизайна интерьера.

Дизайн продукта предусматривает использование САПР для разработки и валидации. В то время как разработка принесла более или менее те же результаты, что и в инженерных приложениях, проверка концепции продукта улучшается с помощью САПР и других дополнительных инструментов, таких как рендеринг и моделирование. Функциональность и эстетика нового продукта могут быть проверены в цифровой среде, прежде чем выделять ресурсы для раннего прототипирования.

Программное обеспечение 3D CAD может быть дополнительно классифицировано в соответствии с техникой моделирования, из которых существует три основных типа:

Каркасное моделирование: это самый простой тип, который использует линии и кривые для представления 3D-объекта. Хотя это может быть быстрый способ продемонстрировать концепции с помощью простых макетов, создавать полностью детализированные модели может быть чрезвычайно скучно.

Твердотельное моделирование: это наиболее часто используемый тип моделирования для инженерных приложений и приложений 3D-печати. Твердотельное моделирование — это шаг вперед по сравнению с каркасным, поскольку оно включает в модель дополнительные физические свойства, такие как масса и объем.

Моделирование поверхности: Этот тип представляет собой сложный способ моделирования объектов и лучше всего используется для органических форм. Моделирование поверхности свободной формы представляет собой 3D-объект с помощью оболочек и связанных поверхностей.

Мир САПР огромен. Существуют различные варианты для разных пользователей, включая профессиональные, бесплатные, облачные и браузерные. Существует также множество отраслевых решений со специализированными модулями, инструментами и мастерами. С учетом сказанного, в мире САПР есть определенные имена, которые стали основными ориентирами на рынке, предлагая широкий спектр настраиваемого программного обеспечения и модулей, которые могут работать с любым конкретным приложением.

Название	О.С.	Цена	Основной формат	Лучше для
<u>AutoCAD</u>	Windows, MacOS, iOS, Android	\$1,775/в год	DWG, DXF	Профессионалы во всех отраслях промышленности, специализирующиеся на точных 2D и 3D чертежах. Популярен среди архитекторов, инженеров и специалистов в области строительства.
<u>Inventor</u>	Windows, MacOS, iOS, Android	\$2,190/в год	IPT, IAM, IDW, DWG	Более 3D AutoCAD, ориентированный на механическое проектирование, документацию и моделирование продукта. Особенно для инженеров и промышленных дизайнеров.
<u>SolidWorks</u>	Windows	\$3,995 покупка +	SLDPRT, SLDASM	Промышленные потребители, особенно в аэрокосмической

Название	О.С.	Цена	Основной формат	Лучше для
		\$1,295/год		промышленности, тяжелом оборудовании, медицине и энергетике.
<u>Fusion 360</u>	Windows, MacOS	\$495/в год	F3D	Профессионалы в любой отрасли, которым необходимо объединить дизайн, инжиниринг и производство в единой программной платформе.
<u>NX</u>	Windows, MacOS, Linux	\$5,900 покупка + \$1,600/в год	PRT	Большие инженерные группы, нуждающиеся в интеграции PLM
<u>CATIA</u>	Windows	\$12,000 покупка + \$2,000/в год	CATPart, CATProduct, CATDrawing	Промышленные потребители, особенно в автомобилестроении, аэрокосмической промышленности и строительстве зданий.
<u>Creo 8</u>	Windows	\$2,480/покупка, \$15,000 Премиум пакет	BDL, PKG, SDP, SDAC, SDPC	Автомобильные, производственные команды, нуждающиеся в специальных инструментах и функциях
<u>Onshape</u>	Броузер	\$1,500/ в год	Standard CAD file formats	Профессионалы, нуждающиеся в функциях совместной работы и SaaS
<u>Solid Edge 2022</u>	Windows	\$2,760/в год, \$3,940/ в год Премиум	PAR, ASM, DFT	Профессионалы в области проектирования, строительства, производства продукции
<u>Alibre Design</u>	Windows	\$1,935/ покупка \$465/ обновления	AD_PRT, AD_ASM	Профессионалы, специализирующиеся на ранней стадии и концептуальном проектировании
<u>Shapr3D</u>	iPad, MacOS, Windows	\$239/в год, \$499/в год Премиум	Shapr	Концептуальный дизайн и высокая мобильность
<u>nTopology 3.0</u>	Windows	(на заказ)	Standard CAD file formats	Профессионалы, специализирующиеся на аддитивном производстве

Таблица-1 – Сравнение CAD программ 2022 года

Разобраться в том, какой инструмент автоматизированного проектирования (САПР) подходит для профессиональных приложений, может быть непросто, поскольку необходимо учитывать общекорпоративные соображения, такие как совместимость форматов файлов.

Некоторые из лучших современных программных инструментов сосредоточены на

творческом исследовании дизайна и 3D-рендеринге, в то время как другие используются для механического анализа с использованием мощных инструментов моделирования. Некоторые ориентированы на конкретные отрасли, другие могут похвастаться специфическими инструментами, такими как оптимизация топологии.

Имея это в виду, мы составили список сложных инструментов САПР с подробным описанием наиболее актуальной информации, включая совместимые операционные системы, уникальные функции и, конечно же, цену.

В этой статье мы видели, как САПР на протяжении десятилетий влияла на многие отрасли, предоставляя цифровую платформу для интерактивного проектирования.

В последние годы CAD также позволила создать ряд новых вычислительных решений, которые произвели революцию в том, как разрабатываются многие продукты. САМ, например, автоматизировал сложный процесс изготовления этих цифровых конструкций очень быстрым и точным способом.

CAD также позволила разработать программное обеспечение нового поколения: автоматизированное проектирование, или CAE. Это программное обеспечение работает вместе с CAD для углубленного структурного, механического или термического анализа с помощью компьютерного моделирования. Фактически, многие CAD имеют встроенные модули CAE, которые улучшают проектирование, поскольку позволяют проводить обширные итерации проектирования на основе результатов моделирования.

Топологическая оптимизация - это инструмент, созданный на основе анализа CAE, который недавно был популяризирован вместе с 3D-печатью. Этот инструмент применяет математический алгоритм, который оптимизирует использование материала в данной детали в соответствии с реальным набором нагрузок и напряжений, которые она будет испытывать.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://all3dp.com/1/autodesk-fusion-360-free-download-full-version/>
2. <https://www.sculpteo.com/en/materials/>
3. <https://all3dp.com/1/best-cad-software/>
4. <https://all3dp.com/1/best-cad-software/>

CAD жүйелерінің даму бағдары

Сагитов Р. А. , Альпеисов А. Т.

Андатпа. АЖЖ (CAD) жүйелері өндіріске және өндірісті автоматтандыруға үлкен әсер етеді. Қазір нарықта әртүрлі дәлдікпен, жылдамдықпен және жұмыс ыңғайлылығымен көптеген бағдарламалар бар. CAD-CAM жобалау және өндіру өте байланысты, компьютерде модель сапасын арттыру соңғы өнімнің сапасын арттыруға және жақсы оңтайландыру арқылы өңдеу уақытын азайтуға болады. 2022 жылы CAD бағдарламалары өте көп және осы мақалада біз оларды салыстырамыз

Негізгі сөздер: модель, 3D моделі, қосымша технологиялар, өндіріс, CNC, CAD, CAD, CAM, CAE.

CAD system development trends

Sagitov R. A. , Alpeisov A.T.

Abstract. CAD systems have a great impact on production and automation of production. Now there are many different programs on the market with different accuracy, speed and ease of operation. CAD-CAM design and production are very related, improving the quality of the model in the computer can increase the quality of the final product and reduce processing time due to better optimization. There are a lot of good CAD programs in 2022 and in this article we will make a comparison of them.

Keywords: model, 3D model, additive technologies, manufacturing, CNC, CAD, CAD, CAM, CAE.

VR-APPLICATION FOR CONSTRUCTION WORK

B. N. Bekmuratov¹, Sanat Tolendiuly²

¹Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

²AUofEC named after G. Daukeev, Kazakhstan, Almaty

bekn998@gmail.com

Abstract. Virtual reality (VR) is manufactured world that does not exist in nature, into which individual can totally "inundate himself" not as it were as a spectator, but moreover as a member. Virtual reality frameworks are specialized gadgets and computer program that make for individual the dream of nearness in this fake world and in a few cases, permit controlling his objects. Most all virtual reality frameworks have the taking after primary characteristics: Real time reenactment. The virtual reality framework ought to give the client with a picture, sound, and a complex of material and other sensations in reaction to the activities performed, right away, without recognizable delays. To completely drench the client within the world of virtual reality, the framework must show virtual objects with a tall degree of authenticity, so that they see "like living. VR frameworks are recognized by the number of at the same time working clients and are isolated into person and collective.

Keywords: virtual reality, VR-application, 360-degree video, admin panel

1. Introduction

VR or Virtual Reality is 3-dimensional virtual space which was created by human. For the last decade market place does not ask "Why do we need VR?" they ask "What can you offer to us?" and new technological revolution started in many spheres. For instance, concept makers use it in design and architecture, shops could use in selling, education, presentation, gaming, entertainment, all of them widely use VR opportunities. In this article we will show the new and cheap way of applying VR, also will be written about how to create a new startup or company with minimal budget.

The problem of employment in developing countries is to train new workers or in our case engineers. Internship period has to be spent with general engineer. But general engineer has own tasks and person cannot take a lot of students for education process, also company must pay for overwork. After that manufacture starts to incur production costs and additional costs.

To solve this kind of task manufactures as BMW, Mercedes and etc. begun to use VR-study. New employees by using Virtual Reality technologies can be more effective in industry, because they can practice anytime and as much as they want.

On the other hand, this type of immersive learning could cost a lot of money and new startups from developing countries cannot afford that. Below will be presented the concept of starting new way of using VR app for immersive education for engineers with minimum interacting.

The VR framework ought to give a stereoscopic picture that gives a sense of profundity in space. An individual has binocular vision, that's, he sees the world with both eyes at once. At the same time, the pictures watched by each eye are marginally distinctive from each other and separately don't have three-dimensional, but our brain includes two pictures into a single three-dimensional picture. Advanced advances for creating pseudo-volumetric pictures are based on this impact, and so-called stereoscopic sets of pictures have been made, giving the dream of volume.

Interactivity - the capacity to connected with the virtual world. Within the "virtual universe" the client must be an amazingly dynamic eyewitness. He must be able to associated with the virtual environment, and it, in turn, will depend on the user's activities. This will permit the client to see around and move in any heading inside the virtual environment.

The prerequisite of interactivity is discretionary: in a few VR frameworks, a individual acts as it were as an spectator, but this could be exceptionally valuable and curiously. VR frameworks are indeed now and then isolated into intuitively and non-interactive. Working with the last mentioned is more like observing a stereoscopic video film, since the user cannot impact what happens within the virtual world. Of course, the conceivable outcomes of "inundation" in such a VR are much humbler than in a completely intuitively virtual environment, but with adequately huge screens and high-quality extraordinary impacts, the impression of such shows remains permanent.

The most ranges of application of virtual reality are:

Excitement (computer diversions), professional preparing (test systems and test systems for pilots, space travelers, rescuers, specialists, drivers of huge cars), instruction (instructive frameworks for children) and development (shuttle, cars, development objects (virtual universes), reenactment of circumstances (working out schedule or crisis circumstances and catastrophes, end of results), travel (virtual visits and excursions).

2. Platform and video

First of all, we need the platform where our content will be saved. For this case we can use web sites or application. Even if you do not know coding you can use opensource codes and construct the ready one. Also, this platform has to be connected with other services, because in this case will be used 360-degree VR videos. To save our videos we can choose YouTube, because it supports this type of video.

Secondly, we need to make VR video. 360 Camera «Ricoh Theta V costs \$520.10.

Ricoh has own software for video processing and unnecessary fragments can be deleted instantly. After making a video we need post-production and editing. Next step is downloading into YouTube. After this process there will be a link of our content. Using admin panel, we can put our link into the application and then our video will be available in the list.

Below were put figures of UI (User Interface) of admin panel, application and also, the scenario of using.

In Figure-1 you can see basic administration panel with Django. Main buttons here for us are: Users, Groups and Lessons. Also, it can be used for management whole process of the work.



Figure-1. Main administration panel

Users function in Figure-2 shows us whole list of users. Their ID could be an e-mail, because if we need confirm account, then e-mail can be useful. Also, here we have their “Superior status”. It means account was activated or not. The last one is “Password” and password user was encrypted for the security of account.

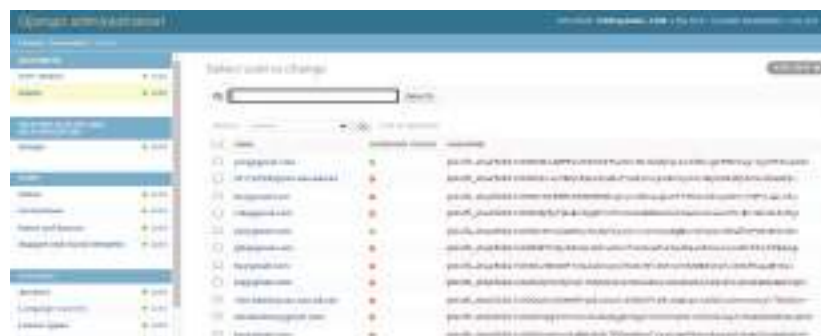


Figure-2. Users button functions.

The groups are enlisted. Group means a company which is using our application. We can add new group and delete or change the name of group. Also here is a function, administrator can watch a list of users of each company.

Sometimes applications or sites could not work exactly how they were planned or maybe developers made some mistakes. For this case to improve application or site developers could add “Feedback” function. If users have some troubles, they can just make a screen and describe the problem also in text variant and after send it to the e-mail of developers. In some case this function can work as “Support Centre”.

2. Scenario of using

First step is a registration of user. Before this we need to know how many students we will have in each company and after our admin panel can generate ID numbers. When user will register own account, he or she has to use ID and only then system can confirm new user. Also, user has to fill out the questionnaire. Afterward application will show all list of videos, additional tasks and tests.

When users are using main menu, they can put own smartphone in a horizontal position to the VR Box. By using joystick, it works with Bluetooth and user can make click as in the PC which uses mouse. It will be more comfortable than every time to take off phone from the VR Box.

By using joystick user can easily switch videos and can change the papers of application. Also, we could implement the test form as an exam for users. It can be in video and text forms. In video form we can show the text and give some variants to answering. Despite the complexity of the question timer’s seconds will be a lot or less as in «Kahoot» game. As a second option we can implement «Kahoot» into our application by using links. After how user clicked to link, they will get an access to the test. In text form user can just print out downloaded question and use it as a simple test.

3. Financial analysis

The main goal of this paper was to make cheap version of immersive learning. Sure, it has own disadvantages. But, during the time if we create a company, we can save a lot of budgets and after some orders from the companies we can develop our structure of immersive learning or we can show it as a cheap option to some company with minimum budget. Below in the Table-1 we showed expenses.

Name	Cost, \$
360-degree camera Ricoh Theta V	520,39
VR Box	5,91
Joystick	4,73
Application or site (developer’s price)	3000
Developer account for Appstore	100
Developer account for Play Market	100 per year
Server of app or site	23,66 per month
Total	3754,69

Table-1. Project budget

4. Conclusion

As a conclusion we can watch that in some cases basic understanding of how technologies work could be enough to start. After using this technology and taking offers from company the startup could grow. Also, we have observed the financial benefits of this work and it is surely much cheaper than what big companies use. Then in article was showed advantages and disadvantages of our project.

REFERENCES

1. Erica S. “Virtual Reality in Curriculum and Pedagogy”, 2020
2. Paul M. “Virtual and Augmented reality for dummies”, 2019
3. Peter H. Diamandis, Steven Kotler “The future is faster than you think”, 2020

Конструкциялық жұмыстар үшін арналған VR-қосымша

Б.Н. Байғалиұлы^{id}, С. Төлендіұлы^{id}

Андатпа. Виртуалды шындық (ВШ) – табиғатта жоқ жасанды әлем, оған адам көрермен ретінде емес, одан да көп қатысушы ретінде толықтай «батыруға» болады. Виртуалды шындық шеңберлері - адамға осы жалған әлемде жақындықты армандайтын және кейбір жағдайларда оның объектілерін басқаруға мүмкіндік беретін арнайы гаджеттер мен компьютерлік бағдарламалар. Көптеген VR құрылымдарының келесі негізгі мүмкіндіктері бар: Нақты уақытта ойнату. Виртуалды шындық шеңбері клиентке бірден орындалатын әрекеттерге жауап ретінде суретті, дыбысты, материалдық және басқа да сезімдерді елеулі кідіріссіз беруі керек. Клиентті виртуалды шындық әлеміне толығымен батыру үшін фреймворк виртуалды нысандарды «тірідей» көрінуі үшін жоғары дәлдікпен көрсетуі керек. VR шеңберлері бір уақыттағы клиенттердің саны бойынша танылады және жеке адамдар мен топтар үшін оқшауланады.

Негізгі сөздер: виртуалды шындық, VR қолданбасы, 360 градусық бейне, басқару панелі.

VR-приложение для конструкционных работ

Б.Н. Байғалиұлы^{id}, С. Төлендіұлы^{id}

Аннотация. виртуальная реальность (ВР) — искусственный мир, не существующий в природе, в который человек может тотально «погрузиться» не как зритель, а тем более как участник. Каркасы виртуальной реальности — это специализированные гаджеты и компьютерные программы, которые вызывают у человека мечту о близости в этом фальшивом мире и в некоторых случаях позволяют управлять его объектами. Большинство фреймворков виртуальной реальности обладают следующими основными характеристиками: Воспроизведение в реальном времени. Каркас виртуальной реальности должен давать клиенту картинку, звук, комплекс материальных и иных ощущений в ответ на выполняемые действия сразу, без заметных задержек. Чтобы полностью погрузить клиента в мир виртуальной реальности, фреймворк должен показывать виртуальные объекты с высокой степенью достоверности, чтобы они видели «как живые». VR-фреймворки распознаются по количеству одновременно работающих клиентов и изолированы на личности и коллективы.

Ключевые слова: виртуальная реальность, VR-приложение, 360-градусное видео, админ-панель.

USE OF NEW TECHNOLOGIES IN ENGINEERING
Satybaldy S.P. , **Yelemessov K.K.** , **Baskanbayeva D.D.**
Satbayev University, Kazakhstan, Almaty
symbat_satybaldy@mail.ru

Abstract. The article discusses the development and main types of various additive technologies in machine-building production, presents the advantages of this technology in the Kazakhstan market. The issues of using the effectiveness of technological processes when using additive equipment are analyzed, the difficulties of introducing additive technologies in mechanical engineering are determined. Conclusions are formulated about the prospects for the development of basic solutions in the field of additive technologies. Also, the operation of parts of manufactured products of production, provide a long service life of components and a high degree of reliability of materials. The development of additive technologies in mechanical engineering increases the economic indicators and technological processes of the production activity of a subject of various industries. The characteristics and advantages of using these technologies studied in this article make it possible to highlight the defining technological processes of the principles of work, as well as the achievements and prospects of additive technologies for the engineering industry. The introduction of such technological equipment provides an opportunity to speed up the procedure for manufacturing parts and improve the properties of materials of high-tech engineering processes, which in turn act as highly competitive in the market of our field.

Keywords: digital technologies, innovation, additive technologies, engineering, manufacturing.

Introduction. In order to increase the efficiency of the machine-building industry of the state through digital

technologies by the government of Kazakhstan December 12 in 2017, the state program "Digital Kazakhstan" was adopted.

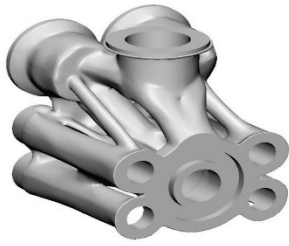
The main objective of this state program is to improve the standard of living of citizens, through the use of modern information technologies and digitalization of industry in the following industries:

- Digitalization of mechanical engineering and power industry.
- Digitalization of transport and logistics.
- Digitalization of agriculture.
- Development of e-commerce.
- Development of financial technologies and non-cash payments.

Additive manufacturing- is the creation of industrial products based on the gradual addition of material to a base in the form of a flat platform or axial workpiece.

In our modern world of scientific discoveries, many new digital technologies are presented that are associated with various industries, so our domestic enterprises need to quickly and effectively respond and act on changes in the external environment and take measures to develop and remain competitive in our market. One of the most developing areas of modern digital engineering is the development of new technologies for fast and efficient production of machine-building products and parts. An important role here is played by the understanding by managers of the need to introduce new technologies and innovations in the technological process.

In the developing world, digital production is of increasing interest among engineers and managers of various companies, most importantly, it is associated with a decrease in costs and labor intensity of production, especially in industrial enterprises. At the moment, there are 7 popular equipment on the market using additive technologies in mechanical engineering (Figure 1).



1. Hydraulic valve block



2. Mixer liquid with gas



3. Hydroacoustic antenna splitter



4. Gas turbine engine components



5. Components and assemblies for the aircraft industry

Figure 1. 7 popular equipment using additive technologies in mechanical engineering

Methods

Demanded methods of additive manufacturing among mechanical engineering enterprises:

- «FDM» (Fused Deposition Modeling).
- «SLA» Stereolithography).
- «SLS/SLM (Selective Laser Sintering/Melting).
- «DMLS» (Direct Metal Laser Sintering).
- «Binder 3DP» (Indirect Inkjet Printing).
- «EBM» (Electron Beam Melting).

Solutions and discussion

All over the world, we can say that there is practically no industrial field of activity left that could not do without the use of modern digital technologies in the workflow. One of the most advanced modern digital technologies is additive manufacturing technology. The increase in digital technologies and their availability in Kazakhstan puts before manufacturers the main task of choosing the most effective method of machine-building production. The emergence and development of additive technologies has attracted the main attention of both foreign and domestic engineering companies. The paper considers the share of additive manufacturing in the leading countries of the world (Figure 2). Recently, foreign practice has shown that these digital technologies are widely used in various industries: energy, aerospace, machine and aircraft building, electronics, medicine, logistics and other areas.

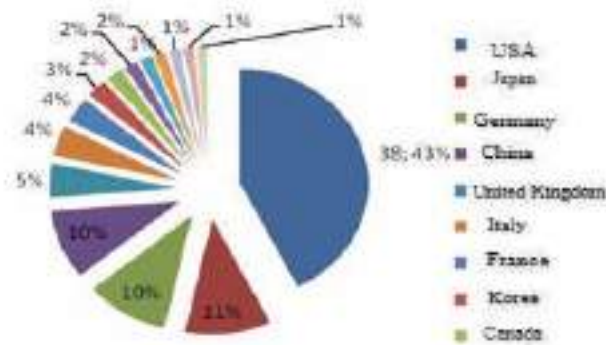


Figure 2. Share of additive manufacturing in the leading countries of the world

The advantage of additive technologies in mechanical engineering:

- Reducing the work process and a significant reduction in the main waste in the work process. The creation of machine-building parts in the usual way is a rather laborious and long-term process. When manufacturing different parts by casting and in another way, it is necessary to make different shapes at the beginning. The use of additive technologies makes it possible to do without preliminary preparations, and the material is required for the product without the main associated waste.
- Reducing the materials used for manufacturing and the cost of parts. With the use of additive technologies in mechanical engineering, the amount of materials for the manufacture of parts is significantly reduced, which means that the cost of the finished product will be much lower on the market.
- Production of parts of varying complexity in production. With the help of additive technologies, it is possible to produce any different model, with in this case, the bend and angle of the product must match the computer sketch.
- Detail dimensional accuracy. For parts made using additive technologies, it is possible to obtain dimensions with an accuracy of up to a certain parameter.
- Reducing the weight of parts. The use of additive technologies in the engineering industry makes it possible to produce lighter parts for various technological processes.

Core Technologies in Additive Manufacturing:

1. Liquid Curing Technologies- using this technology, an object is created layer by layer using 3D printing (mainly with many thin layers). According to this technology, the schematic diagram shows the principle of operation of this equipment (Figure 3).

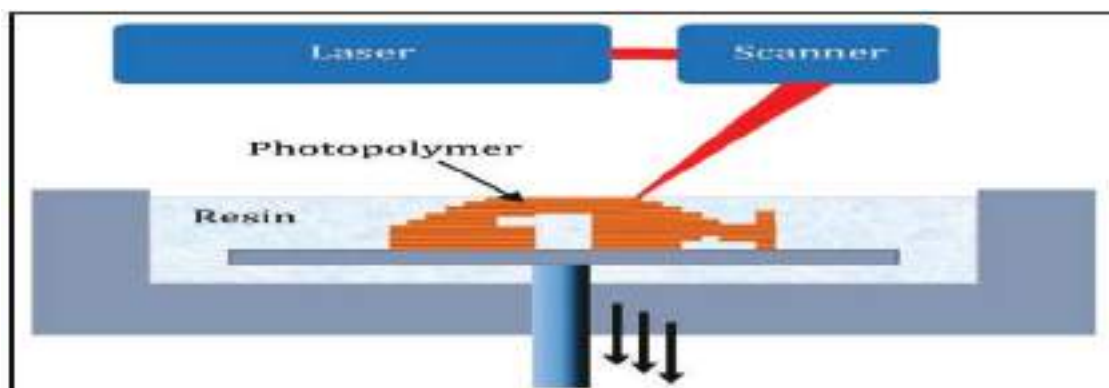


Figure 3 . Schematic diagram of this technology

2. Powder technology- according to this technology, powders (metal, plastic), as well as silicates, can be used as the main construction material. The advantage of this technology is the ability to print full-color objects on paper with printers.

3. Other additive technologies:

- Two Photon Polymerization (2PP).
- Solid Ground Curing (SGC).
- Ballistic Particle Manufacturing (BPM).
- Ballistic Particle Manufacturing (BPM).
- Bioprinting.

Conclusion

In our modern world, mechanical engineering enterprises need to navigate in an ever-changing environment in order to remain competitive in the market, therefore, the management of a manufacturing organization should pursue and introduce new technologies into production, as well as improve technological processes. The development and use of these technologies in work will become an integral part in various fields.

Solving the problems of introducing new technologies is a priority task for various enterprises. These technologies can be successfully applied in the industrial complex, mechanical engineering, power engineering and medical, oil and gas, energy, aerospace, aviation industries and other industries.

Digital technologies have huge potential to reduce industrial costs for the creation of a wide variety of types of equipment and parts. They will improve the efficiency of the technological process of an enterprise in any industry, namely, reduce the time for manufacturing various parts, reduce costs and prime cost, and increase the profits of mechanical engineering. This will have a favorable impact on the development of our industry, as well as help the development of the industry and enter a new level of development.

REFERENCES

1. Zlenko M. A., Nagaytsev M. V., Dovbysh V. M. Additive technologies in mechanical engineering // Handbook for engineers. M. : SSC RF FSUE "NAMI", 2015. 220 p.
2. Ahsan M.N. et al. A comparative study of laser direct metal deposition characteristics using gas and plasma-atomized Ti-6Al-4V powders. Materials Science and Engineering. 2011. pp. 7648–7657.
3. Boissonneault T. Metal AM Focus 2020 // Additive manufacturing industry: metal. 3D
4. Printing Media Network, 2020. 27 p.
5. Additive technologies: from technical creativity to innovative industrial technologies / M. A. Volosova et al. // Technical creativity of youth. 2014 . No. 5 (87) .S. 9-14
6. Lipson H., Kurman M. Fabricated: The new world of 3D printing. John Wiley & Sons Limited, 2013. 320 p.
7. Additive technologies as breakthrough innovations in resource saving of the 21st century. Available at: <https://pandia.ru/text/80/141/9861.php> (in Russian)

Машина жасауда жаңа технологияларды қолдану

Сатыбалды С.П. , Елемесов Қ.К.  Басқанбаева Д.Ж. 

Андатпа. Мақалада машина жасау өндірісіндегі әртүрлі қоспа технологияларының дамуы мен негізгі түрлері қарастырылады, бұл технологияның Қазақстан нарығындағы артықшылықтары көрсетіледі. Аддитивті жабдықты пайдалану кезінде технологиялық процестердің тиімділігін пайдалану мәселелері талданады, машина жасауда аддитивті технологияларды енгізудің қиындықтары анықталды. Қорытындылар аддитивті технологиялар саласындағы негізгі шешімдерді дамыту перспективалары туралы тұжырымдалған. Сондай-ақ, өндіріс өнімдерінің бөліктерінің жұмыс істеуі құрамдас бөліктердің ұзақ қызмет ету мерзімін және материалдардың жоғары сенімділігін қамтамасыз етеді. Машина жасауда аддитивті технологиялардың дамуы әртүрлі салалар субъектісінің өндірістік қызметінің экономикалық көрсеткіштері мен технологиялық процестерін арттырады. Осы мақалада зерттелген осы технологияларды пайдаланудың сипаттамалары мен артықшылықтары жұмыс принциптерінің анықтаушы технологиялық процестерін, сондай-ақ машина жасау саласы үшін аддитивті технологиялардың жетістіктері мен перспективаларын бөліп көрсетуге мүмкіндік береді. Мұндай технологиялық жабдықты енгізу бөлшектерді дайындау процедурасын жылдамдатуға және жоғары технологиялық инженерлік процестер материалдарының қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде біздің кен орнының нарығында жоғары бәсекеге қабілетті болып табылады.

Негізгі сөздер: цифрлық технологиялар, инновациялар, аддитивті технологиялар, инжиниринг, өндіріс.

Использование новых технологий в машиностроении
Сатыбалды С.П.^{ID}, Елемесов К.К.^{ID}, Басканбаева Д.Д.^{ID}

Аннотация. В статье рассматриваются развития и основные виды разных аддитивных технологий в машиностроительном производстве, представлены преимущества данной технологии на рынке Казахстана. Проанализированы вопросы использования результативности технологических процессов при использовании аддитивного оборудования, определены сложности внедрения аддитивных технологий в машиностроение. Сформулированы выводы о перспективах развития основных решений в области аддитивных технологий. Также эксплуатации деталей изготовленных изделий производства, обеспечивают длительный срок службы комплектующих элементов и высокую степень надежности материалов. Развитие аддитивных технологий в машиностроении повышают экономические показатели и технологические процессы производственной деятельности субъекта разной промышленности. Изученные в данной статье характеристики и преимущества использование данных технологий, позволяют выделить определяющие технологические процессы принципов работы также достижения и перспективы аддитивных технологий для отрасли машиностроения. Внедрение такого технологического оборудования предоставляет возможность ускорить процедуру изготовления деталей и усовершенствовать свойств материалов высокотехнологичных инженерных процессов это в свою очередь выступают как высоко конкурентоспособные на рынке нашей сферы.

Ключевые слова: цифровые технологии, инновации, аддитивные технологии, машиностроение, производство.

ЖАЛПАҚ БОЛАТ ПРОКАТЫН ӨНДІРУДІ ДАМУ.

А.Ж.Лаубаева

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы.

a.laubayeva@satbayev.university

Андатпа. Бұл мақалада жалпақ болат прокатының түржиыны, жылыту пештері, профильді дайындамаларды илемдеу принципі, жазық болат прокатын өндіруді дамыту жолдары талқыланады.

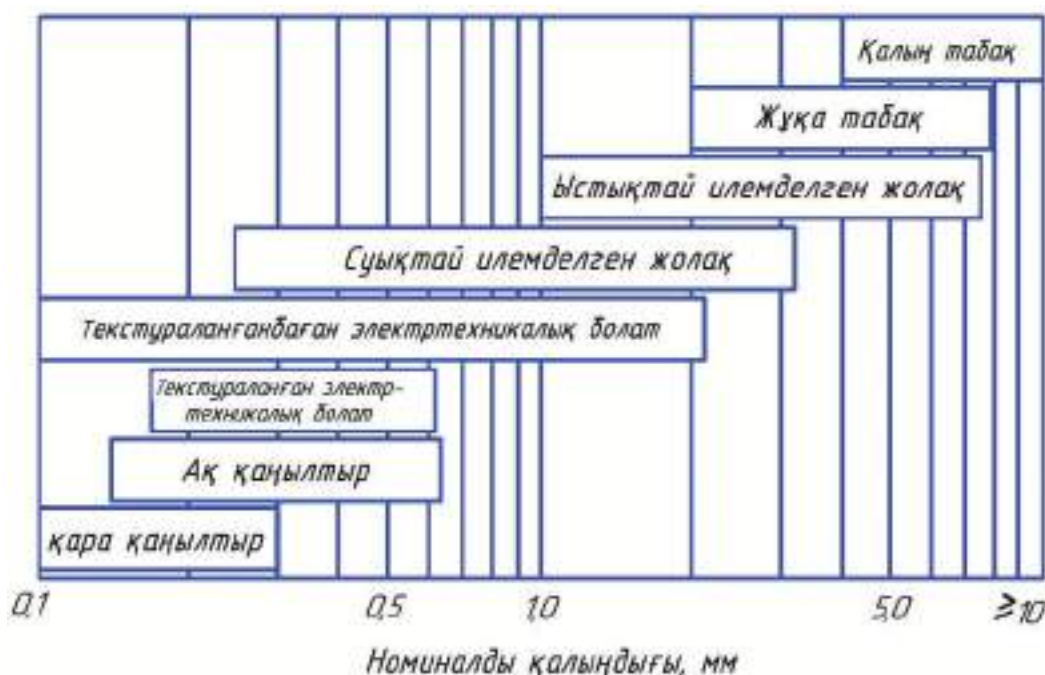
Жалпақ болат прокатын (ыстықтай илемделген жолақ, қалың табақтар және суықтай илемделген жолақ) өндіру саласындағы жетілдіру мен инновациялар соңғы 25 жыл ішінде өнім сапасына қойылатын талаптардың артуымен және өндірістік шығыстардың ұлғаюымен қоса жүрді.

Бұл өндіріс процесінде, сондай-ақ автоматтандыру және бақылау жүйелерінде өнімнің сапасын оңтайландыруға, жабдықтың жұмысын жақсартуға және энергияны тұтынуды азайтуға бағытталған көптеген жобалау жұмыстарын бастады. Әр түрлі технологиялық параметрлерді (температура, жолақ профилі, жазықтық, бет сапасы және жабын қалыңдығы) өлшеу және бақылау жүйелерін біріктіруге айтарлықтай күш жұмсалды.

Жалпақ болат түржиын илемінің алуан түріне болат маркалары, өлшемдері мен қасиеттері бойынша ерекшеленетін өте кең өнім кіреді.

Негізгі сөздер: Ыстықтай илемделген және суықтай илемделген жолақ, илемдеу қапастары, жылыту пештері, жалпақ болат прокатының түржиыны, қалың табақ, өнім сапасы.

Өлшемді түржиынның төменгі шекарасында қалыңдығы 0,1 мм орауыш болат фольга, жоғарғы шекарасында магистральдық газ және мұнай құбырлары үшін қалыңдығы 10 мм – ден асатын беріктігі жоғары болаттан жасалған қалың парақтар орналасқан (1-сурет).



Сурет 1 – DIN EN 10079 сәйкес қалыңдығы бойынша жалпақ илем түржиыны

Соңғы үш онжылдықта клиенттердің жалпақ болат илеміне деген талаптар айтарлықтай өсіп қана қоймай, айтарлықтай сараланды. Сондай-ақ, илемдеу орнақтары операторларының өндірістік жабдықтардың мүмкіндіктерін кеңейтуге қойылатын талаптары, сонымен бірге орамның массасы мен өнімділігін арттыру арқылы өзгермейтін немесе одан да аз өндіріс шығындарымен қол жеткізілетін өнімнің сапасын оңтайландыруға деген ұмтылыс қосылады.

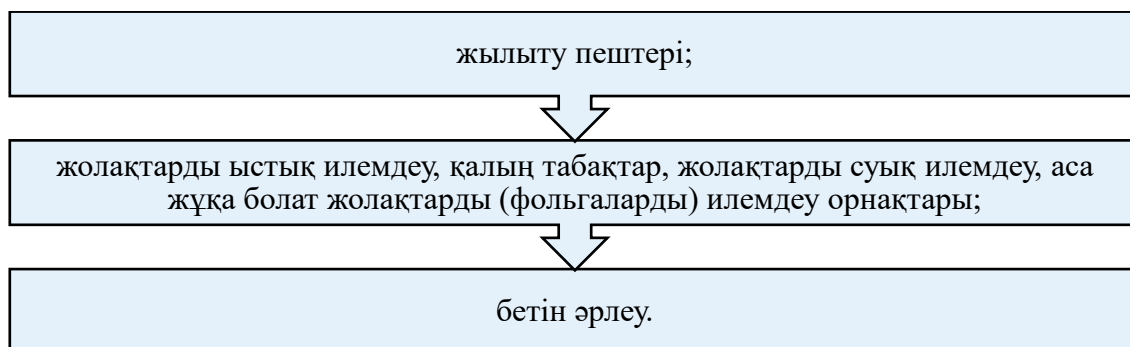
Көптеген инновациялар өнеркәсіптік жабдық операторлары мен университеттер, ғылыми-зерттеу институттарының мамандары арасындағы ынтымақтастық нәтижесінде пайда болды. Олардың көпшілігі институт қызметкерлерінің жұмыстарында VDEh болды, басқа

әзірлемелерді осы институттың мүшелері болып табылатын компаниялар ұсынылып оның техникалық комитеттерінде талқыланды. [1]

Мысалы, бастапқы және қайталама металлургия процестерін (кремнийлі болаттар түрін) қолдана отырып, балқыған болаттың күрделі маркаларынан жасалған жалпақ илемді болып жатқан фазалық өзгерістерді және онымен байланысты қасиеттердің өзгеруін ескере отырып илемдеу керек. [2]

Илемдеу мен салқындатудың инновациялық стратегиялары жұмсақ (төмен көміртекті) және жоғары берік болаттардан жаңа өнім түрлерін алу үшін ыстық және суық илемдеу процестеріне қатысты жасалды. Мұндай инновациялардың міндетті бастапқы шарттары: автоматтандырудың жоғары деңгейін жүзеге асыру, бақылау-өлшеу жүйелерін біріктіру, басқару жүйелеріне қуатты жылдам жұмыс істейтін компьютерлерді енгізу және күрделі кешенді технологиялық модельдерді қолдану. Соңғы талап жедел өндірістік жоспарлаудың бастапқы деректері негізінде илемдеу параметрлері мен бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді. Мұны жасау үшін көптеген модельдер қолданылады, олардың көмегімен олар модельденеді, мысалы, материалдың қасиеттері, нығыздау және босату, жолақтың профилі мен тегістігі, сондай-ақ салқындату режимі. Ыстықтай илемдеудің технологиялық процестерін басқарудың автоматтандырылған жүйе компьютерлері кең жолақты орнақ қапастарының бастапқы тобында жолақтың енін және илемдеудің жылдамдық режимін; илемдеудің қалыңдығын, массалық ағынды, қысым құрылғыларының жұмысын, қапастардың соңғы тобындағы температура мен жазықтықты, сондай-ақ бұрылатын рольганттағы температураны реттей отырып, қажетті сападағы өнімнің алынуына кепілдік береді. [3]

Төменде слябтардан дайын жалпақ илемді алудың технологиялық реттілігінде технология мен жабдықты жетілдіру сипатталған:



Дәстүрлі илемдеу процесінен айырмашылығы, үздіксіз құйылған қаңылтырлардың қалдық жылуы оларды құйғаннан кейін бірден қыздыру пешіне тиеу кезінде пайдаланылады. Ыстық тиеу пешке 300-600°C температурада, ал тікелей илемдеу – 900-1000°C температурада слябтарды тиеу процесі болып саналады. Пеште слябтарды қыздыру диаграммасына сәйкес алдын-ала есептелген қажетті илемдеу температурасына дейін қыздырады. Технологиялық процесті басқаратын жоғары деңгейлі компьютерлендірілген жүйе слябтарды, жылыту пештерін және ыстық илектеу орнақтарын үздіксіз құю машинасының өнімділігін оңтайлы үйлестіруді қамтамасыз етеді.

Жылыту пештерінің дизайнына келетін болсақ, итергіштердің орнына жүретін арқалықтары бар пештерді қолдану туралы мәселе егжей-тегжейлі қарастыруға лайық. Итергіш типтегі пештерден айырмашылығы, жүретін арқалықтары бар пештердің жұмыс принципі олардың ұзындығын анықтамайды. Жүретін арқалық ошақ құрылымының арқасында слябтар пеште оңтайлы орналасады. Слябтарды шығатын газдар ағынымен қыздырған кезде қыздыру үшін энергия шығынын азайтуға болады. Қадамдық арқалықтары бар пештерде температураны гомогенизациялау тезірек жүзеге асырылады, ал слябтағы температура төменнен және жоғарыдан бір мезгілде қыздыруға байланысты, сондай-ақ слябтардың арасындағы алшақтыққа байланысты біркелкі бөлінеді. Слябтар ептеп көтеріліп, пешке түсетіндіктен, беткі ақаулардың пайда болу мүмкіндігі алынып тасталады және

слябтардың бетінде іздердің пайда болу ықтималдығы төмендейді. Пештің жүретін арқалықтармен және итергіш пештермен үйлесуі илемдеу орнағына слябтардың берілуін реттейтін және оңтайландыратын ТП БАЗ (технологиялық процесті басқарудың автоматтандырылған жүйесі) қолданған жағдайда максималды өнімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. [4]

Жылыту пештерін автоматтандыру саласында айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізілді. Заманауи автоматтандырылған жүйелер материалдың нақты қасиеттеріне және слябтың мөлшеріне байланысты пештің барлық аймақтарында және реттеудің барлық учаскелерінде белгіленген температураның сақталуын бақылай отырып, қыздыру шарттарын есептеуге мүмкіндік береді. ТП БАЗ мұндай функциялары жылытудың біркелкілігін арттырып қана қоймай, энергия шығынын 6% - ға азайтуға мүмкіндік береді. [5, 6]

Қыздыру пешінің оңтайлы жұмыс режимін және қақты кетіретін құрылғының параметрлерін келісілген автоматты түрде реттеу арқылы қақты кетірудің тиімділігін арттыруға және беткі ақаулардың пайда болу ықтималдығын азайтуға болады. Құрылғылардағы суды қосымша үнемдеу жоғары қысымды су ағындары арқылы ыстық илемді қақтан тазарту илемдеудің ені бойынша ауыспалы ағынды сумен қамтамасыз ету арқылы жүзеге асырылады. Шүмектері бар биіктігі реттелетін коллекторлар әр түрлі қалыңдықтағы слябтар, жолақтар мен табақтардың бетінен қақты толығымен алып тастауға кепілдік береді. Илемдеу орнағының қажетті жұмыс параметрлері анық емес логика мен аналитикалық нейрондық желілер қағидаттарында жұмыс істейтін мамандандырылған компьютерлік модельдердің көмегімен анықталады [7, 8].

Прогресс жолындағы тағы бір қадам айналмалы қақтазартқыштың дамуы мен өндірістік сынақтары болды. Бұл құрылғылар субүріккіш басына орнатылған айналмалы дискілерге бүріккіш бекітуімен ерекшеленеді. Бүріккіштері бар дискілердің айналмалы қозғалысының және илемделетін металдың бір мезгілде үдемелі қозғалысының салдарынан металл бетіндегі әрбір нүкте бірнеше рет су ағындарының әсеріне ұшырайды. Бұл қақты жою нәтижесін едәуір жақсартады. Аталмыш құрылымның кемшіліктері-оның жоғары тозу жылдамдығы және күрделілігі. [9]

Осы әзірлемелермен қатар, ыстық жолақтың бетінен қақты кетірудің басқа әдістері зерттелуде, олар өндеуді ішінара алмастыра алады, мысалы, масштабты кетірудің плазмалық әдісі немесе терең вакуум технологиясын қолдана отырып абразивті бөлшектермен үрлеу. [10, 11]

Қысқыш орнақтың құрамындағы тік (эджерлі) қапас слябтың енін орташа есеппен 150 мм-ге азайтуы мүмкін, бұл ені бойынша бір өлшемді слябтарды құюға және олардан әр түрлі ені бар ыстықтай илемделген жолақ алуға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда слябтарды үздіксіз құю учаскесінің өнімділігі едәуір артады [12] және оның ұзындығы бойынша жолақ енінің дәлдігі жоғары болады. Эджерлер бақылау-өлшеу аппаратурасымен және енін бақылаудың автоматтандырылған жүйесімен жабдықталған. Эджер қапасының қысым механизмінің параметрлерін есептеу үшін қолданылатын физикалық модельдер илемдеу кезінде еннің ауытқуын азайтуға және «ит сүйегі» түріндегі ақаудың пайда болуын азайтуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде жолақтың ұштарындағы еннің ауытқуымен және кесілудің жоғарылауымен байланысты металл қалдықтары азаяды. [4, 12-13]

Жолақтың прокат осіне қатысты жылжуына қуатты гидравликалық жетегі бар бүйірлік сымдарды реттеу жүйесімен бірге орамдарды орнатудың автоматтандырылған жүйесі арқылы жол берілмейді; бұл жүйелер реверсивті қысқыш қапастармен жабдықталған. [14]

Аралық жолақтың жоғары және біркелкі бөлінген температурасының арқасында жолақтың артқы ұштарын орамдарға илемдеу кезінде қапастардағы күштерді азайтуға және соңғы қапаста үдеусіз илемдеуге мүмкіндік туды. [6]

Шексіз илемдеуді жобалау және енгізу кесу шығындарды азайту, илектеу процесінің тұрақтылығын арттыру, орамдағы термомеханикалық жүктемені азайту және әрлеу тобында жарамды қапастардың өнімділігін арттыруға мүмкіндік берді. [4, 15]

Қазіргі уақытта гидравликалық қысым құрылғыларын және миллисекундтармен өлшенетін жылдамдықты басқарудың автоматтандырылған жүйелерін орнату параметрлерін есептеу

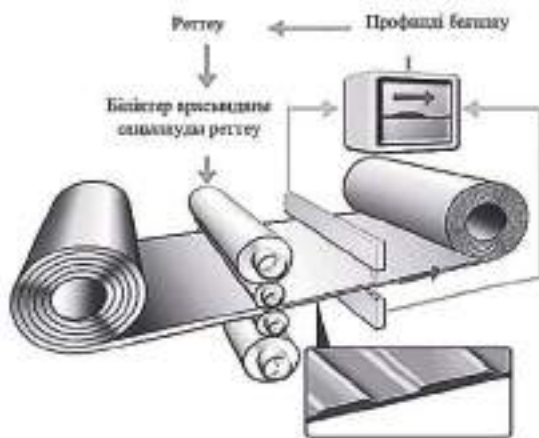
үшін тиісті модельдермен бірге қолдану арқылы ең қатаң шақтама алынады. Еркін бағдарлама бойынша илемдеу білікті науқанды ұзартады, сәйкесінше илемдеу зауыттарының өндірістік тиімділігін арттырады. Білікті салқындату және майлау жүйелерін дұрыс орнату жазықтық ақауларын азайтады, біліктердің қызмет ету мерзімін ұзартады және жолақтың беткі сапасын жақсартады. Жұмыс біліктері мен жолақтарды салқындатуды деформация ошағына майлаумен үйлестіре отырып, күш пен илемдеу сәттерін азайтуға және біліктердің тозуын азайтуға болады. [4]

Жоғары турбулентті біліктерді салқындату-бұл біліктерді салқындатудың заманауи тұжырымдамасы, ол салқындатқышты 3 бар қысыммен қамтамасыз етеді (дәстүрлі орамды салқындату жүйесінен айырмашылығы). Үздіксіз турбулентті су пленкасының пайда болуына байланысты біліктер дәстүрлі салқындауға қарағанда 10°C төмен температураға дейін салқындатылады. Осының арқасында біліктердің қызмет ету мерзімі 25% - ға дейін артуы мүмкін. [16]

Алтыбілікті қапастарды соңғы таза екі қапас тобы ретінде пайдалану (кейбір жағдайларда төртбілікті қапастармен бірге) жоғары сапалы өнім алуға мүмкіндік береді.

Термомеханикалық прокаттау (TM rolling) және жеделдетілген салқындату (ACC – accelerated cooling) берілген қасиеттері бар прокат алу үшін және өнімнің сұрыпталымын кеңейту үшін жақсы мүмкіндіктер жасауда. Болаттың микроэлементтенуімен бірге термомеханикалық илемдеу ұсақ түйіршікті құрылымды алуға мүмкіндік береді, сондықтан беріктік пен икемділіктің жоғары сипаттамаларына қол жеткізеді.

Пішінді илемделген дайындамаларды өндіру (TRB– tailored rolled blanks) суықтай илемдеу технологиясының дамуындағы маңызды жетістік болып табылады (2-сурет). Ұзындығы бойынша әртүрлі қалыңдығы бар суықтай илемделген жолақ илемдеу процесінде орамдар арасындағы саңылауды бақыланатын өзгерту арқылы алынады. [18]



Сурет 2 – Профильді дайындамаларды илемдеу принципі

Суықтай илемделген жолақ бетінің құрылымы кейінгі өңдеу операциялары үшін үлкен маңызға ие. Суықтай илектелген жолақты батыру арқылы ыстық мырыштау процесінің дамуы бетінің біртекті сапасына және мырыш қабатының біркелкі қалыңдығына қойылатын талаптардың жоғарылауымен сипатталады. Бұл өнеркәсіптік жабдықты әр түрлі жетілдіруге әкелді. Динамикалық ауа пышағын енгізу мырыш жабыны қабатының қалыңдығының біркелкілігін арттырып, мырыш шығынын азайтты. Мұндай пышақ пен жолақ арасындағы қашықтық саптаманың жоғарғы (жылжымалы) жиегінің және саңылаулар мен жолақ арасындағы ауыспалы (реттелетін) алшақтықтың көмегімен жолақтың пішіні мен мөлшеріне байланысты реттеледі. Бұл жүйенің магниттік жолақты тұрақтандырғыштармен және нейрондық желілерді қолданумен бірге жұмыс істеуі мырыш жабынының қалыңдығы мен мырыш шығыны тұрғысынан процесті одан әрі оңтайландыруды қамтамасыз етеді (3-сурет). Жүргізілген өлшеулер тұрақтандырудың айтарлықтай әсерін көрсетті: егер тұрақтандырусыз

жиектердің дірілі ені 20 мм-ге дейін түссе, онда магниттік тұрақтандыру жүйесі дірілдің енін 2 мм-ге дейін азайтты. [17, 19]



Сурет 3 – Thyssenkrupp Steel зауытында магниттік жолақ тұрақтандырғышы

Қорытынды. Соңғы 25 жыл ішінде илемдеу технологиясы мен жабдықтардың жетілдірілуі илемдеу орнақтарының өнімділігін арттыруға және жоғары сапалы жолақтар мен табақтарды өндірудің экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға әкелді. Бұл келесі негізгі нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік берді:

- өндірілетін өнімнің түржиынын кеңейту, болаттың жақсартылған маркаларына қарай;
- қатаң шақтама және тегіс прокатты кейінгі өңдеу жұмыстарының тұрақтылығын едәуір жақсарту;
- өндірістік процестердің сенімділігі мен қайта өндірілуінің жоғарылауы;
- қалдықтардың деңгейін төмендету.

Жабдықтарды, гидравликалық жүйелерді, технологияларды, сондай-ақ бақылау-өлшеу техникасын жобалау саласындағы әзірлемелерді тиімді үйлестірудің арқасында ғана қарастырылып отырған кезеңде жұмыс жылдамдығының тұрақты өсуіне қол жеткізуге және қалыңдығы аз жолақтарды илемдеуді игеруге мүмкіндік туды. Әр түрлі бағыттардың өзара іс-қимылы прокат өндірісінің болашақта дамуында шешуші фактор болып қала береді.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Jahre Walzwerksausschuss – Entwicklungen in der Walzwerkstechnik, Fachausschussbericht Nr. 4.052.
2. Schneider, J.; Schoppa, A.; Wuppermann, C.-D.: Siliciumlegierte Stähle für die Elektroindustrie, MEFORM 2000, TU Bergakademie Freiberg.
3. Dürr, W.; Irle, M.: stahl u. eisen 123 (2003) Nr. 10, S. 73/77.
4. AISTec 2008, Iron and Steel Technology Conference, Mai 2008, Pittsburgh, USA.
5. Mitra, S.; Gupta, A.K.; Gangadaran, M.; Ghosh, B.N.; Paul, A.K.; Santra, B.K.; Neogl, N.; Babu, M.V.; Srivastava, V.K.: Steel Times Intern. (2008) Nr. 2, S. 35/37
6. Degner, M.: stahl u. eisen 126 (2006) Nr. 10, S. 43/47.
7. Pawlitzki, P.; Rehbein, R.: stahl u. eisen 127 (2007) Nr. 8, S. 63/70.
8. Kermanpur, A.; Ebnonnasir, A.; Hedayati, M.: Mat. Sc. Tech. (2007) Nr. 8, S. 951/57.
9. Müller, J.; Henning, W.; Bilgen, C.: Advanced CSP casting technology for high-quality steel grades, 33rd McMaster Symposium on Iron and Steelmaking, Thinner slab casting, Juni 2005, Hamilton, CA, USA.
10. <http://www.dbu.de>, DBU aktuell Nr. 4, April 2008.
11. US Patent Application 20080190449: Plasma descaling.
12. Rohde, W.; Wladika, H.: stahl u. eisen 1991, Nr. 1, S. 47/61.
13. Djumlija, G.; Fogel, R.; Mayrhofer, K.; Thailer, G.: Edging in hot-strip mills – design, technology and

product improvements, AISE Annual Convention and Steel Expo, Oktober 2002, Nashville, USA.

14. Rosenthal, D.; Sudau, P.: stahl u. eisen 124 (2004) Nr. 10, S. 23/32.

15. Katsuhiko, K.: Sosei Kako Shinpojiumu 1999, Nr. 189, S. 35/42.

16. Uijtdebroeks, H.; Noville, J.F.; Vanderschueren, D.; Van Pecke, P.: Implementation of a high turbulence roll cooling in the HSM of ArcelorMittal Ghent, Journees Siderurgiques Internationales ATS 2007, Paris, Frankreich.

17. Albery, R.; Decreux, D.; Degner, M.; Lackinger, C.: stahl u. eisen 124 (2004) Nr. 4, S. 67/72.

18. Hauger, A.; Muhr, T.; Kopp, R.: stahl u. eisen 126 (2006) Nr. 5, S. 21/23.

19. Schwanke, G.; Dürr, W.; Peters, M.; Schaffrath, N.; Dombrowski, S.; Irle, M.; Hofmann, F.; Christofori, K.: stahl u. eisen 129 (2009) Nr. 1, S. 39/44.

Развитие производства плоского стального проката

А.Ж.Лаубаева 

Аннотация. В данной статье рассматривается ассортимент плоского стального проката, нагревательные печи, принцип прокатки профильных заготовок, пути развития производства плоского стального проката. На протяжении последних 25 лет улучшения и инновации в области изготовления плоского стального проката (горячекатаной полосы, толстых листов и холоднокатаной полосы) сопровождались увеличением притязаний к качеству продукции и наращиванию производственных затрат. Это провоцировало бесчисленные разработки в производственном процессе, а еще в системах автоматизации и контроля, нацеленные на оптимизацию свойства продукции, увеличение производительности оснащения и понижения энергопотребления. Важные старания были ориентированы на интеграцию систем измерения и контроля всевозможных технологических характеристик (температуры, профиля полосы, плоскостности, свойства плоскости и толщины покрытия).

Ключевые слова: Горячекатаная и холоднокатаная полоса, прокатные клетки, нагревательные печи, сортамент плоского стального проката, толстый лист, качество продукции.

Development of flat rolled steel production.

A.Zh. Laubayeva 

Abstract: This article discusses the range of flat steel products, heating furnaces, the principle of rolling profile workpieces, and ways to develop the production of flat rolled steel.

Over the past 25 years, improvements and innovations in the production of flat rolled steel (hot-rolled strips, thick sheets and cold-rolled strips) have been accompanied by increased product quality requirements and increased production costs. This has initiated numerous developments in the production process, as well as in automation and control systems, aimed at optimizing product quality, increasing equipment productivity and reducing energy consumption.

Considerable efforts were made to integrate measurement and control systems for various technological parameters (temperature, strip profile, flatness, surface quality and coating thickness). The growing possibilities of computerization of the production process and the widespread use of computers in metallurgical production also contribute to improving product quality and increasing equipment productivity.

Keywords: Hot-rolled and cold-rolled strip, rolling crates, heating furnaces, range of flat steel products, thick sheet, product quality.

САНДЫҚ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ БАСҚАРУЫ БАР СТАНОКТАРДА БІЛІКТЕРДІН МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУІНІН ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

А.Т.Қанабекова , Д. Р. Кулсугурова , Ж.Н. Абилкайыр

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

kanabekova.tolkynai@mail.ru

Андатпа. Бұл мақалада шпиндель түйінінің орын ауыстыру траекториясының параметрлерін анықтау және зерттеу үшін сандық бағдарламалық басқаруы бар токарлық білдекте білікті өңдеуге арналған тәжірибелік қондырғы қарастырылады. Зерттеу барысында екі токарлық станокта сынау нәтижелеріне салыстырмалы талдау жасалады. Қарастырылып отырған екі токарлық білдек құрылғыларының кесу режимі, айналу моменті, кесу жылдамдығы және қуаты сияқты негізгі параметрлері есепке алынып, білікті өңдеу дәлдігі мен уақыты, ресурс үнемділігі талданады. Білдек нақты таңдалғаннан кейін, дайындамамызды токарлы білдекте дәлдігі 0,03 мм етіп орнатамыз. Егер де өндірісіміз сериялық және жаппай өндіріс болған жағдайда, жақсартылған, яғни роликті бекітумен немесе гидравликалық әрекетпен оправкалар орнатамыз. Орнату кезінде базаны дұрыс таңдай білуіміз қажет, себебі базалау дұрыстығы өңделген дайындаманың дәлдігіне әсер етеді. Біліктерді өңдеу кезінде шпиндель жинағының айналмалы траекторияларының параметрлеріне сыртқы кедергі әсерлерінің (кесу күштері, шпиндельдің орын ауыстыруы) әсер ету нәтижелері алынады.

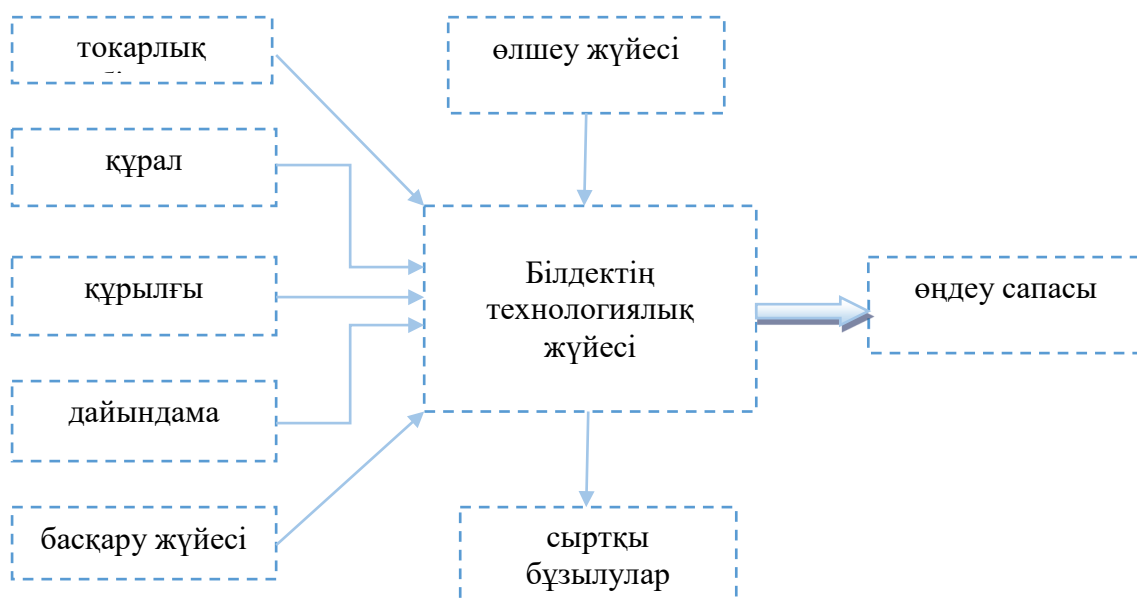
Негізгі сөздер: токарлық білдектер, дәлдік, қаттылық, СББ, сапа, білікті өңдеу, білдек үлгілері.

Токарлық станоктарда біліктерді өңдеу сапасын үздіксіз жақсарту машина жасау саласының негізгі мәселесінің бірі болып табылады. Біліктерді кесу арқылы өңдеудің технологиялық процесі сызбалармен белгіленген техникалық талаптарға сәйкес бөліктің көрсетілген пайдалану сипаттамаларына және көрсетілген сапаға кепілдік беруі керек. СББ бар токарлық станоктардағы білікті өңдеу процесінің ең маңызды құрамдас бөлігі өңделетін білік беттерінің дәлдік көрсеткіштерін құрайтын дәл технологиялық жүйе болып табылады [1]. Металл кескіш станокта біліктерді өңдеу сапасының жоғары деңгейі өңделетін беттердің технологиялық дәлдігіне, пішіні мен өлшеміне, өңдеу жүйесінің құрамдас бөліктерінің салыстырмалы орналасуына, кесінділердің кедір-бұдырлығы мен толқындылығына қойылатын талаптармен анықталады. Әрқашан өңделген біліктің дәлдігінің негізгі параметрлерін құрайтын тазалай өңдеу кезінде СББ бар станоктарға ерекше жоғары талаптар туындайды. Металл кескіш станоктың қаттылық көрсеткіштері бұл жүйедегі негізгі көрсеткіштер болып табылады, өйткені процестің тиімділігі соларға байланысты. Бұл жұмыстың мақсаты – екі токарлық станокты геометриялық және кинематикалық дәлдікке сынау, нәтижелеріне салыстырмалы талдау жасау, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау.

Токарлық станоктарды геометриялық және кинематикалық дәлдікке сынауға біліктерді өңдеу кезінде шпиндельдің айналу дәлдігін, бағыттағыштардың түзулігін, суппорттың орын ауыстыруының түзулігін, станок тетіктерінің өзара қозғалысының дұрыстығын, шпиндель осінің бағыттауыштарының параллельділігін және перпендикулярлығын тексеру кіреді.

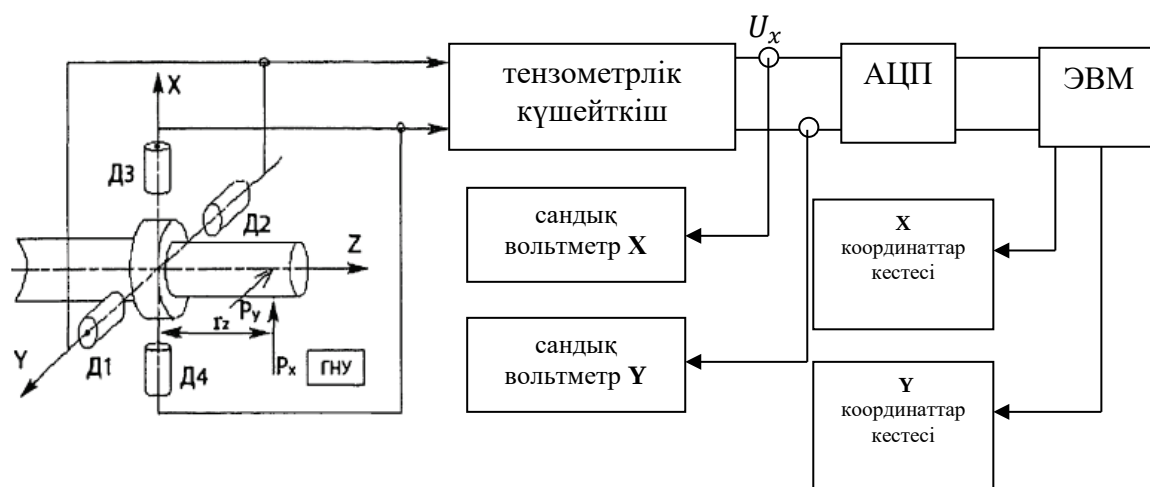
Статикалық қаттылыққа біліктерді өңдеу кезінде сынау машиналары түйіндердің жұмыс жүктемесі кезінде деформацияларды өлшеуді қажет етеді. Токарлық станокта білікті кесу кезінде жүйеде болатын динамикалық және статикалық процестер станоктарды дірілге төзімділікке сынау кезінде анықталады [2]. Діріл сипаттамалары өңделген біліктердің пішінінің дәлдігіне айтарлықтай әсер етеді. Бүгінгі күні біліктерді өңдеудің дәлдігіне қойылатын талаптар айтарлықтай өсті, беттік өңдеудің дәлдігін қалыптастыру рөлі де өсті, өңдеу кезіндегі термиялық деформациялардың әсері одан да маңызды рөл атқара бастады [3].

Сандық басқаруы бар токарлық станоктарда біліктерді өңдеудің дәлдігін станоктың технологиялық жүйесінің құрамдас бөліктерінің және оның ішкі жүйелерінің жалпы әсерімен анықтауға болады (1-сурет).



Сурет 1 – Токарлық станокта біліктерді өңдеудің технологиялық жүйесін талдау

Қондырғының өлшеуіш басының (ҚӨБ) айналмалы траекторияларының жұмыс параметрлері мен сипаттамаларын эксперименталды түрде анықтау үшін біліктің бұрылу жүйесінің рұқсат етілген қаттылығын анықтау қажет. Бұл тапсырмалар үшін схемасы 2-суретте көрсетілген өлшем қондырғысы әзірленді.



Сурет 2 – Орнату схемасы

Негізгі параметрлері станоктың өнімділігіне, кесу шарттарын таңдауға, токарлық станоктардың параметрлеріне, револьвердің бастиегі және СББ сипаттамаларына әсер ететін момент пен қуат [4].

Ұсынылған біліктерден Gildemeister CTX 800 (34 кВт және 280 Нм) қуат пен айналу моменті бойынша ең жақсы сипаттамаларға ие. Gildemeister CTX 800 жетек позициялары Okuma LB 4000 EX MC750 жетек позицияларынан да асып түседі. Барлық ұсынылған станоктарда типтік бөлшектерді өңдеуге болады, ал айналу моменті мен қуаттың жоғарылауымен бөлшекті өңдеу барысында оңтайлы кесу шарттарын таңдауға болады (үлкен әдіпті алып тастау, берісті арттыру) және осылайша (негізгі) уақытты қысқарта аламыз. Сондай-ақ (көмекші) өңдеу уақытына әсер ететін параметрлердің бірі - суппорттың жылдам (бос) қозғалыстарының жылдамдығы. Gildemeister CTX 800 ең жоғары жылдамдығы барлық осьтерде 30 м/с құрайды. Сонымен қатар Gildemeister CTX 800 жылжымалы бағыттағыштарға ие.

Барлық станоктардың токарлық параметрлері белгілі бір уақытта өндірілген стандартты

өлшемдері бар бөлшектерді өңдеуге мүмкіндік береді. Дегенмен, бөлшектердің стандартты өлшемдерін ұлғайту үрдісі бар, сондықтан ең үлкен өлшемдегі бөлшектерді өңдеуге мүмкіндік беретін білдектерді таңдау қисынды. Gildemeister CTX 800 білдегі (дайындаманың максимум диаметрі 700 мм) осы параметрлер бойынша басқа машиналардан әлдеқайда жоғары. Okuma LB 4000 EX MC-750 дәлдігі бойынша Gildemeister CTX 800-ден 1 микронға асып түседі.

Сандық бағдарламалық басқаруы бар токарлық білдектерді таңдаған кезде маңызды көрсеткіш жеткізушінің компаниясында қызмет көрсету орталығы мен қойманың болуы болып табылады, өйткені жылдам кепілдік және кепілдіктен кейінгі қызмет көрсету кез келген жабдықтың өмірлік циклінің ажырамас бөлігі болып табылады.

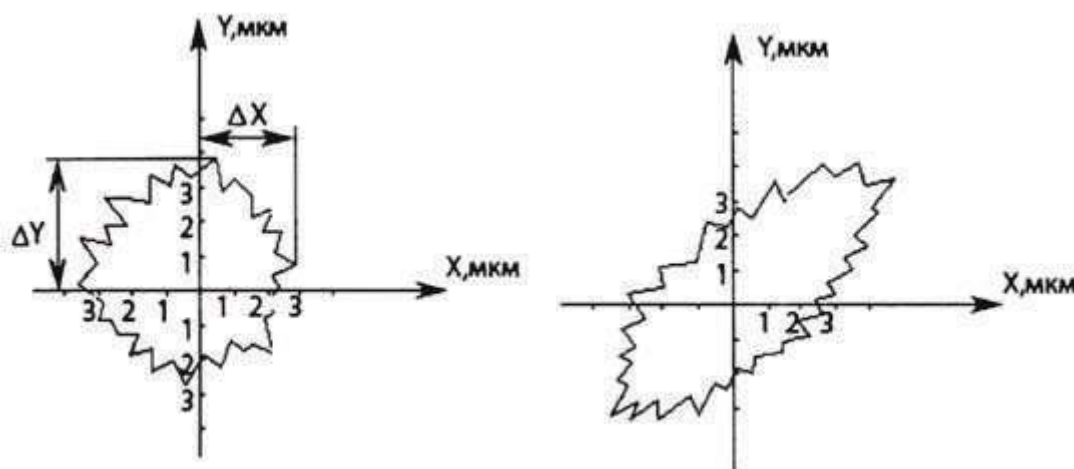
Жапондық станоктардың соңғы модельдері негізгі және қосалқы қозғалыстардың қуатты жетегіне ие және сонымен бірге жақсы жинақылыққа ие, соған байланысты бұл станоктар алатын аумақты айтарлықтай азайтады.

Неміс станоктары өңдеу тұрғысынан сапалы сипаттамаларға ие, бірақ бұдан алдыңғы ұрпақтың өкілдері болып табылады (белдікті жетек).

Батыс және корейлық станоктарды жеткізетін барлық фирмалар өндірістік компаниялардың инженерлерінің көмегімен бақыланатын орнатуды жүзеге асырады. Қызмет көрсету орталықтарында, әдетте, жоқ, оларда бірнеше сервистік инженерлер бар.

Осылайша, ең жақсы техникалық сипаттамаларға ие станок Gildemeister CTX beta 800 болып табылады.

Қорытынды. Зерттеуді қорытындылай келе, 2 түрлі СББ бар станоктар сынақ объектілері ретінде қарастырылды деп айта аламыз, СТП-125 станогы негізінде білікті өңдеу кезінде кинематикалық дәлдік (КД) параметрлері бойынша шпиндельдік жинақтың (ШЖ) сынақтары жүргізілді. Осы сынақтардың нәтижесінде шпиндельдердің траекториялары анықталды. (3-сурет).



Сурет 3 – Шпиндель осінің траекториясы

Технологиялық процестердің барлық зерттеулері СК4-72 типті тербеліс спектрінің анализаторын қолдану арқылы жүргізілді. Көрсеткіштер оның айналуының әртүрлі жиіліктерінде алынды. Сигналдар шпиндельді ауыстыру сенсорларынан анализатор кірісіне келді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. — 4-е изд., исправл. и доп. — Ленинград : Машиностроение, 1975. — 658 с.
2. Кудинов, В. А. Динамика станков / В. А. Кудинов. — Москва : Машиностроение, 1967. — 359 с.
3. Копылов, В. В. Моделирование и расчет стойкости сборного инструмента / В. В. Копылов // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. — 2004. — № 2. — С. 94–99.
4. Рогов, В. А. Исследование характеристик комбинированных державок резцов на физических моделях / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк // СТИН. — 2003. — № 2. — С. 19–22.

Исследование и анализ эффективности механической обработки валов на станках с ЧПУ

А.Т.Қанабекова, **Д. Р. Кулсугурова**, **Ж.Н. Абилкайыр** **Т.А. Альпеисов**

Аннотация. В данной статье рассмотрено экспериментальное устройство для обработки валов на токарном станке с числовым программным управлением для определения и исследования параметров траектории перемещения шпиндельного узла. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ результатов испытаний на двух токарных станках. При обработке валов получены результаты влияния внешних препятствий (сил резания, смещения шпинделя) на параметры траекторий вращения шпиндельного узла.

Ключевые слова: токарные станки, точность, твердость, ЧПУ, качество, обработка, модели станков.

Research and analysis of the effectiveness of mechanical processing of shafts on machine tools with CNC

A.T.Kanabekova, **D. R. Kulsugurova**, **Zh. N. Abilkaiyr**, **T.A. Alpeisov**

Annotation: This article discusses an experimental device for processing shafts on a lathe with numerical control to determine and study the parameters of the trajectory of the spindle assembly. In the course of the study, a comparative analysis of the test results on two lathes was carried out. When processing shafts, the results of the influence of external obstacles (cutting forces, spindle displacement) on the parameters of the rotation trajectories of the spindle unit were obtained.

Keywords: lathes, accuracy, hardness, CNC, quality, processing, machine models.

МЕТАЛЛ ҚОСЫЛЫСТАРДАН ТҰРАТЫН КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ

Исаметова М.Е.^{ib}, Смаилова Г.А.^{ib}, Нуртаева Ш.Б., Арсаланова Н.М.^{ib}

Аңсабай Қ.Қ.

m.issametova@satbayev.university

Аңдатпа. Мақалада полиамидті матрицадан және металл қосындыларынан тұратын композиттік материалдың микроқұрылымын компьютерлік модельдеудің нәтижелері келтірілген. Зерттелетін композит қымбат тұратын инъекциялық құю процесін болдырмайтын және бөлшектерді қабатты өсірудің технологиялық процесін пайдаланатын прогрессивті MIM технологияларға арналған материалдар өндірісіндегі алдыңғы қатарлы бағыттардың бірі болып табылады. MIM технологиялар үшін композиттік материалдардың беріктік шегі мен серпімділік модулін модельдеу әдістемесі ұсынылды және фрагменттерді қарастыру кезінде механикалық қасиеттердің тұрақты болжамын алуға мүмкіндік беретіні көрсетілді. Модельдеу DIGIMAT және NASTRAN/PATRAN жоғары деңгейлі АЖЖ-да жүргізілді.

Негізгі сөздер: фидсток, MIM технологиясы, DIGIMAT, NASTRAN, 3D басып шығару, материалдың механикалық қасиеттері.

Кіріспе. Машиналар мен аспаптардың бөлшектерін дайындау технологияларын жетілдірудің екі маңызды мақсаты бар, ол дайын бөлшектегі материалдың сипаттамалары мен сапасын арттыру және дайындау материалын дайын бөлшекке өңдеудің технологиялық процесінің құнын төмендету.

Бұл мақсаттарға қол жеткізу материал мен бөлшек жасау процесін іске асыратын технологияларды дамыту есебінен қамтамасыз етілуі мүмкін, бұл кезде бөлшек мен материал бір мезгілде қалыптасады, ал материалдың сапасын арттыруға материалдың құрылымын көп деңгейлі басқару мүмкіндігі есебінен қол жеткізіледі. Бөлшектерді дайындаудың жекелеген тиімділігі жоғары технологиялары металл ұнтақтарын немесе керамикаларды немесе берілген құрамдағы шикіқұрамдарды пайдалана отырып жүзеге асырылатын материалдарды қалыптастыру және олардың күйін өзгерту әдістерінің жиынтығын пайдаланады және ұнтақ технологияларының құндылықтарын біріктіру, қысыммен өңдеу және құю өндірісінің әдістері негізінде дамиды. Шағын көлемді күрделі профильді бөлшектерді сериялық өндірудің осындай заманауи экономикалық тартымды әдісі, атап айтқанда, ұнтақтарды қысымымен құю әдісі болып табылады (PIM).

Бірқатар жұмыстарда [1] фидстоктан жіп алумен, композитті жіптердің механикалық сипаттамаларын анықтаумен және оны FFF технологиясы бойынша шикі құю дайындамаларын алу үшін пайдаланумен байланысты зерттеулер жүргізілді. Барлық зерттеулерде 316L болат фидстогы пайдаланылды. Сондай-ақ, 3D-баспа режимдері шикі дайындамалардың сапасына айтарлықтай әсер ететіні көрсетілді. Бұдан басқа, [1] деректері бойынша 3D баспа үшін жіптің құны кәдімгі MIM технологияға қарағанда әлдеқайда жоғары болады. Әдеттегі MIM технологиясы үшін жіптің құны 316L болат маркасы үшін 15-18 евро/кг диапазонында, ал BASF Ultrafuse 316LX жіп үшін 200 евро/кг-да келтіріледі. Басқа жеткізушілерден жіптің бағасы шамамен 100 еуро/кг құрайды. Осының барлығы жіптің құнын төмендетуге және 3D-баспа режимдерін оңтайландыруға бағытталған одан арғы жұмыстардың өзектілігін көрсетеді.

[2] жұмысында 3D-принтерде басып шығаруға арналған жіптің құрамын әзірлеу үшін негізгі компонент ретінде BASF фирмасының 316LW болат фидстогын таңдайды.

Көптеген жұмыстар, соның ішінде [3, 4], фидстоктағы металл ұнтағы мен байланыстырғыштың оңтайлы қатынасын таңдауға арналған. Барлық зерттеушілер ұнтақтың байланыстырғышқа шамамен 60-тан 40% - ға дейінгі қатынасын береді. Массаға есептегенде мұндай қатынас фидстокта шамамен 90% және одан да көп ұнтақ береді.

[2] жұмысында ұнтақ құрамының жоғары болуы тұрақсыздық индексінің төмен болуына әкелетіні айтылды. Бұл өз кезегінде балқытылған күйдегі фидстоктың жоғары тұтқырлығына байланысты [5].

[2] авторлары өз жұмыстарында дайындалған жіптің сапасын екі параметрмен бағалағанын атап өтті - бұл созылу беріктік шегі және иілу беріктік шегі. Бірінші параметр жіпті 3D-принтер экструдері арқылы созу кезінде жіптің үзілуге беріктігін бағалау үшін қызмет етеді. Екінші параметр 3D принтер экструдеріне жіп беру кезінде жіптің икемділігін бағалайды. Тәжірибелер көрсеткендей, стандартты MIM технологиясы үшін фидсток 316LW-дан алынған жіп кішігірім иілу кезінде сынады. Икемділікті арттыру үшін фидсток полиацетальды (POM) және тығыздығы төмен полиэтиленнің (LDPE) қосымша мөлшерімен 170°C температурада араластырылды. Байланыстырғыш қаншалықты көп қосылса, жіптің икемділігі соғұрлым жоғары болды. Бірақ байланыстырғыш мөлшерінің ұлғаюы кезінде фидстоктағы ұнтақ үлесі төмендейді, бұл пісіру кезінде бөлшектердің шөгуінің ұлғаюына және шөгу ақауларының пайда болу ықтималдығына, сондай-ақ өлшемдік дәлдіктің төмендеуіне әкеледі. Әрі қарай жүргізілген зерттеулер әртүрлі қатынаста POM және LDPE қосу жіптің беріктігіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, қасиеттерінің оңтайлы кешені бар MIM технологиялары үшін материалдар жасау үшін эксперименттік және есептеу зерттеулерін жүргізу қажет деген қорытынды жасауға болады.

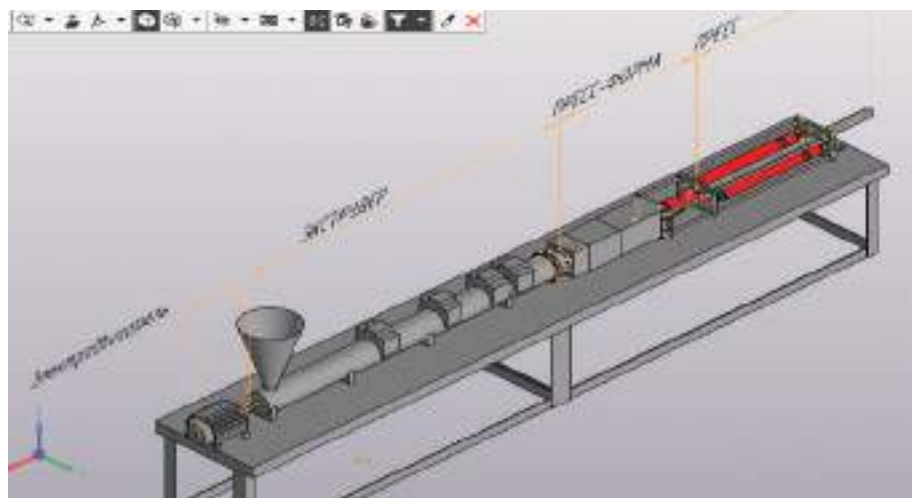
Жұмыстың мақсаты - композиттің механикалық сипаттамаларына қоспа параметрлерінің әсерін анықтау үшін полиамидті матрицадан және металл қоспалардан тұратын композиттік материалдың микроқұрылымын компьютерлік модельдеу.

Металл полимерлік қоспадан фидсток дайындау үшін үздіксіз престоу құрылғысы жобаланып, дайындалды. Бұл ұнтақ материалдардан жасалған ұзын өлшемді профильдерді дайындауға арналған құрылғы, құрамында бастапқы материалдар бункері (фидсток), жетек, қыздырылатын инъекциялық цилиндр, шнек, жылжымайтын және жылжымалы плита, статикалық бұрандалы араластырғыш, пресс-штемпель қозғалыс жетегінің гидравликалық цилиндрлері бар.

Ұсынылатын престоу қыздырылатын үш қабатты контейнердің қуысына ұнтақ материалдарды беру экструдердің шығысында орналасқан бұрандалы араластырғыш арқылы кезең-кезеңмен жүзеге асырылады. Бұл ретте 120-150 °C температурада берілген материалды контейнерде сығу матрица арқылы инъекциялық цилиндрдің жабық шығу саңылауы кезінде кері престоумен пресс-штемпельмен жүргізіледі.

Үздіксіз престоуде гидравликалық жетектермен жылжымалы плита арқылы қуыс пресс-штемпельдің қайтарымды-үдемелі қозғалысы жүзеге асырылады, ал реверсивті жетекпен экструдер торабының шығу тесігінің шибер ысырмасы жабылады.

1,2 суреттерінде пресс құрылғысының компьютерлік және физикалық моделі көрсетілген.



Сурет 1. 3D үлгідегі престоу құрылғысы



Сурет 2. Престеу құрылғысы

Қалыптасқан жасыл бөлшектегі фидстоктың физикалық-механикалық сипаттамалары кешеніне әсер ететін неғұрлым маңызды факторлар толтырғыштың көлемдік үлесі мен біртектілігі, толтырғыш-байланыстырушы фазалар бөлімінің шекарасындағы физика-химиялық өзара әрекеттесу, бірақ ең бастысы - пайдаланылатын полимерлік байланыстырушы типі болып табылады. Полимерлердің қаттылығы мен беріктігі олардың молекулалық массасының өсуімен өсетіні белгілі, бірақ бұл жағдай фидстоктардың физика-механикалық сипаттамаларына айқын түрде таралмайды, олар өте толтырылған дисперсті күшейтілген композиттік материалдар болып табылады, мұнда көп компонентті полимер қоспасы байланыстырушы ретінде әрекет етеді. Әртүрлі технология бойынша және әртүрлі полимерлік байланыстырғышты пайдалана отырып дайындалған фидстоктардың физикалық-механикалық сипаттамаларын зерттеу және салыстырмалы талдау технологтар үшін қызығушылық тудырады, алайда осындай зерттеулердің нәтижелері туралы ақпарат өте шектеулі [7].

Фидстоктың тиімді жылу өткізгіштігін дисперстік толтырылған композиттік материал ретінде есептеу, фидстоктардың тиімді физикалық-механикалық сипаттамаларын есептеу кезінде екі жақты жоғарғы және төменгі бағалар берілуі мүмкін; тиімді физикалық-механикалық сипаттамаларды осындай екіжақты бағалауға Хашин-Штрикман мен Фойгта-Рейсстің қатынасы негіз болады. Алайда, осындай екіжақты бағалаулар нәтижесінде анықталатын тиімді макросипаттамалардың ықтимал мәндері спектрінің кеңдігі олардың практикалық құндылығын жоққа шығарады, ал есептік «шанышқы» тарылтудың жалғыз жолы композиттік фазалардың құрамдас бөліктері орналасқан аймақтардың өзара орналасуы мен формасының геометриясын нақтылаудан тұрады. Мұндай тәсіл құрылымдардың кейбір түпкілікті саны үшін бірқатар жеке талдамалық есептік тәуелділіктердің пайда болуына әкелді, бірақ ең бастысы - өзін-өзі келісу және орташалау теориясына негізделген композиттік орта механикасының «тікелей» есептеу әдістерінің пайда болуына әкелді [7]. Бұл есептеу әдістері электронды компьютерлік технологияның дамуына байланысты практикалық қолданысқа ие болды және қазіргі уақытта MSC Digimat сияқты ауқымды құрылымдық есептеу материалтану бағдарламалық пакеттерінде енгізілген.

Digimon (Digital Materials) 2003 жылы құрылған бельгиялық e-Xstream engineering компаниясымен әзірленген және қолдау тапты, ал 2012 жылдың қыркүйегінде MSC Software корпорациясының құрамына кірді.

DIGIMAT бағдарламалық кешені - бұл әлемдегі композиттік материалдардың сипаттамаларын анықтау үшін шағын деңгейлі тәсілді пайдаланатын іс жүзінде жалғыз бағдарламалық қамтамасыз ету. DIGIMAT үшін бастапқы деректер ретінде әр фазаның қасиеттері, топологиясы және көлемдік/массалық құрамы, сондай-ақ композиттік материалдың микроқұрылымы болып табылады.

MSC Digimat модельдеу үшін FE модулі таңдалды, ол микроқұрылымның композиттік қасиеттеріне әсерін анықтауға қызмет етеді. Мұндай модельдерде макро деңгейдегі материалдың жауабын анықтау гомогенизация әдістерін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл әдістердің негізгі міндеті микро деңгейдегі гетерогендік материал сияқты макро деңгейдегі тиімді сипаттамалары бар эквивалентті гомогендік (біртекті) материалды табу болып табылады.

Бастапқы деректер:

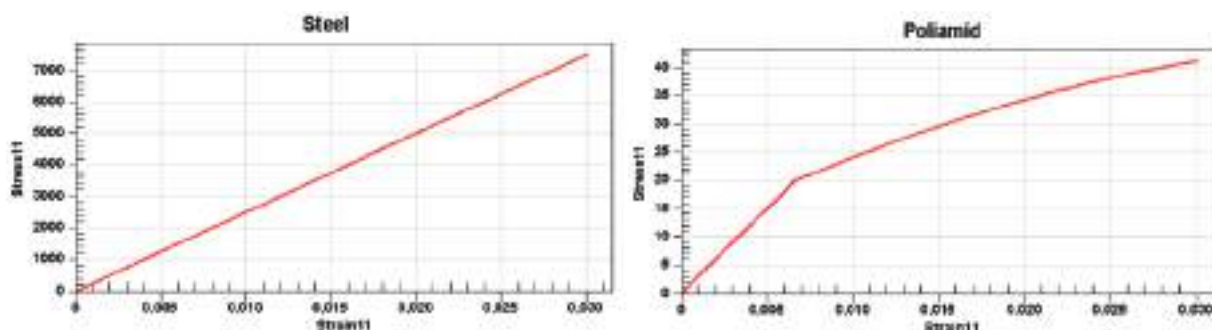
- 38ХМА болаттың механикалық сипаттамалары,
- Catamold 42CrMo4 механикалық сипаттамалары
- металл қосындыларының мөлшері
- металл қосындыларының пайыздық құрамы

Модельдеуге арналған деректер 1-кестеде келтірілген.

1-кесте - Сандық экспериментке арналған деректер

Параметрлері	Өлшем бірліктері
Полиамид серпімділік модулі, МПа	2700
Полиамид тығыздығы, кг/мм ³	$1,14 \cdot 10^{-9}$
Пуассон полиамид коэффициенті	0,37
Болаттың серпімділік модулі МПа	210000
Болаттың тығыздығы кг/мм ³	$7,8 \cdot 10^{-9}$
Пуассон болат коэффициенті	0,3
Бөлшек мөлшері, мм	1мм

3- суретте DIGIMAT-да жасалған матрица материалының деформацияға төзімділік қисықтары мен қосындылары көрсетілген.



Сурет 3. Кернеу-деформация диаграммасы

а) болат материалы б) композиттегі матрица болып табылатын РА6-полиамид

Композиттік материалды модельдеудегі келесі қадам микроқұрылымды құру болып табылады. «Ratio coefficient» опциясын қолдана отырып, бөлшектердің мөлшерін өзгертуге болады, біз «Ratio coefficient» 25-ке тең деп таңдадық, сондықтан металл қосындылардың бөлшектерінің мөлшері 1 мм. «Shape» опциясы қосулардың пішінін өзгертуге мүмкіндік береді, біз эллиптикалық және сфероидты қосулардың екі түрін таңдадық. Біздің алдымызда ине тәрізді және сфералық қосындылармен материалдың механикалық қасиеттерін салыстыру міндеті тұрғандықтан, параметрлерді өзгерту арқылы біз механикалық өңдеуден (шар диірмендерінде ұнтақтау) және газды атомизациялаудан кейін сәйкесінше бөлшектердің екі түрін модельдедік. 4-суретте қосындылардың модельденген формалары көрсетілген.



Сурет 4. MSC.Digimat бағдарламасында модельденген бөлшектер
а) сфералық пішін ә) эллипсоидты пішін

Композиттің механикалық қасиеттеріне әсер ететін маңызды факторлардың бірі талшықтардың кеңістіктегі бағыты болып табылады. Бұл параметрдің көрсеткіші T бағдарлау тензоры болып табылады.

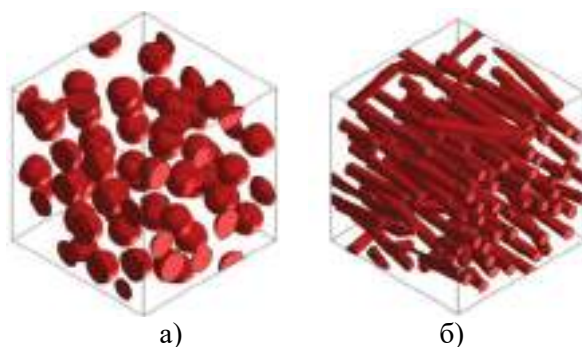
$$T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

мұндағы a_{ij} - x, y, z осьтері бойындағы бағыттарға сәйкес келетін бағдар тензорының компоненттері.

Біздің композит моделіміз үшін қысқа элементтермен нығайтылған және жобаланатын материалдың изотропиясына ұмтылған кезде $a_{11} = 0.5, a_{22} = 0.5$ бағдар таңдалды.

MSC.Digimat бағдарламалық пакетінде Catamold 42CrMo4 зерттелетін фидсток көлемі элементінің моделі жасалған.

Біздің мақсатымызға сәйкес-композиттік материалдардың механикалық қасиеттерін металл қосындыларымен салыстыру және ұнтақты өндеудің әртүрлі түрлерімен алынған, сфералық пішінді қарапайым көлемдегі микроқұрылымның екі түрі (5 А-сурет) және инелі қосындылары бар микроқұрылым (5 б-сурет) модельденді.



Сурет 5. MSC.Digimat бағдарламалық пакетінде жасалған фидсток материалы көлемінің ұсынылған элементінің моделі.
а) сфералық бөлшектермен б) инелі бөлшектерімен

Қабатты өсіру әдісімен алынған стандартты үлгілердің беріктігін талдау. 3D басып шығару параметрлерінің басып шығарылатын бөліктердің беріктігіне әсері мен беріктігін анықтау және виртуалды эксперимент жүргізу үшін NASTRAN жоғары деңгейлі АЖЖ қолданылды.

Қабатты синтез әдісімен өсірілген бөлшектердің беріктігін зерттеу үшін олардың құрылымының қабатты табиғаты туралы болжам қабылданды, бұл материалды қабатты композит ретінде қарауға мүмкіндік береді.

Технологиясы жақсы пысықталған және орнықты дәстүрлі материалдардың қасиеттеріне қарағанда композиттердің қасиеттері технологиялық режимнің шағын өзгерістеріне сезімтал, ал технологиялық тәсілдердің өздері әртүрлілігімен ерекшеленеді. Композиттердің пайда

болуы арқасында конструкторға материалдарды тиімді пайдалану еркіндігі беріледі және жобалау процесінің шығармашылық жағы күшейеді. Қазіргі уақытта жақсы бәсекеге қабілетті бұйымды, оның ішінде композиттік материалдардан бұйымдарды виртуалды әзірлеудің компьютерлік технологияларын (немесе VPD-технологияларды) пайдаланбай жасау мүмкін еместігін атап өткен жөн. Міндеттің күрделілігін ескере отырып, композиттік конструкцияларды модельдеу және талдау соңғы элементтер әдісін (СЭӘ) іске асыратын ең заманауи инженерлік талдау жүйелерін (немесе САЕ-жүйелерін) тарта отырып жүргізілуі тиіс.

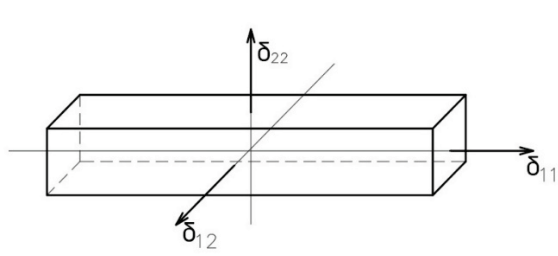
Көпқабатты композиттің беріктік сипаттамаларын бағалау кезінде оның көтергіштігі кем дегенде бір моноқабат бұзылған кезде таусылады деп есептеледі. Бұл процедура әрбір қабатта, яғни жергілікті координаттар жүйесінде (1, 2) талшықтардың бағдарлануын ескере отырып, кернеу компонентінің болуына және күрделі кернеулі жағдайда әрбір қабатқа қандай да бір феноменологиялық бұзылу критерийін қолдануға жатады. Жағдайлардың басым көпшілігінде әрбір моноқабат жазық кернеу күйі жағдайында жұмыс істейді деп болжауға болады. Сондықтан бұл жерде әдетте тек үш компонентті қарастыру керек.

Геометриялық түрде бұзылу критерийлерін кернеу кеңістігіндегі кейбір шекті бет ретінде түсіндіруге болады, яғни бұзылу жағдайлары берілген кернеу векторы беріктік беті деп аталатын осы бетті кесіп өткен сәтте орындалады.

Анизотропты денелердің бұзылу критерийлерінің көптеген түрлері ұсынылған. Олардың ең қарапайымы максималды кернеулердің өлшемі болып табылады, ол әртүрлі қирау түрлері өзара тәуелсіз деген болжамға негізделген және шекті мәндер σ_{11} , σ_{22} және σ_{12} кернеулеріне жеткен кезде пайда болады. Бұл жағдайда беріктік шарты келесідей болады:

$$\begin{cases} \sigma_{1B}^- < \sigma_{11} < \sigma_{1B}^+ \\ \sigma_{2B}^- < \sigma_{22} < \sigma_{2B}^+ \\ |\sigma_{12}| < \sigma_{12B} \end{cases}$$

Мұнда беріктік беті тікбұрышты параллелепипед болып табылады (6-сурет).



Сурет 6. Максималды кернеу критерийінің беріктік беті

Қиратудың феноменологиялық критерийлерінің ішінде тензорлық-полиномиалды тұжырымдау неғұрлым жалпы болып табылатынын атап өткен жөн. Матрицалық белгілерде тек сызықтық және квадраттық мүшелерді ұстаған кезде жазық кернеу жағдайы үшін ол келесідей болады:

$$F_i \sigma_i + F_{ij} \sigma_i \sigma_j = 1 \quad (i, j = 1, 2, 3),$$

мұндағы σ_i - кернеулер тензорының (яғни $\sigma_1 = \sigma_{11}$, $\sigma_2 = \sigma_{22}$ және $\sigma_3 = \sigma_{12}$) матрицалық белгілері; F_i , F_{ij} - тензор компонентінің матрицалық белгілері.

MSC.Patran ортасында композиттік материалдар үлгілерін құру.

MSC.Patran бағдарламасы біртекті материалдардың бес үлгісін анықтауға және олардың базасында біртекті емес композиттік материалдардың әр түрлі үлгілерін құруға мүмкіндік береді. MSC.Patran бағдарламасында материалдардың қасиеттерін беру үшін жеке «Materials» қосымшасы бар екенін атап өткен жөн. Осы бағдарламаның «Object» мәзірінде біртекті

материалдардың келесі түрлерін таңдауға болады:

- Isotropic - изотропты материал (оның қасиеттерін толық сипаттайтын екі тәуелсіз серпімді тұрақты қажет етеді, мысалы, E және ν);
- 2d Orthotropic - екі өлшемді ортотроптық материал (алты серпімді тұрақты);
- 3d Orthotropic - үш өлшемді ортотроптық материал (тоғыз серпімді тұрақты);
- 2d Anisotropic - екі өлшемді анизотроптық материал (алты серпімді тұрақты);
- 3d Anisotropic - үш өлшемді анизотроптық материал (21 серпімді тұрақты).

Композиттік материалдың үлгісін құру үшін біртекті материалдарды анықтағаннан кейін «Object» мәзірінде Composite тармағын көрсету қажет, ал «Method» мәзірі композиттерді тапсыру әдістерінің бірін таңдау қажет:

- Laminate - қабаттарды салу реттілігінің белгілі бір құрылымы бар қабатты композит;
- Rule of Mixtures - ерікті (көп фазалы) композит сипаттамаларын қоспалар ережесін пайдалана отырып анықтау;
- HAL Cont. Fiber / Disc. Fiber / Cont. Ribbon / Disc. Ribbon/Particulate - Халпин-Цайдың (Halpin-Tsai) екі фазалы композиттерінің бес үлгісі;
- Short Fiber (ID немесе 2D) - жазықтықта немесе кеңістікте қысқа талшықтарды кездейсоқ бағдарлайтын композит үлгілері.

Қорытынды.

Инелі және сфералық қосылыстары бар микроқұрылымды ұсынуға негізделген, МІМ технологиялар үшін композиттік материалдардың беріктік шегі мен серпімділік модулін модельдеу әдістемесі ұсынылды. Бұл әдіс ұсынылған фрагменттерді қарастыру кезінде механикалық қасиеттердің тұрақты болжамын алуға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Жұмыста ұсынылған компьютерлік модельдеу әдістерін жаңа композиттерді жобалау бойынша көптеген тапсырмалар үшін қолдануға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. В.П. Пересыпкин, Е.А. Иванова Автоматизированное проектирование и моделирование конструкций ракетно-космической техники в среде MSC.Patran/MSC.Nastran: учеб. пособие – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007.
2. Крутов Е.С. Разработка экструдера для изготовления пластиковой нити для 3D принтеров (FDM). «Молодой учёный» . № 26.1 (316.1) . Июнь 2020 г. 21–24с
3. Пархоменко А.В. Развитие связующих веществ в гранулятах для МИМ-технологии // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер.: Технические науки. 2013. №2. С. 91–98.
4. Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013 – 118 с.
5. А.А. Дудченко, Ле Ким Кыонг, С.А. Лурье. Расчет и проектирование контурно подкрепленной композитной панели, нафуженной поперечной силой. М.: Труды МАИ, 2012, вып. 50. С. 1 - 10.
6. Тверской М.В., Хилкова А.А., Хилков Д.Э. Исследование особенностей инжекционного литья металлических порошковых смесей // Политехнический молодежный журнал МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2018. №11 (28). С. 406–407.
7. Семенов А.Б., Муранов А.Н., Куцбах А.А., Семенов Б.И. Инжекционное литье структурированных многофазных материалов // Вестник РУДН. Сер.: Инженерные исследования. 2017. Т. 18. №4. С. 407–425.

Компьютерное моделирование микроструктуры композиционного материала, состоящего из металлических соединений

**Исаметова М.Е.^{ib}, Смаилова Г.А.^{ib}, Нуртаева Ш.Б., Арсаланова Н.М.^{ib}
Аңсабай Қ.Қ.**

Аннотация. Компьютерное моделирование микроструктуры композиционного материала из соединений металлов.

В статье представлены результаты компьютерного моделирования микроструктуры композиционного материала, состоящего из полиамидной матрицы и металлических сплавов. Исследуемый композит является одним из ведущих направлений в производстве материалов для

передовых технологий МИМ, в котором исключается дорогостоящий процесс литья под давлением и используется технологический процесс расслоения деталей. Моделирование выполнялось на высокоуровневых АСС DIGIMAT и NASTRAN/PATRAN.

Ключевые слова: фидсток, технология МИМ, DIGIMAT, NASTRAN, 3D-печать, механические свойства материала

Computer modeling of the microstructure of a composite material consisting of metal compounds

Issametova M.E. , **Smailova G.A.** , **Nurtayeva Sh.B.**, **Arsalanova N.M.** , **Ansabay K.K.**

Abstract. Computer simulation of the microstructure of a composite material from metal compounds

The article presents the results of computer simulation of the microstructure of a composite material consisting of a polyamide matrix and metal alloys. The investigated composite is one of the leading directions in the production of materials for advanced MIM technologies, which eliminates the expensive injection molding process and uses the technological process of delamination of parts. The simulation was performed on high-level ANS DIGIMAT and NASTRAN / PATRAN.

Keywords: feedstock, MIM technology, DIGIMAT, NASTRAN, 3D printing, material mechanical properties

ҚАБАТТЫ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.

Исаметова М.Е.^{ib}, Смаилова Г.А.^{ib}, Нуртаева Ш.Б., Арсаланова Н.М.^{ib}

Аңсабай Қ.Қ.

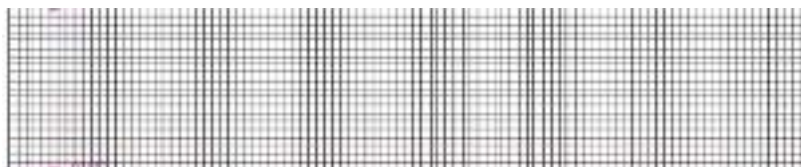
m.issametova@satbayev.university

Аңдатпа. Мақалада микро деңгейдегі композитті модельдеу қоспалардың пайызы мен материалдың кірістілігінің жоғарғы шегі, сондай-ақ қаттылық матрицасының компоненттері арасында байланысы келтірілген, бұл өз кезегінде макро деңгейдегі композитті зерттеудің бастапқы деректері болып табылады. Композиттердің серпімділік модулі мен аққыштық шегінің металл қосындыларының массалық үлесіне тәуелділігін сандық модельдеу жүргізілді. Алынған нәтижелер эксперименттік зерттеулерден белгілі типтік тәуелділіктерге сапалы сәйкес келеді. 3D басудың технологиялық факторларын ескере отырып, макроқұрылым деңгейіндегі беріктікті модельдеу үшін пайдалану ұсынылады. Макро деңгейде композитті жіптен басылған стандартты үлгілердің беріктігін анықтау үшін виртуалды эксперимент жүргізілді. Эксперимент қабатты материалдарды шығаруда модельденді, онда әр басылған қабат композит қабаты ретінде қарастырылды.

Негізгі сөздер: фидсток, MIM технологиясы, матрица, қосу, DIGIMAT, NASTRAN, 3D басып шығару, аққыштық шегі, материалдың механикалық қасиеттері.

Кіріспе. Қабатты композиттік материалдар. Laminate әдісімен біртекті емес қабатты композит моделін қалыптастыру кезінде әдетте ол қасиеттері белгілі квазібіртекті қабаттардан тұрады деп болжанады. Сондықтан пакетке кіретін әрбір қабат үшін біртекті (әдетте ортотропты) материалды алдын ала анықтау талап етіледі. Егер қабат материалының тиімді (орташаланған) қасиеттері алдын ала белгілі болса (мысалы, олар эксперименттік жолмен алынған), онда оларды қолмен енгізу керек. Керісінше жағдайда композиттердің идеалданған микромодельдерін қарауға негізделетін осы сипаттамаларды есептеудің теориялық әдістерін (Rule of Mixtures, Halpin-Tsai или Short Fiber), пайдалануға болады [1,2].

50x10x2,5 мм өлшемді стандартты пластина 1-суретте x осінің бойында орналасқан қабаттардың бағдарымен стандартты пластинаның екі өлшемді моделі ретінде құрылды.



1-сурет - Пластина үлгісі

Көрсеткілер талшықтардың бағытын көрсетеді, бұл жағдай x осіне параллель талшықтармен салынған. Қабаттардың қасиеттері бағдарлау тензорының алты компоненті бойынша берілген, яғни 6 бағыт бойынша серпімділік модульдері берілген. Бұл шамалар туралы мәліметтер DIGIMAT бағдарламасында алынды [3].

Көп қабатты пакетті анықтау кезінде мұнда (жою) әрбір қабат үшін материалды, тұрақты қалыңдықты және бағдарлау бұрышын, сондай-ақ жобаны оңтайландыру үшін көрсету қажет.

Мысалы (сөз қосқан) 5 қабатты композит үшін (2- сурет) мынадай сипаттамалары бар:

– қабат материалының сипаттары

$$E_1=16 \cdot 10^4 \text{ МПа}; E_2=7 \cdot 10^3 \text{ МПа};$$

$$\mu_{12}=0,25; G_{12}=G_{13}=4,7 \cdot 10^3 \text{ МПа};$$

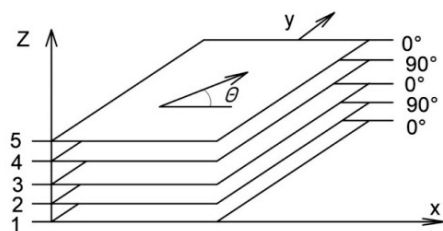
$$G_{23}=4 \cdot 10^3 \text{ МПа};$$

– қабаттардың қалыңдығы (мм)

$$0,1/0,125/0,1/0,125/0,1;$$

– қабаттардың бағдарлау бұрыштары (град)

$$0 / 90 / 0 / 90 / 0$$



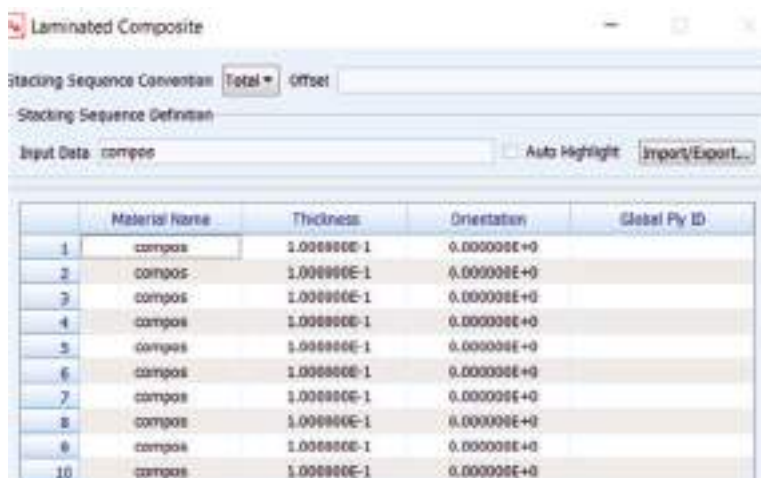
2-сурет - Қабаттарды салу құрылымы

Айта кетейік, θ қабатының бағдар бұрышы түпкі элементтердің қасиеттерін беру кезінде «Properties» қосымшасында анықталатын материал координаталарының x жүйесінің осінен есептеледі.

Біздің модель үшін қабаттардың саны басып шығарудың технологиялық параметрлеріне сүйене отырып есептелген қабаттың қалыңдығы $\delta=0,1$ мм, стандартты үлгіні толтыру үшін 10 қабатты басып шығару қажет. Осы мақсаттар үшін 3-суретте көрсетілген диалогтық панель қолданылады. Әр қабаттың қасиеттері 4-суретте көрсетілген параметрлермен сипатталады. Бұл бірінші типтегі серпімділік модульдері E_{11}, E_{22} , және екінші типтегі серпімділік модульдері G_{12}, G_{23}, G_{13} .

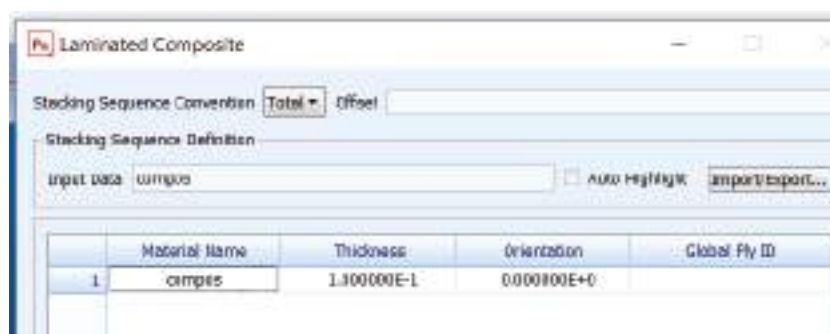


3-сурет - Композит қасиеттері



4-сурет - 10 қабаттан тұратын үлгіні жасау

Қабаттар саны үлгілерінің беріктігіне әсерін анықтау үшін 10, 5, 3 қабаттар саны бар үлгілер және бір қабаттан тұратын пластина ретінде модельделген монолитті үлгі жасалды (5-сурет).

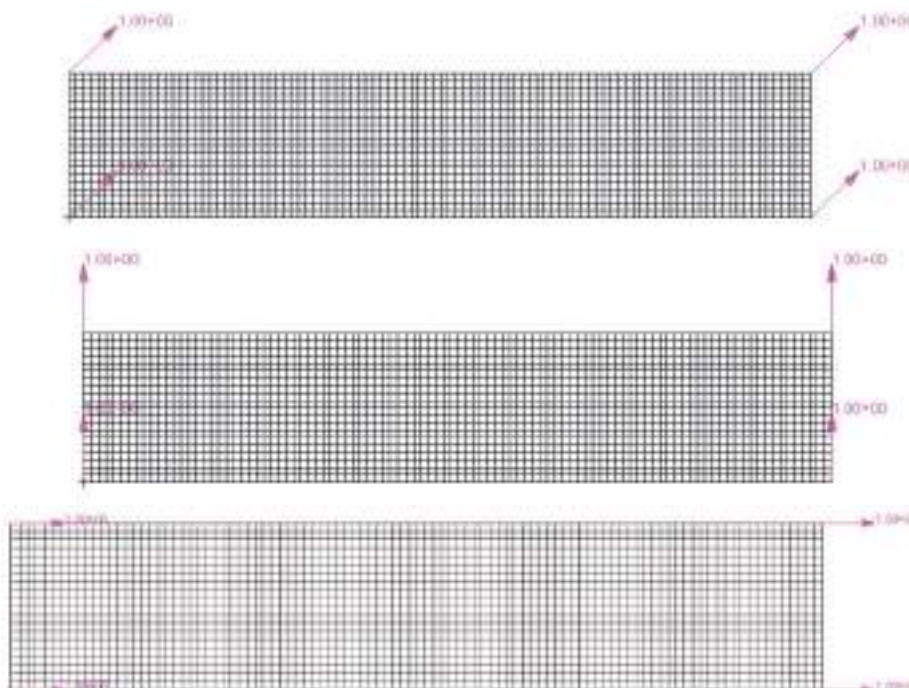


5-сурет - Қабаттан монолитті үлгі жасау.

"Stacking Sequence Convention" мәзірінде таңдалған пакет құрылымын орнатудың бес әдісі бар. Тақ қабаттары бар симметриялы немесе антисимметриялық төсеу пакеттерін қабаттардың тек төменгі жартысын және көрсету кезінде көшірілмейтін ортаңғы қабатты көрсету арқылы орнатуға болады. Мысалы, $[45^\circ/90^\circ/45^\circ]$ композитін Symmetric/Mid-Ply опциясын пайдалана отырып және « 45° , 90° » қабаттарын енгізе отырып, ал композит $[45^\circ/90^\circ/-45^\circ]$ - Anti-Symmetric/Mid-Ply опциясының көмегімен анықтауға болады, « 45° , 90° ».

Қабатты композиттің ығысуы («Offset» өрісі) іс жүзінде пакеттің төменгі бетінің санақ (түйіндік) бетіне қатысты координаты болып табылады. Әдепкі бойынша (яғни, ығысу орнатылмаған кезде) ол минус $H/2$ болып қабылданады, мұндағы H – пакеттің жалпы қалыңдығы. Бұл жағдайда қабатты композиттің ортаңғы беті есептеледі [3].

Сондай-ақ виртуалды эксперименттердің мақсаты тәжірибедегі баспа бағытының орналасуының қабаттардың орналасу бағытының стандартты үлгінің беріктігіне әсерін анықтау болды. Бұл үшін талшықтар 90° , 45° , 0° градус бағдарланған үлгілер жасалды. 6 - суретте қабаттарының бағыты әр түрлі пластиналар үлгілері берілген.

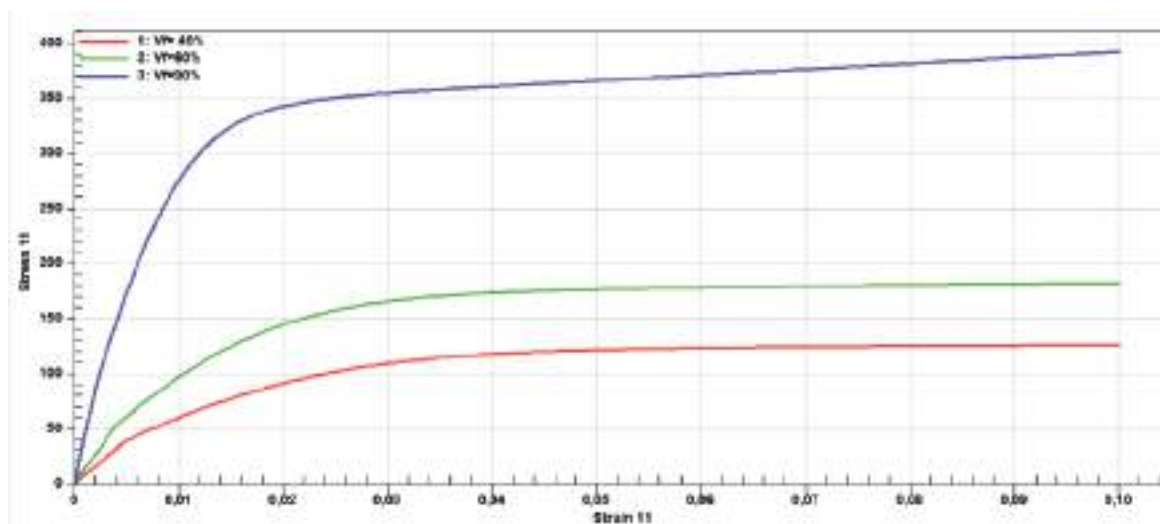


6 -сурет - Материалдағы қабаттардың бағыты
а) 45° бұрышта ә) y осінің бойымен г) x осінің бойымен

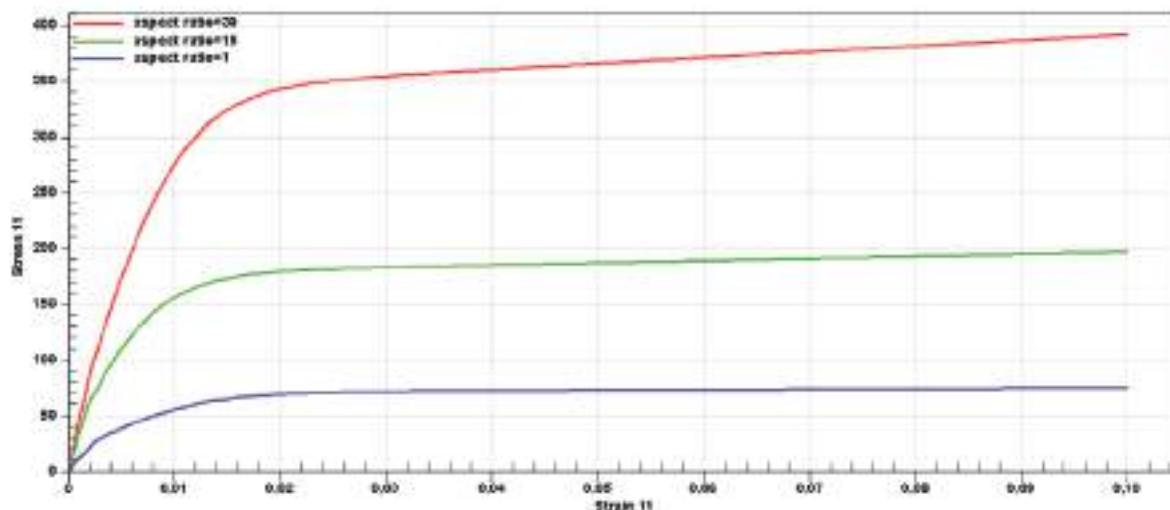
Есептеу түрі Solution Sequence сызықтық статикалық талдау ретінде жүргізілді. Шешуші нөмірі Nastran101.

Негізгі нәтижелер. DIGIMAT бағдарламасындағы компьютерлік есептеулердің нәтижесі толтырғыштардың әртүрлі массалық үлестері және металл қосулардың нысандары бар материалдың механикалық сипаттамаларының диаграммасы болып табылады.

Әр түрлі қосылу формасымен есептеулер нәтижелерін бағалау кезінде инелі пішінді қосылыстармен композиттік материалдың икемділік шегінің жоғарылауы анықталды. Сфералық қосылыстары бар композиттің пластикалық шегі 100 МПа құрайды (рецензияда басқаша жазылады). Ал инелі механикалық қосылыстары бар материалдың пластикалық шегі 380 МПа құрайды.



7-сурет - 40%, 60%, 90% толтырған кезде инелі қосындылары бар үлгілерге арналған деформация кедергісінің диаграммасы



8-сурет - Пішін радиустарының қатынас коэффициенті бар үлгілер үшін деформация кедергісінің диаграммасы

- а) 30-инелі пішін (қызыл қысық сызық) б) 15-инелі пішін (жасыл қысық сызық)
в) 1-сфералық пішін (көк қысық сызық)

7-суреттегі диаграммаларды талдау композиттің беріктігінің металл қосындыларының массалық үлесіне сызықтық тәуелділігін көрсетеді. Алайда, тәжірибелер көрсеткендей, фидсток 316LW стандартты MIM технологиясы үшін 90% металл қоспаларының пайыздық

құрамы кезінде кішігірім иілу кезінде сынады, яғни күшейтетін элементтердің пайыздық мөлшерінің шамадан тыс жоғарылауы материалдың икемділігінің жоғалтуына әкеледі.

8-суреттегі диаграмма металл ұнтақтарын сферингтеу қабатты өсіру процесінің сапасын жақсартады деген болжам жасауға мүмкіндік береді [4,5,6], бірақ екінші жағынан композиттік жіптің беріктік сипаттамаларын азайтады, бұл факт кірістірулер мен матрицалардың арақатынасының оңтайлы параметрлерін зерттеуді одан әрі тереңдетуге ықпал етеді.

DIGIMAT-та есептеу нәтижелері бойынша композиттік материал үшін қаттылық матрицасы алынды (9-сурет).

Stiffness matrix						
	11	22	33	12	23	13
11	15876	7706.9	7706.9	0	0	0
22	7706.9	15876	7706.9	0	0	0
33	7706.9	7706.9	15876	0	0	0
12	0	0	0	4084.8	0	0
23	0	0	0	0	4084.8	0
13	0	0	0	0	0	4084.8

9-сурет – Жобаланған композиттік материалдың қаттылық матрицасы

Бағдарламамен құрылған қаттылық матрицасы компоненттерінің мәні стандартты созылу үлгілерінің беріктігін анықтау үшін компьютерлік эксперимент үшін қолданылады.

NASTRAN-да қабатты материалдардан жасалған үлгілердің беріктігін компьютерлік модельдеу нәтижелері

Полимерлік қабаттардан тұратын пластинаның беріктігін есептеу нәтижелері 1,2-кестеге келтірілді

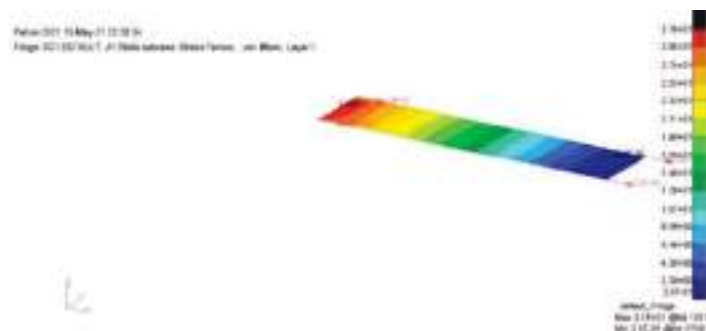
1-кесте - Қабаттар санын түрлендіре отырып, виртуалды эксперименттің нәтижелері

Виртуалды эксперименттің нәтижелері қабаттар саны x бойынша бағдарланған	Виртуалды эксперимент факторлары Мизес бойынша кернеулер МПА	Беріктік қорының коэффициенті	Деформация нәтижелері мм
1	25,8	4,65	0,02
5	30,3	3,96	0,05
10	31,6	3,79	0,1

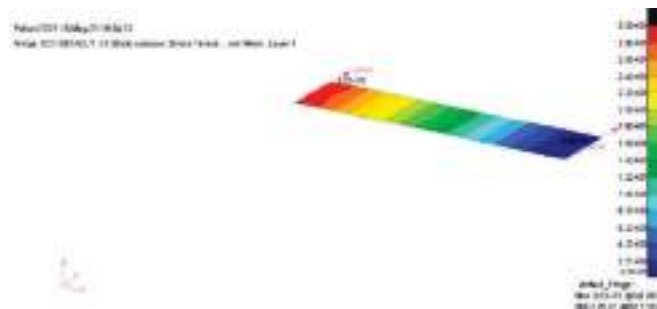
Кесте 2 – қабаттардың бағытын өзгерте отырып, виртуалды эксперименттің нәтижелері

Виртуалды эксперимент нәтижелері 10 қабаты бар пластина үшін талшықты бағдарлау	Виртуалды эксперимент факторлары Мизес бойынша кернеулер МПА	Беріктік қорының коэффициенті	Деформация нәтижелері мм
Х осі бойынша	25,8	4,65	0,1
У осі бойынша	23,2	5,1	0,03
45° бұрышта	176	0	1

Пластинадағы кернеулер мен қозғалыстардың графикалық нәтижелері 10-13 суретте көрсетілген



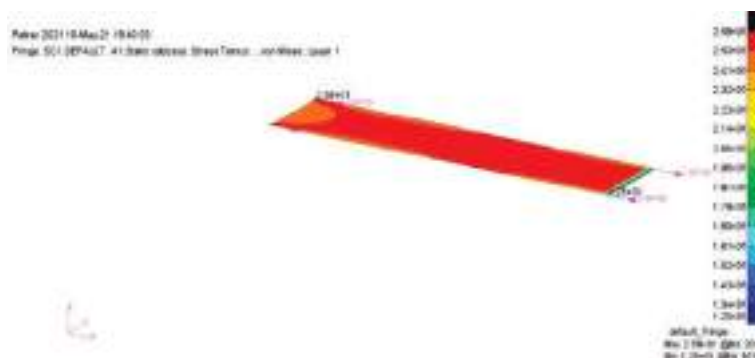
10-сурет - x осі бойынша қабаттардың бағдарлануының кернеу изолиниялары



11-сурет - y осі бойынша қабаттардың бағдарлануының кернеу изолиниялары



12-сурет – 45° бұрышта қабаттардың бағдарлануының кернеу изолиниялары



13-сурет - Полимерден жасалған монолитті блокқа арналған кернеу изолиниялары

Нәтижелерді талдау FDM технологиямен дайындалған қабатты үлгінің және монолитті үлгінің беріктігі қорының коэффициенттеріндегі айырмашылық 0,2% -ды құрайды, бұл бөлшектердің беріктігіне айтарлықтай әсер етпейді. Қабаттардың бағдарлануын түрлендіру нәтижелерін талдай отырып, беріктігі бойынша неғұрлым тиімді бөлшектерді басып шығарудың ұзына бойғы бағыты болып табылады деген қорытындыға келеміз.

Қорытынды.

1. Композиттердің серпімділік модулі мен аққыштық шегінің металл қосындыларының массалық үлесіне тәуелділігін сандық модельдеу жүргізілді. Алынған нәтижелер эксперименттік зерттеулерден белгілі типтік тәуелділіктерге сапалы сәйкес келеді.

2. Өзірленген сандық модельдеу алгоритмін микроқұрылым деңгейіндегі механикалық қасиеттерді есептеу үшін ғана емес, сондай-ақ 3D басудың технологиялық факторларын ескере отырып, макроқұрылым деңгейіндегі беріктікті модельдеу үшін пайдалану ұсынылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев М.В., В.М. Довбыш // пособие для инженеров. — М. ГНЦРФ ФГУП «НИМИ»: 2015. — 2020 с.

2. Ле Ким Кыонг, С.А. Лурье, А.А. Дудченко. Об оценке трещиностойкости при межслойном разрушении слоистых композитов // Механика композиционных материалов и конструкций, 2012, №1, Т. 18, С. 83- 91.

3. Муранов А.Н. Исследование свободной усадки основных типов полимерно-порошковых смесей, применяемых для изготовления деталей из порошковых аналогов стали 38ХМА (42CrMo4) МІМ-методом // Механика композиционных материалов и конструкций. 2019. Т. 25. №1. С. 76–86.

4. Семенов А.Б. Разработка методики математического моделирования процесса литья под давлением полимеров, наполненных металлическими порошками // Технология металлов. 2019. №1. С. 9–16.

5. Коротченко А.Ю., Хилков Д.Э., Тверской М.В., Хилкова А.А. Об использовании в литейном производстве аддитивных и гибридных технологий // Литейное производство. 2019. №6. С. 26–28

6. Каблов Е.Н. Доминанта национальной технологической инициативы. Проблемы ускорения развития аддитивных технологий в России // Металлы Евразии. 2017. №3. С. 2–

Исаметова М.Е. , **Смаилова Г.А.** , **Нуртаева Ш.Б.**, **Арсаланова Н.М.** 

Аңсабай Қ.Қ.

Компьютерное моделирование механических свойств слоистых композитных материалов.

Аннотация. В статье приведено моделирование композита на микроуровне соотношение между процентом примесей и верхним пределом текучести материала, а также компонентами матрицы твердости, что, в свою очередь, является исходными данными исследования композита на макроуровне. На макроуровне был проведен виртуальный эксперимент по определению прочности стандартных образцов, напечатанных из композитной нити. Эксперимент моделировался при производстве слоистых материалов, где каждый печатный слой рассматривался как композитный слой.

Ключевые слова: фидсток, технология МІМ, матрица, подключение, DIGIMAT, NASTRAN, 3D печать, предел текучести, механические свойства материала.

Issametova M.E. , **Smailova G.A.** , **Nurtayeva Sh.B.**, **Arsalanova N.M.** , **Ansabay K.K.**

Computer modeling of mechanical properties of layered composite materials.

Abstract: The article presents the modeling of the composite at the micro level, the ratio between the percentage of impurities and the upper yield strength of the material, as well as the components of the hardness matrix, which, in turn, is the initial data of the study of the composite at the macro level. At the macro level, a virtual experiment was conducted to determine the strength of standard samples printed from composite thread. The experiment was modeled in the production of layered materials, where each printed layer was considered as a composite layer.

Keywords: feedstock, MIM technology, matrix, connection, DIGIMAT, NASTRAN, 3D printing, yield strength, mechanical properties of the material.

СУ СОРҒЫЛАРЫН ЖӨНДЕУ ҮШІН АДДИТИВТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ

Құрман Ж. Қ. 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

Zhangali.kurman@gmail.com

Аңдатпа. Су сорғылары күнделікті өмірде бүкіл жерде кездеседі. Қазіргі заманғы су сорғылары бүкіл әлемде муниципалды, өнеркәсіптік, ауылшаруашылық және тұрғын үй мақсаттары үшін сумен қамтамасыз ету үшін қолданылады. Су сорғыларының өмір сүруі олардың қолдану аясы мен режиміне байланысты. Кейде бұзылған су сорғыларын жөндеу қымбатқа түсуі мүмкін, сол себепті олардың едәуір көп сынатын бөлігін – қалақты дөңгелекті аддитивті технологиялар көмегімен басып шығару мүмкіндігі бар. Модификациялар бөлшектердің жиналуы кезінде ағынды тегістеу, бөлшектерге әсер ететін центрифугалық күшті азайту және тепе-теңдік саңылауы арқылы бөлшектерді жууды жақсарту үшін қажет. Негізгі материал ретінде қатты пластик түрлері және тот баспайтын болат таңдалды.

Негізгі сөздер: сорғылар, су сорғылары, баспа, 3D баспа, электрокозғалтқыш, 3D модельдеу.

Сорғы дөңгелегі центрифугалық қондырғының негізгі жұмыс элементі болып табылады, оның пішіні мен өлшемдері жабдықтың негізгі техникалық сипаттамаларын анықтайды.

Бүгінгі таңда сорғы жабдықтары көптеген салаларға, әсіресе жеке үй құрылысының иелеріне қатысты. Мұндай қондырғылар ұңғымалардан ұзақ қашықтыққа тұрақты су беруді қамтамасыз етеді. Нарықта сорғы жабдықтарының көптеген түрлері бар, әр қондырғы белгілі бір мәселелерді шешуге арналған. [1]

Жылыту қондырғылары мен сорғы станцияларын қоса алғанда, қондырғылардың барлық түрлері үшін сорғы дөңгелегі негізгі құрылымдық элемент болып табылады.

Сорғы дөңгелегі: дизайн ерекшеліктері және мақсаты

Қалақтар помпаны (жұмыс дөңгелегін) білдіреді шағын деталь с изогнутыми лопастями дискідегі. Қалақтардың орналасуы, олардың геометриясы, иілу бағыты, дискінің ішкі және сыртқы диаметрі — орнатудың жұмыс сипаттамаларын анықтайтын параметрлер.

Доңғалақ инерция күшін пайдаланады, оның әсерінен сорғы камерасынан сұйықтық құбырға өтеді, содан кейін доңғалақтың ортасында қысым төмендейді, камераға судың жаңа бөлігі сорылады. Бұл процесс циклдік болып табылады және сорғы жүйесінің үздіксіз жұмысын қамтамасыз етеді.



Сурет-1 – Ашық қалақ түрі

- Ашық-4-тен 6 пышаққа дейін орналасқан диск. Бұл модель төмен тиімділікке ие (орта есеппен 40%), бірақ тозуға төзімділіктің жоғарылауымен сипатталады. Әр түрлі бітелулермен (майлы, қатты қосындылары бар, мысалы, құм) сұйықтықтардың төмен қысымымен айдау кезінде өзекті.

- Циркуляциялық сорғының жартылай жабық қозғағышы - бір диск, пышақтардың биіктігі бар, олар сорғы корпусына тікелей кішкене саңылаумен сәйкес келеді. Бұл түрі қатты ластанған сұйықтықтарды (түнба, тұнба) айдауға арналған сорғыларда орнатылады.

- Жабық модель екі дискіден тұрады, олардың арасында қалақтар орналасқан.

Қалақтардың саны әртүрлі болуы мүмкін, олар неғұрлым көп болса, жүйе соғұрлым тиімді жұмыс істейді. Бұл орталықтан тепкіш сорғылар үшін ең танымал, ол жақсы қысымды қамтамасыз етеді, сұйықтықтың ағып кетуін азайтады. Жабық доңғалақтар құйылған, штампталған, дәнекерленген болуы мүмкін.



Сурет-2 – Жабық қалақ түрі

Су сорғысының қозғағышы, сондай – ақ жылытқыштың қозғағышы-жылытуға арналған орталықтан тепкіш қондырғы корпуссы пен қалақтар арасындағы ең аз алшақтыққа ие болуы керек (ашық, жартылай жабық түрі), бұл сұйықтықтың/ауаның жақсырақ тартылуын қамтамасыз етеді.



Сурет-3 – Қалақтардың отырғызылуы

Доңғалақты мотор білігіне қондыру әдісі сорғының түріне байланысты. Бір доңғалақта-орын конустық (конус) немесе цилиндрлік болуы мүмкін. Тік / көлденең көп сатылы және ұңғымаларға арналған сорғыларда-қону алаңы крест тәрізді, алтыбұрышты, 6 қырлы жұлдыз түрінде. Айналым сорғысының білігіне доңғалақты отырғызудың әртүрлі түрлері бар, біз жиі қолданылатындарды қарастырамыз.

- Конустық қону мен алып тастаудың қарапайымдылығымен ерекшеленеді, бірақ доңғалақтың орналасуы дәлірек емес. қатты жылжытудың орны болмайды. Кемшіліктеріне доңғалақтың ойнауын, қабырғаға соғысуына мүмкіндік береді.

- Цилиндрлік қону суасты, құйынды сорғыларда қолданылады. Ол доңғалақтың нақты орналасуын қамтамасыз етеді. Ол кілттер арқылы бекітіледі. Ньюанстар-доңғалақ торындағы білік пен тесікті дәл өңдеу қажет.

- Көлденең және алтыбұрышты қону ұңғымаларға арналған сорғы жүйелерінде қолданылады. Бұл доңғалақты оңай орнатуға/алып тастауға мүмкіндік береді. Білікке бекіту өте қатаң, саңылаулар арнайы шайбамен реттеледі.

- Алтыбұрышты жұлдыз түрінде-мотор білігіне мұндай қону жоғары қысымды көлденең және тік сорғыларда қолданылады, олар үшін тот баспайтын қорытпадан жасалған дөңгелектер

жасалады. Бұл өте күрделі орын дизайны, ол білік пен дөңгелекті тамаша өңдеуді қажет етеді. Доңғалақ біліктің айналу осіне мықтап бекітілген. Саңылаулар жеңмен реттеледі.

Механикалық беріктік, коррозияға төзімділік, сызықтық кеңею коэффициенті — сорғының доңғалақ материалы жауап беруі керек негізгі қасиеттер.

- Жез-сорғының дөңгелегі үшін ең көп таралған материал. Берік және коррозияға қарсы.

- Тот баспайтын болат керемет механикалық қасиеттерге және коррозияға төзімділікке ие, бірақ оның құю қасиеттері төмен, бұл дәнекерлеу арқылы тот баспайтын модельдерді шығаруға әкеледі.

- Шойын - бұл дөңгелекті жасау үшін дәстүрлі материал, бірақ тек төмен коррозиялық ортада жұмыс істейтін сорғылар үшін. Шойын пышақтары басқа материалдардан жасалған пышақтарға қарағанда қалың.

- Көміртекті болат төмен коррозиялық жағдайда жұмыс істейтін үлкен сорғыларға доңғалақ жасау үшін қолданылады. Тозуға төзімділікті арттыру үшін арнайы плиталар қолданылады.

- Жұқа болат жұқа қалақтарды жасауға мүмкіндік береді, коррозияға төзімділігі жоғары, бірақ пышақтарды дөңгелектеуге мүмкіндік бермейді.

- Алюминий-берік, коррозияға төзімді, бірақ қымбат материал.

- Қазіргі заманғы сорғы дөңгелегі, мысалы, жылытқыш үшін ол жоғары механикалық қасиеттері мен агрессивті ортаға төзімділігі бар арнайы пластмассадан жасалады.

Доңғалақтың істен шығуы сорғы жабдықтарының бұзылуының ең көп таралған себебі болып табылады. Бұл жағдайда сорғының қозғағышын ауыстыру қажет.

Құрылғының ресурсының тез дамуы доңғалақтың күрделі жұмыс жағдайымен түсіндіріледі: сұйықтықтың әсері, діріл, температураның өзгеруі, абразивті бөлшектердің үйкелісі. Сорғы жабдығының қызмет ету мерзімі осы бөлікке байланысты. Мысалы, егер құрылғы ызылдап, су бермесе, бұл доңғалақ проблемалары туралы айқын сигнал.

Доңғалақтың дұрыс жұмыс істемеуінің себептері болуы мүмкін:

- Сорғының ұзақ уақыт сақталуына байланысты "құрғақ" доңғалақ корпусқа жабысып, электр қозғалтқышының білігі тотығады.

- Доңғалақ балшықтан, құмнан, кірден кептеліп қалды.

- Кавитация-доңғалақтың бетінде "суық қайнау" пайда болады, бұл оның зақымдалуына әкеледі.

- Доңғалақтың дұрыс орнатылмауы (өлшемдер, төзімділік сақталмаған).

- Сорғының жұмыс дөңгелегінің жылжуы.

Тозу, дұрыс емес қону, бөліктің жылжуы сорғының мәлімделген қысым / Жем бермеуіне, электр энергиясын тұтынудың жоғарылауына әкеледі. Қатты тозу кезінде тепе — теңдік бұзылады, салдары-подшипниктерге жүктеменің жоғарылауы, олардың тозуы, доңғалақтың сору құбырына үйкелуі және үйкелуі, бұл доңғалақтың ғана емес, сонымен қатар корпусстың да тозуына әкеледі.

Тот баспайтын болаттан жасалған доңғалақ, жезден сирек сәтсіздікке ұшырайтынын атап өткен жөн. Мүмкін, оларды ауыстырудың жалғыз себебі-қатты аязда судың қатты салқындауы және доңғалақтың мұзбен деформациясы

Негізгі айналу дөңгелегін жөндеу үшін аддитивті өндірісті қолдануға болады. Пластиктің қатты түрлерінен немесе темірден басуға болады. Темірмен басылған қалақ құйылған қалақтан берік, бірақ пластиктен басылғаннан әлдеқайда қымбат болады.

SLM немесе Selective laser melting-математикалық CAD-үлгілер бойынша металл ұнтағын лазерлік балқыту арқылы күрделі бұйымдарды өндірудің инновациялық технологиясы (3D-металмен басып шығару). SLM көмегімен олар түйіндер мен агрегаттардың бөлігі ретінде жұмыс істеуге арналған дәл металл бөлшектерді, сондай-ақ жұмыс кезінде геометрияны өзгертетін құрастырылмайтын құрылымдарды жасайды.

Басып шығару процесі өнімнің әр қабатының 2D бейнесін жасау үшін өнімнің сандық 3D моделін қалыңдығы 20-дан 100 мкм-ге дейінгі қабаттарға бөлуден басталады. Салалық стандартты формат-STL файлы. Бұл файл арнайы машиналық Бағдарламалық жасақтамаға түседі, онда ақпаратты талдау және оны машинаның техникалық мүмкіндіктерімен өлшеу жүргізіледі. Алынған мәліметтер негізінде өнімнің жеке қабаттарын салудың көптеген циклдерінен тұратын құрылыстың өндірістік циклі басталады.



Сурет-4 – Металдан басылған қалақ

3D баспа болаттан жасалған SLM басып шығару материалы-316L тот баспайтын болат, материалдың созылу күші соғуға жақын, минималды ажыратымдылық-0,2-0,3 мм, кедір-бұдыр-RA10-RA20, жылтыратудың ең жоғары деңгейі (пішінді қараңыз) шамамен A2 құрайды. Күрделі құрылымы мен функциялары бар бөлшектер үшін 3D басып шығару тікелей өндіріс үшін жаңа мүмкіндіктер ашады, сондықтан технология енді дизайн үшін ең үлкен шектеу болып табылмайды.



Сурет-5 – Пластиктен басылған қалақ

FDM (Fused Deposition Modeling) 3D басып шығару технологиясы әлемде өнеркәсіптік өндірісте және тауарлардың шағын партияларын өндіруде кеңінен қолданылады. Жұмыс принципі бағдарламаға жүктелген CAD моделінің геометриясына сәйкес термопластикалық материалды қабатты төсеу болып табылады.

Поликарбонат материалы (PC) - басып шығаруға арналған ең берік пластик. Ол механикалық және температуралық әсерлерге шыдайды, сондықтан ол әртүрлі мақсаттарда қолданылады. PC жіптері олардан жасалған бұйымдар сияқты мөлдір. Материалдан сіз жүзуге арналған маскалар, экрандар, коммерциялық өнімдер жасай аласыз. Сондай-ақ, электр, механикалық және автомобиль бөлшектері ДК-ден шығарылады.

Егер басылған қалақтарды бағасы бойынша салыстырса онда FDM технологиясымен басылған бөлшек металдан басылғанға қарағанда 100 еседей арзан түседі. Бірақ механикалық беріктіеріне қарасақ аралары 7-10 есе. Қатты күш түспейтін су сорғыларының қалақтарын пластиктен басуға болады. Ал көп күш түсетіндерді не құйю арқы, немесе металмен басу арқылы қалпына келтіруге болады. 30 л/м жылдамдықты берік пластиктен жасалынған қалақты дөңгелек шыдау алады.

Пластик PC – FDM технологиясы	Тот баспайтын болат – SLM технологиясы			
Балқу температурасы: 250-270 °C Балқу температурасы: 250 °C Экструдер температурасы: 280-300 °C Платформа температурасы: 90-120 °C Басып шығару жылдамдығы, мм / с: 30-60 Деформация температурасы: 138 °C Созылу ұзарту: 4.8 % Үзілуге беріктік шегі: 68 МПа Салқындату кезіндегі шөгу, %: 0.5-0.7 Иілу кернеуі: 104 МПа Соққы күші: 53 Дж/м	Қалыптау процесі және күйі	Созылу беріктігі R	созылу күші RM	салыстырмалы ұзаруы а
	3D басып шығарудың бастапқы күйі	540±20MPa	650±30MPa	(40±10) %
	Термиялық өңделген	410±30MPa	600±20MPa	(48±9) %
	Жалған күйдірілген стандарт	≥241MPa	≥586MPa	≥50%

Кесте-1 – Басылған пластикпен металдың механикалық қасиеттерін салыстыру

ӘДЕБИЕТТЕР

1. <https://www.nektonnasos.ru/article/ustrojstvo/krylchatka-nasosa/>
2. <https://www.efficientplantmag.com/2020/11/3d-metal-printing-produces-turbomachinery/>
3. https://3d.globatek.ru/3d_printing_technologies/slm-tech/
4. <https://rozeem.com/slm-stainless-steel-3d-printing.html>
5. <http://filatrade.ru/news/polikarbonat-nadyezhnyy-i-prochnyy/>

Использование аддитивных технологий для ремонта водяных насосов

Құрман Ж. Қ. 

Аннотация. Водяные насосы встречаются повсеместно в повседневной жизни. Современные водяные насосы используются во всем мире для водоснабжения в муниципальных, промышленных, сельскохозяйственных и жилых целях. Выживаемость водяных насосов зависит от сферы и режима их применения. Иногда ремонт поломанных водяных насосов может быть дорогостоящим, из – за чего существует возможность печати значительно большей их поломанной части-лопастного колеса с помощью аддитивных технологий. Модификации необходимы для сглаживания потока при сборе частиц, уменьшения центробежной силы, действующей на частицы, и улучшения промывки частиц через равновесное отверстие. В качестве основного материала были выбраны твердые виды пластика и нержавеющая сталь.

Ключевые слова: насосы, водяные насосы, печать, 3D-печать, электромотор, 3D-моделирование.

The use of additive technologies for the repair of water pumps

Kurman Zh.K. 

Abstract. Water pumps are found everywhere in everyday life. Modern water pumps are used all over the world to supply water for municipal, industrial, agricultural and residential purposes. The survival of water pumps depends on their scope and mode of application. Sometimes repairing broken water pumps can be expensive, so it is possible to print a much larger part of them – the blade wheel with additive technologies. Modifications are necessary to smooth out the flow during particle assembly, reduce the centrifugal force acting on the particles, and improve the washing of the particles through the equilibrium gap. Hard plastic types and stainless steel were chosen as the main material.

Keywords: pumps, water pumps, printing, 3D printing, electric motor, 3D modeling.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ТЕРМОУПРОЧНЕННЫХ РЕЛЬСОВ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

У.Е. Тулегенов 

Satbayev University, Казахстан, г.Алматы

Ulan.tulegenov02@gmail.com

Аннотация. Износостойкость – это свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения и оценивается величиной, обратной скорости изнашивания. Проблема интенсивного износа боковой грани рельсов значительно влияет на безопасность движения поездов и эксплуатационные затраты железных дорог, а также является одной из приоритетных на сети железных дорог. В статье изложены проблемы интенсивного износа боковой грани головки рельса. Показаны химический состав и физико-механические свойства рельсов категории ДТ350 и ДТ370ИК, а также колесной стали. Приведены результаты сравнительных исследований по оценке износостойкости объектов исследований при нагрузках 750 Н и 1250 Н. По полученным результатам проведенных исследований были составлены основные выводы в плане износа рельсовой стали различных категорий.

Ключевые слова: износ, образцы из колеса и рельса, масса образца, диаметр образца.

В последнее десятилетие в связи с постоянным увеличением всего трафика и нагрузки, испытываемой железнодорожными путями, которые сопровождаются увеличением скорости поездов, рельсам приходится выдерживать условия эксплуатации более значительные и существенные, чем предусмотрены при их производстве и выпуске. В результате этого происходит очень большой износ головки рельса, а также уменьшается срок службы рельсов. Взаимодействие колеса и рельса является ключевым в проблемах движения колеса относительно рельса. Чрезмерный боковой износ рельсов происходит на кривых участках пути под воздействием квазистатических сил подвижного состава на путь. Проблему бокового износа рельсов на кривых участках пути по сей день можно считать очень важной для всей сети железных дорог. В процессе движения подвижного состава возникает абразивный износ трибопары *колесо-рельс* (рисунок 1) [1].

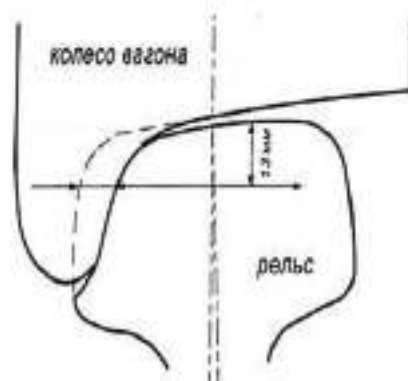


Рисунок 1 - Боковой износ рельса [1]

Абразивный боковой износ рельсов и гребней колес в зонах их контактов сопровождается стачиванием частиц материала при воздействии абразивных частиц, а также при взаимном скольжении шероховатой твердой поверхности гребня колеса по боковой грани головки и наоборот. Одним из значимых металлургических свойств рельса является твердость. Твердость определяет износостойкость, сопротивление контактно-усталостным трещинам и вероятность пластической деформации головки рельса.

Для того, чтобы определить влияние твердости на износостойкость головки рельса были проведены испытания с использованием установки с двойным диском в лабораторных условиях (рисунок 2).

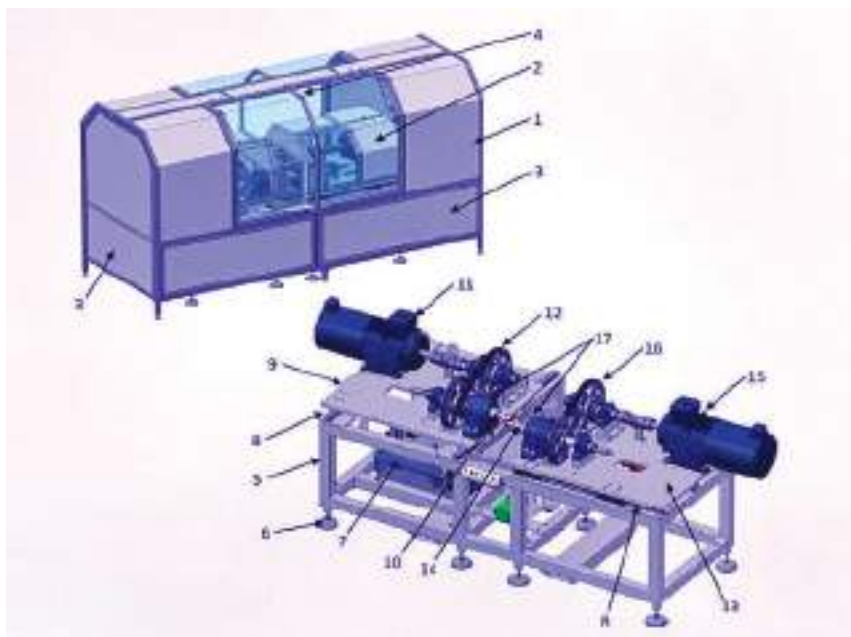


Рисунок 2 – Установка для проведения лабораторных испытаний по оценке сопротивления износу

Самые значимые преимущества этой схемы заключаются в следующем:

- простота изготовления образцов;
- снижение длительности приработки и продолжительности испытаний в целом;
- обеспечение минимального коэффициента взаимного перекрытия, исключение влияния фрикционного разогрева в процессе испытаний;
- создание благоприятных условий для образования граничной смазки при высоких значениях контактного давления [3].

В качестве объектов исследования были изготовлены образцы из рельсов категории ДТ350 (марка стали - 76Ф), категории ДТ370ИК (90АФ) и колеса марки стали 2. Место вырезки образцов из рельса и колеса для проведения лабораторных испытаний указаны на рисунке 3.

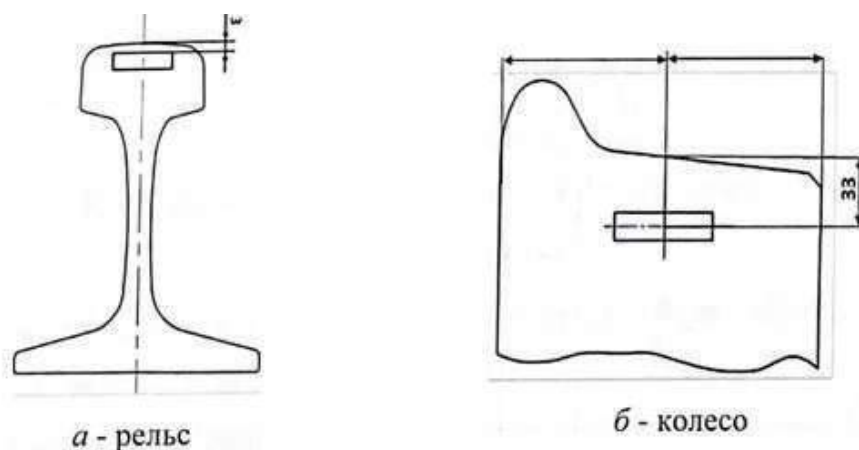


Рисунок 3 – Место вырезки образцов

Химический состав и физико-механические свойства объектов исследования приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав объектов исследования

Объект исследования	Массовая доля химических элементов, %							
	C	Mn	Si	P	S	Al	Cr	V
Рельс ДТ350	0,79	0,91	0,55	0,008	0,004	0,002	0,061	0,073
Рельс ДТ370ИК	0,87	1,02	0,42	0,009	0,003	0,002	0,146	0,095
Колесо марки стали 2	0,60	0,74	0,39	0,005	0,010	-	0,065	0,003

Таблица 2 – Физико-механические свойства объектов исследования

Механические свойства	Ед. изм.	Рельс ДТ350	Рельс ДТ370ИК	Колесо марки стали 2
Временное сопротивление	Н/мм ²	1250	1330	975
Предел текучести	Н/мм ²	860	910	620
Относительное удлинение	%	13	12	13
Относительное сужение	%	36	28	33
Ударная вязкость	Дж/см ²	32	27	38
Твердость	НВ	363	388	283

Испытания были проведены при нагрузках 750 Н и 1250 Н в условиях сухого качения. Образцы были установлены на стенд как показано на рисунке 4.

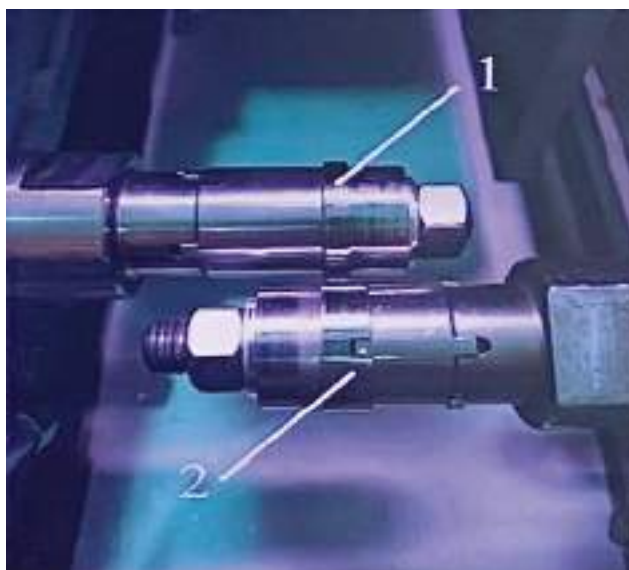


Рисунок 4 – Рабочее положение объектов исследования
1 – колесо; 2 – рельс

Измерение износа проводилось путем измерения диаметра обоих образцов, а также их взвешивания после периодического изъятия через каждые 25000 циклов. Рабочие поверхности образцов после испытания показаны на рисунке 5.



Рисунок 5 – Рабочая поверхность образцов после испытания
Результаты всех проведенных замеров указаны в таблицах 3-6.

Таблица 3 – Результаты испытаний для пары «ДТ350 – колесо» при нагрузке 750 Н

Количество циклов	Образец колеса			Образец ДТ350		
	Диаметр образца, мм	Масса образца, гр	Потеря массы нарастающим итогом, гр	Диаметр образца, мм	Масса образца, гр	Потеря массы нарастающим итогом, гр
0	39,98	44,0318	-	40,03	74,988	-
25000	39,87	44,9821	0,050	39,94	74,888	0,1000
50000	39,79	44,9012	0,131	39,89	74,811	0,1770
75000	39,72	43,8152	0,217	39,84	74,793	0,1950
100000	39,65	43,7112	0,321	39,81	74,754	0,2340
125000	39,58	43,6503	0,381	39,79	74,706	0,2820
150000	39,51	43,5851	0,447	39,76	74,678	0,3100
175000	39,47	43,4735	0,558	39,72	74,658	0,3300
200000	39,43	43,3603	0,671	39,68	74,602	0,3860

Таблица 4 – Результаты испытаний для пары «ДТ370ИК – колесо» при нагрузке 750 Н

Количество циклов	Образец колеса			Образец ДТ70ИК		
	Диаметр образца, мм	Масса образца, гр	Потеря массы нарастающим итогом, гр	Диаметр образца, мм	Масса образца, Ф	Потеря массы нарастающим итогом, гр
0	39,98	44,3113	-	40,01	74,428	-
25000	39,82	44,1995	0,112	39,97	74,354	0,0746
50000	39,76	44,0055	0,306	39,93	74,289	0,1391
75000	39,71	43,9567	0,355	39,90	74,276	0,1519
100000	39,64	43,8408	0,471	39,87	74,270	0,1584
125000	39,59	44,7303	0,581	39,84	74,254	0,1746
150000	39,53	44,6257	0,686	39,8	74,224	0,2046
175000	39,48	44,5965	0,715	39,77	74,195	0,2329
200000	39,46	43,5251	0,786	39,73	74,177	0,2509

Таблица 5 – Результаты испытаний для пары «ДТ350 – колесо» при нагрузке 1250 Н

Количество циклов	Образец колеса			Образец ДТ350		
	Диаметр образца, мм	Масса образца, гр	Потеря массы нарастающим итогом, гр	Диаметр образца, мм	Масса образца, гр	Потеря массы нарастающим итогом, гр
0	39,96	43,8363	-	40,01	74,4251	-
25000	39,84	43,7936	0,043	39,93	74,3083	0,1168
50000	39,72	43,7205	0,116	39,90	74,2066	0,2185

75000	39,65	43,6548	0,182	39,88	74,1046	0,3205
100000	39,58	43,5871	0,249	39,86	74,0041	0,4210
125000	39,46	43,4691	0,367	39,83	73,9960	0,4291
150000	39,39	43,3477	0,489	39,80	73,9695	0,4556
175000	39,26	43,1183	0,718	39,78	73,9242	0,5009
200000	39,29	42,9235	0,913	39,76	73,8895	0,5356

Таблица 6 – Результаты испытаний для пары «ДТ370ИК – колесо» при нагрузке 1250 Н

Количество циклов	Образец колеса			Образец ДТ370ИК		
	Диаметр образца, мм	Масса образца, гр	Потеря массы нарастающим итогом, гр	Диаметр образца, мм	Масса образца, гр	Потеря массы нарастающим итогом, гр
0	40,02	43,9725	-	39,97	74,7523	-
25000	39,82	43,7679	0,205	39,95	74,6896	0,063
50000	39,73	43,6628	0,310	39,93	74,6272	0,125
75000	39,64	43,5565	0,416	39,91	74,5856	0,167
100000	39,57	43,4517	0,521	39,88	74,5447	0,208
125000	39,45	43,2441	0,728	39,86	74,5124	0,240
150000	39,36	43,1425	0,830	39,86	74,4995	0,253
175000	39,34	43,0409	0,932	39,84	74,4484	0,304
200000	39,31	42,9381	1,034	39,80	74,4097	0,343

Заключение

Опытные исследования были проведены для того, чтобы сравнить износостойкости рельсов категории ДТ350 и ДТ370ИК. Было установлено, что рельсы категории ДТ370ИК сопровождаются меньшей потерей массы и диаметра по сравнению с рельсами категории ДТ350 для заданного базового количества циклов нагружения (200000 циклов) при исследуемых величинах нагрузки 750 Н и 1250Н. Износостойкость рельсов категории ДТ370ИК выше на 34-35% в сравнении с рельсами категории ДТ350. Изменение нагрузки не влияет на соотношение показателей износа между сравниваемыми категориями рельсов, что положительно характеризует выбранную методику испытаний с точки зрения постоянства условий, а также сходимости и повторяемости результатов.

Двухдисковые испытания представляют собой хороший способ испытания материалов в четко контролируемых условиях. Хотя, используя результаты лабораторных испытаний для понимания действительного поведения рельсовой стали в полевых условиях, нужно взять во внимание несколько моментов.

Во-первых, условия двухдисковых испытаний представляют собой экстремальные случаи, к примеру, износа при полностью сухих (безводных) и чистых условиях с достаточно большим коэффициентом трения или износа при непрерывном применении смазки (воды). В действительности, рельсы очень редко бывают полностью чистыми, даже во время дождя и ливней, первое колесо передней тележки вытеснит большую часть воды с рельса, а последние колеса столкнутся с более меньшим количеством воды при рельсово-колесном контакте.

Во-вторых, двухдисковое моделирование не может быть применено для исследования взаимодействия рельсово-колесных профилей, связано это с тем, что они не участвуют в испытаниях.

Экстремальные и легко воспроизводимые условия двухдискового испытания помогают определить различия между материалами, но при экстраполировании результатов для полевых условий нужно учитывать, что такие жесткие условия крайне редко воспроизводятся непрерывно и в течение длительного периода. Большая ценность данных, полученных в результате двухдисковых испытаний, заключается скорее в их использовании для моделирования, а не для прямой экстраполяции на рабочие условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Снижение бокового износа железнодорожных рельсов при помощи поверхностного упрочнения/ М.В. Гречнева, С.И. Медведев, А.Е. Неживляк // Вестник ИрГТУ №6 (46). 2010. С. 29-34.
2. Причины и механизмы схода колеса с рельса. Проблемы износа колес и рельсов/ В.С. Лысюк // М: Транспорт, 1997. С.188.
3. Оценка триботехнических характеристик стали 40Х после закалки деформирующим резанием/ С.Г. Васильев, А.Г. Дегтярева, Н.Н. Зубков, В.В. Попцов, В.Н. Симонов // Инженерный журнал: наука и инновации №11. 2017. С. 1-16.

Жалпы және арнайы мақсаттағы сараланған термоөткізілген рельстердің тозу кедергісін салыстырмалы бағалауға арналған зертханалық сынақтар

У.Е. Тулегенов 

Аңдатпа. Тозуға төзімділік-бұл белгілі бір үйкеліс жағдайында тозуға қарсы тұру үшін материалдың қасиеті және тозу жылдамдығының кері мәні бойынша бағаланады. Рельстердің бүйір бетінің қарқынды тозу проблемасы поездар қозғалысының қауіпсіздігіне және темір жолдардың пайдалану шығындарына айтарлықтай әсер етеді, сондай-ақ темір жол желілерінде басымдықтардың бірі болып табылады. Мақалада рельс басының бүйір бетінің қарқынды тозу проблемалары сипатталған. ДТ350 және ДТ370ИК санатындағы рельстердің, сондай-ақ доңғалақ болаттарының химиялық құрамы мен физикалық-механикалық қасиеттері келтірілген. 750 Н және 1250 Н жүктеме кезіндегі зерттеу объектілерінің тозуын бағалау бойынша салыстырмалы зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Зерттеулердің нәтижелері бойынша әртүрлі категориядағы рельстік болаттың тозуы тұрғысынан негізгі қорытындылар тұжырымдалған.

Түйін сөздер: тозу, рельс және дөңгелек үлгілері, үлгі массасы, үлгі диаметрі.

Laboratory tests for comparative evaluation of wear resistance of differentially heat-strengthened rails of general and special purpose

U.E. Tulegenov 

Abstract. Wear resistance is the property of a material to resist wear under certain friction conditions and is estimated by the value of the inverse of the wear rate. The problem of intensive wear of the side face of rails significantly affects the safety of train traffic and the operating costs of railways, and is also one of the priorities on the railway network. The article describes the problems of intensive wear of the side face of the rail head. The chemical composition and physical and mechanical properties of rails of the DT350 and DT370IK categories, as well as wheel steel, are given. The results of comparative studies on the assessment of wear of research objects under loads of 750 N and 1250 N are presented. Based on the results of the studies, the main conclusions are formulated in terms of wear of rail steel of various categories.

Keywords: wear, rail and wheel samples, sample mass, sample diameter.

ФАРМАЦЕВТИКАЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ СЕРТИФИКАЦИЯДАН ӨТКІЗУІН ТАЛДАУ

Н.Д.Тілеуқұл , Ж.Б. Омарова , Н.М.Арсаланова 

Satbayev university, Қазақстан, Алматы қаласы

tileukulova.nm@gmail.com

Аннотация. Өнімдер адамның өмірі мен денсаулығына, оның мүлкіне немесе қоршаған ортаға қауіп төндіретін жағдайларда сертификаттау тек мемлекет тарапынан реттелініп және бақылауда болады. Қазіргі уақытта сертификаттау оларда белгіленген талаптарға өндірілген өнімді немесе қызметті растаудың және олардың ішкі және сыртқы нарықтардағы бәсекеге қабілеттілігін арттырудың ең тиімді нысаны екен. Фармацевтикалық нарықтың серпінді дамуы оның өмірлік басымдығымен анықталады, өйткені адамзат басынан бастап оның өмір сүруі үшін дәрі-дәрмектер мен медициналық мақсаттағы бұйымдарды үнемі тұтынуды қажет, денсаулықты толыққанды өмір сүру үшін қажетті деңгейде сақтауымыз керек. Фармацевтикалық нарық кез келген ел экономикасының маңызды секторын білдіреді және оның экономикалық өлшемшарты болып табылатын әлеуметтік дамуы, халықтың әл-ауқатының деңгейі деп есептеледі. Елдің дамыған фармацевтика өнеркәсібі оның экономикасының жоғары инновациялылығының көрсеткіші болып табылады.

Негізгі сөздер: сертификаттау, техникалық реттеу, фармацевтика, сапа, стандарттау.

Өнімді сертификаттау немесе өнімнің біліктілігі бұл белгілі бір өнімнің өткендігін куәландыру процесі өнімділік сынақтары және сапа кепілдігі сынаулар өткізеді және белгіленген біліктілік критерийлеріне сәйкес келеді келісімшарттар, ережелер, немесе сипаттамалары (кейде өнімді сертификаттау саласында «сертификаттау схемалары» деп аталады).

Өнімді сертификаттау процесі, әдетте, төрт сатыдан тұрады:

- Қолдану;
- Бағалау;
- Шешім;
- Бақылау.

Көптеген жағдайларда, сертификаттауға өтініш берер алдында өнімді жеткізуші өнімді сынақ зертханасына жібереді (кейбір сертификаттау схемалары өнімді оның орнына сертификаттаушыға тексеруге жіберуді талап етеді). Сертификатталатын өнім сынақ зертханасына түскен кезде зертхананың ішкі процедураларына сәйкес және сертификаттау схемасында көрсетілген сынақ стандарттарында көрсетілген әдістермен сыналады. Нәтижесінде алынған деректер сынақ зертханасында жиналады, содан кейін не өндірушіге, не тікелей өнім сертификатына жіберіледі.

Сертификаттау схемалары

- өнім үлгілеріне бастапқы сараптама;
- өтініш берушінің өндіріс жағдайын бастапқы талдау;
- өнім үлгілерін мерзімді инспекциялық бақылау (жылына 1 немесе 2 рет);
- өндірістің жай-күйін мерзімді инспекциялық бақылау (жылына 1 немесе 2 рет).

Дәрілік заттарды сертификаттау-бұл көрсетілген тауарлар сапасының қауіпсіздік нормаларына сәйкестігін растау болып табылатын процесс.

Қазақстанда дәрі-дәрмектерге қатысты бірнеше негізгі талаптар бар:

-Барлық дәрі-дәрмектер міндетті түрде Денсаулық сақтау министрлігінде тіркеуден өтуі керек.

-Тауарлардың белгілі бір тобы ГОСТ нормаларына сәйкес дәрі – дәрмек декларациясын міндетті түрде алуға тиісті.

-Фармацевтикалық қызметті жүзеге асыру үшін кәсіпкерлер арнайы лицензия алуы тиіс. Сондай-ақ, компанияның өтініші бойынша дәрі-дәрмектерді ерікті сертификаттау жүргізілуі мүмкін.

Дәрі-дәрмек туралы декларацияны алу бірнеше стандартты кезеңдерден тұрады:

-компания сертификаттау орталығына жүгінеді және барлық қажетті құжаттарды ұсынады;

-бұдан әрі тәуелсіз зертханалық сараптама жүргізіледі, оның барысында медициналық тауардың сапа және қауіпсіздік нормаларына сәйкестігі бағаланады;

-барлық тексерулерді сәтті аяқтау нәтижелері бойынша дәрі-дәрмектерге декларация берілуі мүмкін.

Дәрі-дәрмек декларациясына келетін болсақ, егер ол өнім шығаруға немесе тұрақты жеткізілімге ресімделсе, ол мүмкіндігінше үш жылға берілуі мүмкін. Бір партия үшін ол жарамдылық мерзімімен шектелмейді (тек препараттың жарамдылық мерзімімен). Денсаулық сақтау министрлігінің Тіркеу куәлігі, өз кезегінде, бес жылға беріледі.

Сапаны бағалау келесі кезеңдерде жүзеге асырылады:

-кәсіпкерден өтінімді қабылдау. Өтініммен бірге МТНТ, СТТН сканерлері, МЕМСТ немесе ТШ, ТҚ (бар болса) туралы деректер, инвойс және жеткізуге арналған шарт (импорттық дәрі-дәрмектер үшін) жататын құжаттардың толық жиынтығы қажет.;

-егер дәрілік затты тіркеуден өтпеген болса-денсаулық сақтау Министрлігінің Тіркеу куәлігін ресімдеу. Бұл тіркеу құжаттарын қалыптастыру, сынақ есептерін алу;

-ерікті сертификаттың макетін ресімдеу. Басып шығарар алдында оған тапсырыс беруші міндетті түрде қол қояды;

-құжатты СДО-да тіркеу, оны өтініш берушіге беру .

Santo сауда маркасымен "Химфарм" АҚ Қазақстандағы ең ірі фармацевтикалық компания болып саналады. 2011 жылдан бастап Polpharma Халықаралық фармацевтикалық тобында. Зауыт 135 жылдан астам уақыт жұмыс жасайды. Дайын дәрілік формалар зауытта 1993 жылдан бастап нарыққа шықты.

Қазақстандық фармацевтикалық компаниялар арасында "Химфарм" 30% - дан астам үлесі бар нарық көшбасшысы болып табылады. Компания сондай-ақ Орталық және Шығыс Еуропа, Кавказ және Орталық Азия нарықтарында да жұмыс жасайды.

Компанияның портфеліне 12 фармакотерапиялық топтағы 240-тан астам генерикалық препараттар шығарылады. Бұл инъекциялық және инфузиялық ерітінділер, антибиотиктер мен антисептиктер, ауызша дәрі-дәрмектер (дәрумендер, минералдар, тұнбалар, сироптар) және т.б. препараттар өндіріледі.

Қазіргі уақытта "Химфарм" АҚ қызметкерлерінің саны 1060 жетті. Өндірістік қуаты: шамамен 6 млн.қаптама таблетка; шамамен 4 млн тг-ны құрайды. Құтылар стерильді ұнтақтар, ерітінділер, сироптар, тұнбалар; 1,2 тонна дәрілік субстанциялар бар.

Сапа бөліміне 22 адам кіреді, оның ішінде 13 бақылаушы, 9 шебер болып табылады. "Химфарм" АҚ-да сапа жөніндегі бөлімге жоғары фармацевтикалық немесе техникалық білімі бар мамандар ғана қабылдайды.

Сапа жөніндегі бөлім бақылаудың екі түрін жүзеге асырады:

1) Жоспар - өндіріс процесіне кіреді. Екі ай ішінде сапа бөлімінің қызметкерлері белгіленген тәртіпке сәйкес өндірісті қамтитын белгілі бір цехты бақылап және қадағалайды.

2) Бақылау - өндіріс процесіне кірмейді. Айына бір рет белгілі бір цехтың дайын өнімі кездейсоқ түрде алынады және құрамы мен сапасының белгіленген стандарттарға сәйкестігі толығымен зерттеліп және тексеріледі.

Сондай-ақ кәсіпорында бақылаудың келесі әдістері жүзеге асырылады:

1) статистикалық бақылау;

2) ішкі аудит (өз қызметкерлерінің препараттарды тексеруі);

3) тұтынушының аудиті;

4) сертификаттау органының аудиті (әрбір жарты жыл сайын жүргізіледі).

Дәрілік заттардың қауіпсіздігіне қойылатын талаптар:

- ТР сәйкес ДЗ сертификаттау кезінде бақылауға жататын көрсеткіштер (сипаттау, буып-түю, таңбалау, сақтау, сақтау мерзімі) бойынша талаптарға сәйкес келуі тиіс;

- құрамында үйлесімді компоненттер, қауіпсіз белсенді және қосымша заттар бар;

- регламенттелетін жағдайларда белгіленген жарамдылық мерзімі ішінде ГЛС тұрақтылығын қамтамасыз ететін қауіпсіз таро тығындау жүйесінің болуы (материалдардың инерттілігі, герметикалығы және функционалдылығы);

- медициналық қолдану жөніндегі нұсқаулықта және қаптаманы таңбалау кезінде көрсетілген ГЛС қауіпсіздігі жөніндегі ақпараттың қажетті көлемімен жабдыкталуға тиіс;
- жарамдылық мерзімі ішінде тұрақты болу;
- физика-химиялық, фармакологиялық қасиеттерінің сәйкестігін қамтамасыз ететін жағдайларда сақталады.

Дайын фармацевтикалық өнімді алу мақсатында сапаны бақылау қызметі:

- негізгі өндіріске арналған шикізатты, материалдарды, жартылай өнімдерді, жинақтаушы бұйымдарды кіріс бақылау;
- өндіріс процесіндегі аралық бақылау;
- бастапқы шикізатты сақтау үй-жайларынан өндіріске және цехтан цехқа беру жөніндегі талаптардың сақталуын бақылау;
- дайын фармацевтикалық өнімді бақылау және дәрілік заттардың тұрақтылығын жыл сайын белгіленген жарамдылық мерзімі ішінде және ол аяқталғаннан кейін бір жыл бойы бақылау;
- әдістемелердің валидациясы.

Мысалы, Santo компаниясындағы сапаны басқару қалай жүргізілуін анықтау үшін, онда шығарылатын дәрі-дәрмекке тоқталайық. Олар: “Мукалтин”; “Асменол”.

Мукалтин препараты, 50 мг таблеткалар Қазақстан Республикасының қолданыстағы заңнамасына, тіркеу деректерінің талаптарына, компанияның бекітілген ішкі рәсімдеріне, өндірістік құжаттамаға сәйкес шығарылады. Препаратты өндіру өндірістік алаңда ұйымдастырылған, оған 2018 жылы Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің Фармация комитеті GMP (Good Manufacturing Practice-тиісті өндірістік практика) сертификатын берілген.

Егер Мукалтин препаратын, 50 мг таблетканы өндіру кезінде технологиялық процесте немесе өндірісішілік бақылау жүргізу кезінде ауытқу орын алса, ауытқу дереу тіркеліп, тексерістен өтеді. SANTO компаниясында айтылған препараттың сапасы өндірісте тексеріледі. Ақау зауытта бірден жойылады және ешқашан сатылымға шықпайды. Алайда, осы уақытқа дейін ақаулы "Мукалтин" ешқашан болған емес, өйткені дәрі дәріханаға кірмес бұрын көп сатылы қатаң бақылаулардан өткізіледі.

Мукалтин-бұл дәрілік алтея шөптерінен алынған полисахаридтердің қоспасы, экспекторлық қасиеттері болады. Рефлекторлық ынталандырудың арқасында ол бронх бездерінің секрециясының жоғарылауымен бірге эпителий мен тыныс алу бронхиолаларының перистальтикасын арттырады.

Технологияға сәйкес "Мукалтин" келесі заттарды қамтуы керек:

- Алтея дәрілік шөп сығындысы 50,0 мг;

Қосымша заттар:

- натрий гидрокарбонаты 86,5 мг;

- тартар қышқылы 158,9 мг;

- повидон 1,6 мг;

- кальций стеараты 3,0 мг.

Асменол-тыныс алу жүйесінің ауруларын емдеуге арналған препарат болып табылады.

Құрамы:

- бір таблетканың құрамында 4 мг;

- белсенді зат - монтелукаста натрий 4.16 мг;

қосымша заттар:

- маннитол;

- микрокристалды целлюлоза (101 тип);

- гипромеллоза (Е 50);

- натрий кроскармеллозы;

- магний стеараты;

- таңқурай хош иістендіргіші;

- темір (III) қызыл оксиді (Е 172).

Нәтижелер бойынша “Мукалтин”, “Асменол” таблеткалары барлық стандарттарға сай болып табылады. Барлық сапа талаптарына және стандарттарға сай. Барлық шығарылатын өнім сертификатталған.

Santo Member of Polpharma Group компаниясы әзірлеудің, дайындаудың, сақтаудың, таратудың және сатудың әрбір сатысында өнімнің сапасына үлкен мән береді. Кәсіпорын отандық фармацевтика саласының тарихында бірінші болып ISO 9001:2000 сериялы халықаралық және Қазақстандық сапа стандарттарына сәйкестікке екі тәуелсіз сертификаттаудан өткен болатын.

Сараптамалық қорытынды:

1-этап: Дәрілік заттардың клиникалық зерттеу жүргізуге рұқсат алу үшін құжаттарға сараптама жүргізіледі.

2-этап: Дәрілік заттардың сапасына және күтілетін пайданың дәрілік заттың қолданудың ықтимал тәуекеліне қатынасына сараптама, нормативтік - техникалық құжаттаманың талаптарына сәйкес дәрілік заттың, оның ішінде медициналық бұйымның үлгілерін сынау жүзеге асырылады.

3-этап: ДЗ қауіпсіздігін бағалау, талдау :жанама әсерлер; сынақ нәтижелері клиникалық қолдану жөніндегі нұсқаулық; қолдану жөніндегі нұсқаулық мәтіндерін тексеру; Фармакологиялық әрекет.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Лифиц и. м. Стандарттау, метрология және тауарлардың сапасын басқару негіздері. М.: "Люкс-арт"ЖШС. 1994-168 Б. <https://topref.ru/referat/114184/3.html>

2. Крылова Г. Д. Стандарттау, сертификаттау, метрология негіздері. М.: ЮНИТИ, 1998-456 Б. http://storage.library.opu.ua/online/books/kaf_mcmc/m-s/krylova.pdf

3. Сертификаттау саласындағы Метрология және стандарттау. М.: ИПК стандарттар баспасы, 1996-169 Б. <https://prohorovaon.files.wordpress.com/2013/10/d0bbd0b8d184d0b8d186-d0b8-d0bcd181d182d0b0d0bdd0b4d0b0d180d182d0b8d0b7d0b0d186d0b8d18f-d0bcd0b5d182d180d0bed0bbd0bed0b3d0b8d18f.pdf>

Анализ сертификации фармацевтической продукции

Н.Д.Тілеуқұл^{ORCID}, Ж.Б. Омарова^{ORCID}, Н.М.Арсаланова^{ORCID}

Аннотация. В настоящее время сертификация является наиболее эффективной формой подтверждения произведенной продукции или услуги установленным в них требованиям и повышения их конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. Динамичное развитие фармацевтического рынка определяется его жизненным приоритетом, поскольку человечество с самого начала нуждается в постоянном потреблении лекарств и медицинских изделий, чтобы выжить, мы должны поддерживать здоровье на уровне, необходимом для полноценной жизни.

Ключевые слова: сертификация, техническое регулирование, фармацевтика, качество, стандартизация.

Analysis of pharmaceutical product certification

N.D.Tileukul^{ORCID}, Zh.B. Omarova^{ORCID}, N.M.Arslanova^{ORCID}

Abstract. Currently, certification is the most effective form of confirming the manufactured products or services to the requirements set in them and increasing their competitiveness in the domestic and foreign markets. The dynamic development of the pharmaceutical market is determined by its vital priority, since humanity from the very beginning needs constant consumption of medicines and medical products in order to survive, we must maintain health at the level necessary for a full life.

Keywords: certification, technical regulation, pharmaceuticals, quality, standardization.

САНДЫҚ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ БАСҚАРУЫ БАР СТАНОКТАРДА ТІСТІ ДӨҢГЕЛЕКТЕРДІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУІНІҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

М.Л.Мейрамбай 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы.

laura.meyrambay@mail.ru

Андатпа. Бұл мақалада конустық тісті дөңгелектердің сандық бағдарламалық басқару жүйесімен (СББ) жабдықталған әмбебап білдекте механикалық өңдеу қарастырылады. Құрал центрінің координатасының орын ауыстыруы және оның түрленуі негізінде білдектің сызықтық қозғалысы есептеледі. Құрал осінің векторы айналу және орын ауыстыруы арқылы білдектің айналу қозғалысының шешімі алынады. Өртүрлі айналу бағытына және тіс бетінің ойыс-дөңес қасиетіне сәйкес әрбір тіс бетін өңдеудің бастапқы нүктесінің есептік моделі шығарылады. Толық өңдеу жолы құралдың бастапқы және соңғы нүктелерін талдау және кеңейту арқылы қалыптасады және СББ өңдеу бағдарламасын автоматты түрде жасау жүзеге асырылады. Соңында, Vericut бағдарламалық құралының көмегімен бөлінген дөңгелек дайындамасында тісті кесуді модельдеу орындалады. Тәжірибе және тіс бетін өлшеу нәтижелері қозғалыс траекториясының математикалық моделінің дұрыс екенін, ал өңдеу әдісінің мүмкін екендігін көрсетеді.

Негізгі сөздер: тісті дөңгелек, СББ, координаталар жүйесі, теңдеу, MATLAB, Vericut.

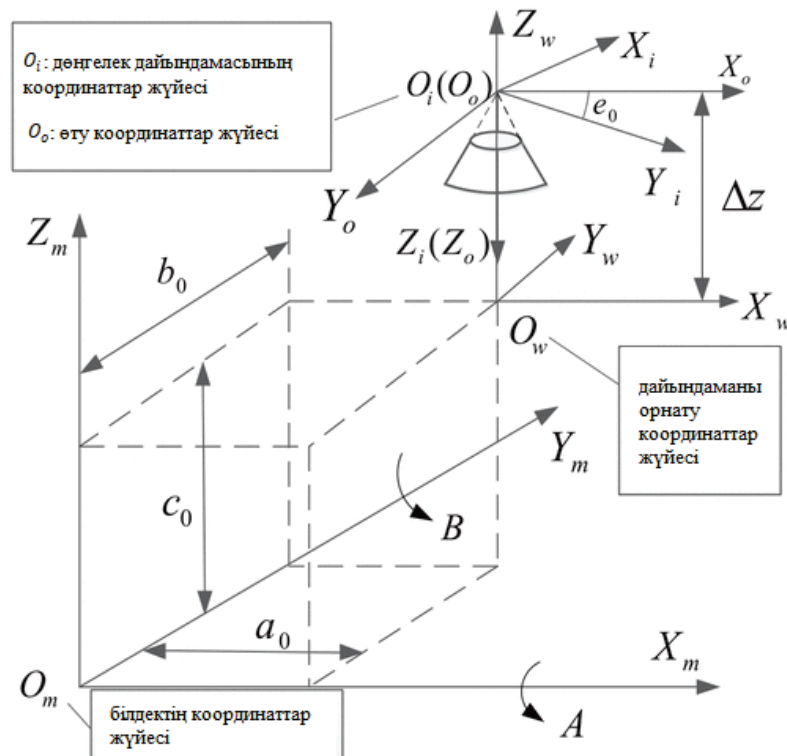
Тісті дөңгелектерді өңдеудің фрезерлеу, токарлау және сақиналы балғалау сияқты классикалық әдістері қымбат, әрі арнайы станоктар мен құралдарды қолдануды қажет еткендіктен тиімсіз болып табылады, әсіресе шағын және орта сериялы өндірістерде. Қазіргі заманғы өндірістің даму тенденциялары сәйкес, ескі білдектердің орнына жаңа сандық бағдарламалық жасақтамамен басқарылатын жаңа машиналар келді. Бұл машиналар көптеген мәселелерді шешуге және өндірістік процестерді жеделдетуге мүмкіндік береді, осылайша жаңа өндірістік мүмкіндіктер ашады.

Тең негіздегі базасы бар конустық берілістер теориясына сүйене отырып, құралдың координаттар жүйесі тісті дөңгелектің дайындамасының координаттар жүйесіне сәйкес орнатылады, содан кейін құралдың центрі мен құралдың осі, құралдың лездік позициясы мен жағдайына сәйкес орын ауыстырады және айналмалы қозғалысын іске асырады.

Құралдың бастапқы нүктесін және соңғы кесу нүктесін белгілегеннен кейін, дайындаманы білдекте механикалық өңдеу бағдарламасы автоматты түрде құрылып, ақыр соңында СББ-мен кесу қозғалысы жүзеге асырылды. Координаттар жүйесіндегі құрал центрінің белгілі координаттары мен құрал осьтерінің векторлары үшін дөңгелек дайындаманың координаталар жүйесінде оларды қозғалысқа түсіруге арналған негізгі өңдеу түрінен кейінгі өңдеу тәсілі қолданылады.

Сызықтық қозғалысты есептеу дөңгелек дайындаманың координаттар жүйесіндегі белгілі құрал центрінің координаттары мен құрал осьтерінің векторлары үшін оларды машинаның қозғалыс координаттарына айналдыру үшін кейінгі өңдеу қолданылады. X, Y, Z, A және B бес осьті СББ машинасын мысал ретінде алып, қауымдастықты жоғалтпай, кейінгі өңдеуді есептеу жүзеге асырылады. A және B айналмалы қозғалысы құралды бұру арқылы жүзеге асырылады, ал бөлу шеңберінің дайындамасы тек машинаның жұмыс үстелінде ілгермелі қозғалысысты іске асыра алады.

Теориялық тұрғыдан, кескіш құралдың осі мен машинаның Z осінің векторларының сәйкес келуіне, егер құралдың осінің векторлары A және C бұрыштарында немесе B және C бұрыштарында бұрылса, қол жеткізуге болады, есептеу формулалары сәл өзгеше, бірақ негізінен осы мақалада есептелген A және B айналу бұрыштарына сәйкес келеді. Жоғарыда келтірілген талдауға сәйкес, жалпы бес осьтік CNC машинасында машинаның координаттар жүйесінде алынбалы редуктордың дайындамасын орнату қатынасы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет - Тісті дөңгелектерді өңдеу кезіндегі координаттар жүйесі

1-суретпен бірге қарастырғанда координаттар жүйесі келесідей түсіндіріледі:

$Sm(O_m-X_m, Y_m, Z_m, A, B)$ – білдектің координаттар жүйесі, сәйкесінше X_m, Y_m, Z_m, A және B осьтерінен тұратын тікбұрышты координаттар жүйесін құрайды. Білдектің координаттар жүйесі машинаның қозғалысын сипаттау үшін қолданылады, оның ішінде X_m, Y_m және Z_m - сызықтық қозғалыс координаттары, A және B - айналмалы қозғалыс координаттары.

$Sw(O_w-X_w, Y_w, Z_w)$ – бұл дайындаманы орнатудың координаттар жүйесі, ол дайындаманы білдекте бекіту орнын анықтау үшін қолданылады. Sw -де құрал X осінің бойымен айналым қозғалысын жасай алады, ал құралдың өзі білезікті Y_m осі бойымен айналдыра алады.

Δz мәні білдекке орнатылған құрылғының нақты орналасуына сәйкес анықталады. Sw координаттар жүйесінің Sm координаттар жүйесіне қатысты ығысуы болып табылатын a_0, b_0 және c_0 параметрлері енгізіледі, үш параметр сәйкесінше X, Y және Z осьтеріне сәйкес келеді, олар дайындаманың жұмыс үстелінде орналасуын реттеу және анықтау үшін қолданылады.

$Si(O_i-X_i, Y_i, Z_i)$ - дөңгелек дайындамасының координаттар жүйесі, e_0 - дайындамасын орнатудың бастапқы бұрышы.

$So(O_o-X_o, Y_o, Z_o)$ - дөңгелек дайындаманың координаттар жүйесі мен дайындаманың орналасуының координаттар жүйесі арасындағы түрлендірудің өтпелі координаттар жүйесі, қатынасы e_0 параметрімен анықталады.

Бекітілген координаттар жүйесінен дайындаманың координаттар жүйесіне түрлендіру матрицасы e бұрышының мәніне сәйкес өзгереді.

Дөңгелектің дайындамасының координаттар жүйесінің Y_i осі мен X_o өтпелі координаттар жүйесінің осі арасындағы бастапқы бұрышты e_0 етіп қабылдап, бұл кезде e_0 тірек конусы мен тәж дөңгелегінің жазықтығы арасындағы тіс іздерінің айналу қатынасына сәйкес келеді.

Бекітілген координаттар жүйесінен дөңгелектің дайындамасының координаттар жүйесіне түрлендіру матрицасы e бұрышының мәніне сәйкес өзгереді.

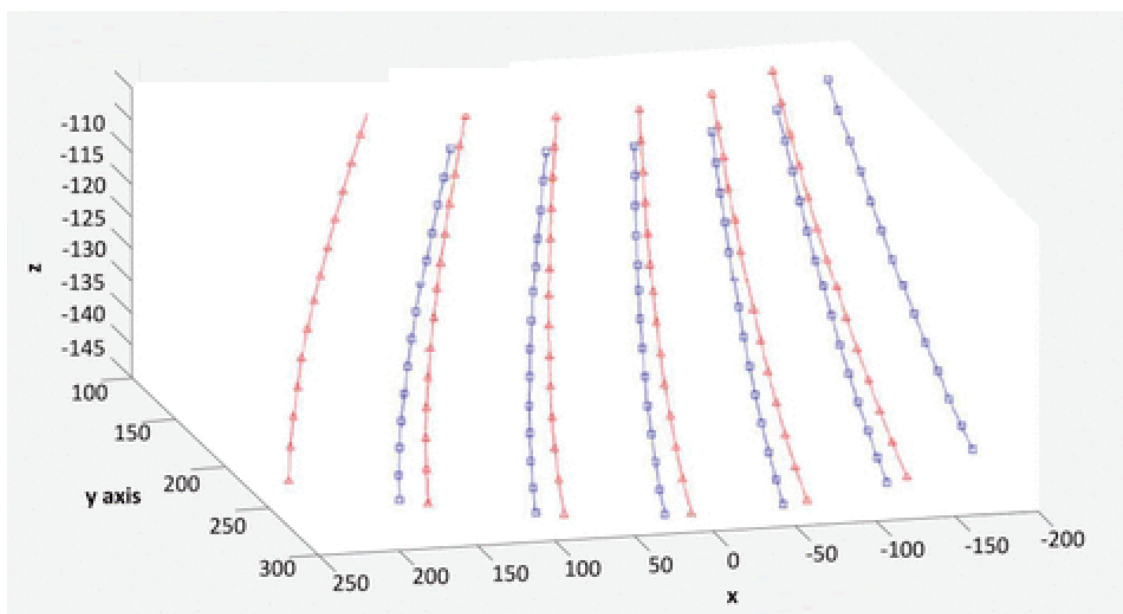
Айналымды доғалақтың дайындама координаттар жүйесі мен бекітілген координаттар жүйесі арасындағы байланысты анықтау үшін e мәнін анықтау қажет. Тісті дөңгелек дайындамасының координаттар жүйесінің Y_i осі мен X_o өтпелі координаттар жүйесінің осі

арасындағы бастапқы бұрышты e_0 етіп орнату қажет, тірек конусы мен тәж дөңгелегінің жазықтығы арасындағы тіс іздерінің айналу қатынасына сәйкес e_0 осы кезде тең:

$$e_0 = \theta c / \sin \delta i \quad (1)$$

мұндағы δi - конустың тірек бұрышы, θc - жаңа тіс ізі бар спиральды конустық тісті берілістің конструкциялық мәні.

Осы теңдікті әрі қарай есептеп отырып, MATLAB бағдарламасында теңдеудің теориялық бастапқы нүктесінің координатасын ала аламыз, тісті дөңгелектің екі бетіндегі тістердің дөңес және ойық беттерін өңдеу траекториясын есептеуге және сызбасын алуға болады (2-сурет).



2-сурет - Тіс бетін өңдеу траекториялары

Inventor бағдарламасында білдектердің барлық компоненттері модельденеді. Содан кейін, кезек-кезек білдектің әрбір компоненттік модулі Vericut бағдарламасына импортталады, олардың құрастыру байланысын реттеп, білдек пен дайындаманың соңғы моделін құру арқылы барлық қажет координаттар жүйесін анықтайды.

Содан кейін дайындаманы білдекте өңдеу траекториялары алдын ала шығарылған формулалар бойынша есептеледі және СББ өңдеу кодтары автоматты түрде жасалады. Кейін тісті дөңгелектің әртүрлі дөңес және ойық беттерінің кіші бағдарламалары сәйкесінше орнатылады, ал кіші бағдарламалардың реттілігі кесу траекториясының әртүрлі жоспарларына сәйкес түзетіледі. Осыдан кейін негізгі бағдарлама ішкі кіші бағдарламаны шақырады, модельдеу процесі аяқталады.

Қорытынды. Бұл зерттеу инженерлер үшін белгілі бір ғылыми маңыздылық пен қолданбалы құндылыққа ие, себебі жүргізілген есептеулер бойынша кішкентай білдектердің өзі өте үлкен конустық тісті берілістерді өңдеуге мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, бірдей негізі бар кесілген конустық тісті берілістерді СББ білдектерінде механикалық өңдеу траекториясы MATLAB бағдарламасында шешіліп, тістерді кесудің жаңа идеясы жүзеге асырылды. Тісті кесу кезінде құралдың бастапқы және соңғы нүктелерін есептеу және талдау орындалып, дайындама мен біліктің координаталары Vericut бағдарламасына импортталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Базров Б. М. Модульная технология в машиностроении. М. : Машиностроение, 2001. 368 с
2. Сосонкин, В.Л. Микропроцессорные системы ЧПУ станками / В.Л. Сосонкин. - М.: Машиностроение, 1985. - 288 с.
3. Маликов А.А. Технология сборки машин: учеб. пособие для вузов / А.А. Маликов, А.Ю. Мигай, А.С. Ямников; под ред. А.А. Маликова; ТулГУ, 2011г.
4. Wang, SH, Zhou, YS, Tang, JY, et al. Digital tooth contact analysis of face gear drives with an accurate measurement model of face gear tooth surface inspected by CMMs. Mech Mach Theory 2022; 167: 104498.

Исследование и анализ эффективности механической обработки зубчатых колес на станках с ЧПУ

М.Л. Мейрамбай, Т.А. Альпеисов

Аннотация. В данной статье рассматривается механическая обработка конических зубчатых колес на универсальном станке, оснащенный цифровой программной системой управления (ЧПУ). На основании перемещения координаты центра инструмента и его преобразования вычисляется линейное движение станка. За счет вращения и перемещения вектора оси инструмента принимается решение вращательного движения станка. Выпускается расчетная модель начальной точки обработки поверхности каждого зуба в соответствии с различным направлением вращения и паз гребневым свойством поверхности зуба. Полный путь обработки формируется путем анализа и расширения исходных и конечных точек инструмента и осуществляется автоматическое создание программы обработки ЧПУ. Наконец, с помощью программного средства Vericut выполняется моделирование зубчатой резки на заготовке. Опыт и результаты измерений поверхности зуба показывают, что математическая модель траектории движения верна, а метод обработки возможен.

Ключевые слова: зубчатое колесо, ЧПУ, система координат, уравнение, MATLAB, Vericut.

Research and analysis of the effectiveness of mechanical processing of gear wheels on machine tools with numerical control

M.L. Meirambay, T.A. Alpeisov

Abstract. This article deals with the processing of bevel gears on a universal machine equipped with a digital control system (CNC). Based on moving the coordinate of the center of the tool and converting it, the linear movement of the machine is calculated. By rotating and moving the vector of the tool axis, a decision is made on the rotational motion of the machine. The calculated model of the starting point for processing the surface of each tooth is produced according to the different direction of rotation and the combing property of the tooth surface. The complete processing path is created by analyzing and expanding the starting and end points of the tool, and automatic creation of the CNC machining program is carried out. Finally, using the vericut software, a model of tooth cutting is created on the workpiece. The experience and results of measuring the tooth surface show that the mathematical model of the trajectory of movement is correct and the processing method is possible.

Keywords: gear wheel, CNC, coordinate system, equation, MATLAB, Vericut.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕМПЕРАТУРОЙ СЛОЯ ПОРОШКА И МИКРОСТРУКТУРОЙ СПЕЧЕННОГО ЛАЗЕРОМ

А.М.Мустафа , Б.С.Арымбеков

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы.

aslan761076@mail.ru

Аннотация. Микроструктура детали из полукристаллических полимеров, используемых при лазерном спекании, оказывает существенное влияние на механические свойства деталей. Микроструктура деталей лазерного спекания зависит от температуры слоя порошка. Если температуру порошкового слоя можно установить в широком диапазоне, можно также контролировать микроструктуру детали. Авторы внедрили модифицированный процесс лазерного спекания, а именно низкотемпературный процесс. Процесс позволяет устанавливать температуру порошкового слоя в широком диапазоне. В этой статье мы исследовали взаимосвязь между микроструктурой деталей из ПА12, полученных при низкотемпературном процессе, и температурой порошкового слоя. В результате были получены высокая прочность и кристалличность при высокой температуре порошкового слоя, а высокая пластичность и низкая кристалличность были получены при низкой температуре порошкового слоя. Этот результат указывает на то, что детали с требуемыми механическими свойствами могут быть получены путем регулирования температуры слоя порошка.

Ключевые слова: кристалличность, температура, лазер, DCS Вестосинт®X1556, микроструктура, низкотемпературный процесс, высокотемпературный процесс.

Механические свойства полукристаллических полимерных деталей, спеченных лазером, сильно зависят от их микроструктуры. По мере увеличения степени кристалличности, основного показателя микроструктуры, увеличиваются прочность и жесткость, снижается пластичность [1]. Из-за того, что образование и рост кристаллов зависят от времени и температуры [2-3], кристалличность зависит от скорости охлаждения при затвердевании. Как правило, кристалличность увеличивается по мере снижения скорости затвердевания при охлаждении. В процессе лазерного спекания температура слоя порошка сильно влияет на скорость охлаждения и микроструктуру. Ритцель и др. исследовали влияние температуры на кристаллизацию и сообщили, что скорость охлаждения при лазерном спекании была низкой [3]. Причина в том, что температура слоя порошка поддерживается между точкой плавления и температурой кристаллизации, чтобы подавить коробление во время процесса. Если можно установить температуру порошкового слоя за пределами этого диапазона, можно изменить скорость охлаждения и контролировать микроструктуру. Авторы внедряют модифицированный процесс лазерного спекания, а именно низкотемпературный процесс. Этот процесс подавляет коробление во время процесса за счет закрепления деталей на жесткой опорной плите и позволяет обрабатывать в широком диапазоне температур порошкового слоя, например, ниже температуры кристаллизации [4] и температуры стеклования [5], которые не могут быть установлены в обычном процессе лазерного спекания. В этом исследовании была исследована взаимосвязь между микроструктурой деталей, спеченных лазером, и температурой слоя порошка. Были измерены кристалличность и механические свойства, а также обсуждено влияние температуры слоя порошка на детали, спеченные лазером.

Материал и машина

Использовался Вестосинт® X1556 (Dicel-evonic). Температуры его плавления и рекристаллизации 184°C и 144°C соответственно. Чтобы избежать влияния термической предыстории порошка, для всего эксперимента использовали совершенно новый первичный порошок. Имеющаяся в продаже машина для лазерного спекания RaFaEl300C.®(Aspect Inc.). Эта машина оснащена СО2лазер. Диаметр лазерного пятна на поверхности порошкового слоя 350 мм.мюм.

Экспериментальный метод

В таблице 1 показан набор параметров процесса, использованный в этом исследовании. Для сравнения обычного высокотемпературного процесса и низкотемпературного процесса, которые разрабатывают авторы, две температуры порошкового слоя 170°C и 130°C. Более

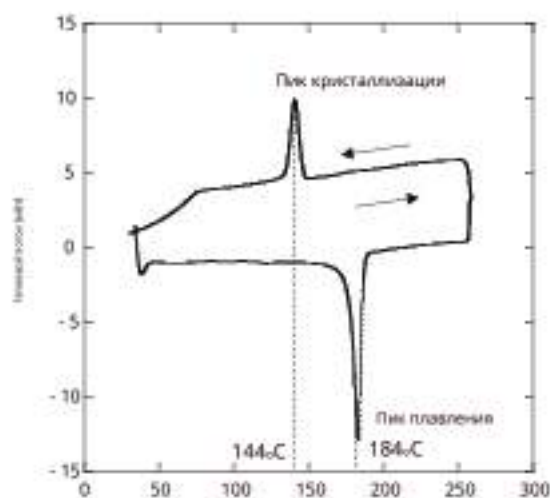
высокая находится между точками плавления и рекристаллизации, а другая находится вне диапазона. В высокотемпературном процессе использовался коммерческий набор параметров, а в низкотемпературном процессе использовался набор параметров, дающий детали с наибольшей плотностью.

Таблица 1. Набор параметров обработки

температура	Интервал сканирования	Мощность лазера	Скорость сканирования	Классификация процессов
130°C	0,10 мм	12,0 Вт	2,0 м/с	Низкотемпературный процесс
170°C	0,14 мм	24,5 Вт	10,0 м/с	Высокотемпературный процесс

Термический анализ

Для исследования микроструктуры использовали дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК). Для измерения использовалось устройство DSC-60 (Shimadzu Corp.), а для анализа использовалось программное обеспечение TA60. В атмосфере азота образцы нагревали от комнатной температуры до 260°C при скорости нагрева 10°C в минуту. После выдержки температуры 260°C в течение 5 минут образцы охлаждали до комнатной температуры со скоростью охлаждения 10°C в минуту. На рис. 1 показана кривая ДСК для Вестосинта®X1556. Эндотермический пик показывает плавление, а экзотермический пик показывает кристаллизацию.

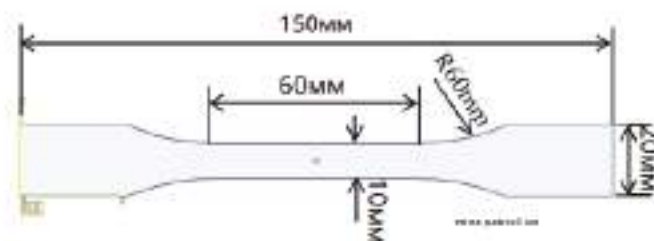


1 рисунок. Кривая DCS Вестосинта®X1556 свежий порошок

Кристалличность полукристаллического полимера получается путем деления теплоты плавления образца по теплоте плавления полного кристалла [6]. Что касается теплоты плавления полных кристаллов ПА12, 209,3 Дж/г, о чем сообщает Гоголевский и другие. был использован для расчета [7].

Тест на растяжку

Для испытаний на растяжение использовали систему механических испытаний Instron®3365 (Instron). Образцы для испытаний на растяжение были изготовлены в форме, показанной на рис. 2. Скорость траверсы была установлена на уровне 1 мм в минуту от деформации 0% до 0,25%, что является диапазоном измерения модуля упругости, а затем на 5 мм в минуту до разрушения. Модуль упругости измеряли экстензометром, прикрепленным к образцу, а удлинение при разрыве рассчитывали по смещению траверсы при разрушении образца. Прочность на растяжение измеряли датчиком нагрузки, прикрепленным к измерительной машине.



2 рисунок. Кривая DCS Вестосинта®X1556 свежий порошок.

Микроструктура и кристалличность

На рис. 3 показаны результаты измерения DSC для деталей, подвергнутых низкотемпературному и высокотемпературному процессу. Диаграмма для высокотемпературного процесса имела большой пик около 178°C и небольшой пик около 185°C. Диаграмма для низкотемпературного процесса имеет большой пик около 175°C и небольшой пик около 170°C. Высота пика для высокотемпературного процесса была больше, чем для других.

На рис.4 показана полученная степень кристалличности. Кристалличность деталей составила 31% и 35% для низкотемпературного процесса и высокотемпературного процесса соответственно.

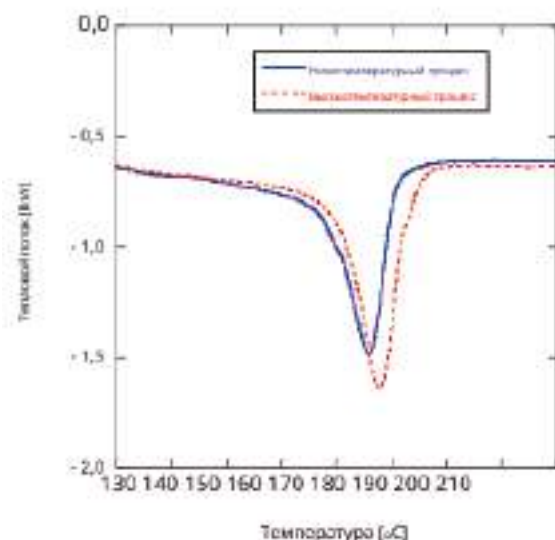


Рис3. Кривая DCS деталей при низкотемпературном процессе (сплошная линия) и при высокой температуре процесс (пунктирная линия).

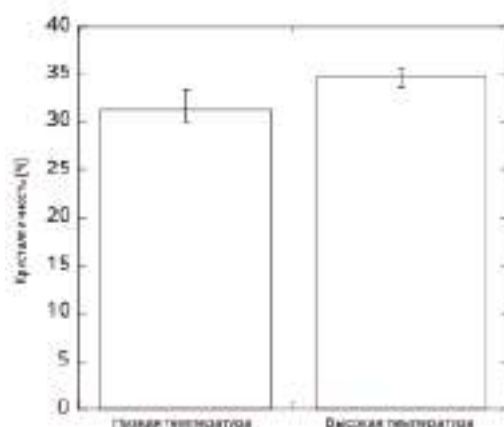


Рис4. Сравнение кристалличности деталей при низкотемпературном и высокотемпературном процессе обработки.

Свойства материала

На рис. 5 показаны типичные кривые напряжения-деформации для образцов, полученных при двух температурах порошкового слоя. Кривая напряжения-деформации образца для низкотемпературного процесса показала текучесть и большое удлинение. С другой стороны, то, что для высокотемпературного процесса не показало поведения предела текучести.

Образцы для низкотемпературного процесса растягивались и демонстрировали вязкое разрушение, образцы для высокотемпературного процесса не сужались и демонстрировали хрупкое разрушение.

Прочность на растяжение и модуль упругости были выше в частях для высокотемпературного процесса, а удлинение при разрыве было больше в частях для низкотемпературного процесса.

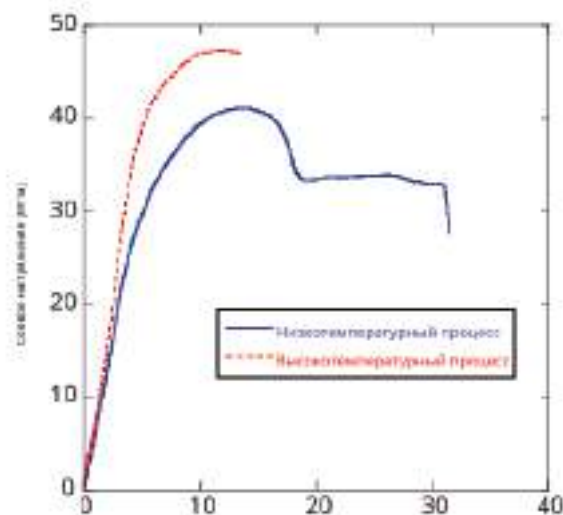


Рис5. Кривая напряжения-деформации деталей для низкотемпературного процесса (сплошная линия) и деталей для высокотемпературного процесса температурный процесс (штриховая линия), полученный при испытании на растяжение.

Заключение

Детали для высокой температуры порошкового слоя имели высокую кристалличность и прочность, детали для низкой температуры порошкового слоя имели низкую кристалличность и высокую пластичность. Эти результаты показывают, что температура слоя порошка влияет на механические свойства и микроструктуру деталей, спеченных лазером. Предполагается, что путем изменения температуры слоя порошка можно контролировать кристалличность и механические свойства детали, спеченной лазером, для изготовления желаемых деталей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] HWStarkweather и др., «Влияние кристалличности на свойства нейлонов», Журнал науки о полимерах, 21(1956) 189-204.
- [2] C.J.G. Plummer и др., «Кинетика кристаллизации полиамида-12», Наука о коллоидных полимерах, 279(2001) 312-322.
- [3] Д. Рикаль. и др., «Влияние температурных полей на обработку полимерных порошков с помощью технологий лазерного и масочного спекания», Proc. Симпозиум по изготовлению твердых материалов произвольной формы, 2011 г., (2011) 252–262.
- [4] Т. Кигуре, Т. Ниино, "Улучшение скорости рециркуляции при лазерном спекании низкотемпературным процессом», Proc. Симпозиум по изготовлению твердых материалов произвольной формы, 2017 г., (2017) 550–556.
- [5] Т. Ниино и др., «ТЭО лазерного спекания пластика без предварительного нагрева порошкового слоя» проц. Симпозиум по изготовлению твердых материалов произвольной формы 2011, (2011) 17-29.
- [6] К. Шик, "Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) полукристаллических полимеров". Аналитическая и биоаналитическая химия, 395(2009) 1589-1611.

[7] С. Гоголевский, К. Чернтавская, М. Гасторек. «Влияние отжига на термические свойства и кристаллическую структуру полиамидов. Нейлон 12 (полилауролактама)». Коллоидная и полимерная наука 258.10 (1980) 1130-1136.

[8] М. Шмид, А. Амадо, К. Вегенер. «Материалы перспективных полимеров для аддитивного производства с селективным лазерным спеканием». Журнал исследования материалов, 29.17 (2014) 1824-1832.

[9] К. Маевски, Х. Заррингалам, Н. Хопкинсон. «Влияние степени расплавления частиц на механические свойства деталей из нейлона-12, селективно спеченных методом лазерного спекания». проц. Институт инженеров-механиков, часть В: журнал машиностроения, 222.9 (2008) 1055-1064

Ұнтақ қабатының температурасы мен лазермен өңделген микроқұрылым арасындағы байланыс

А.М.Мустафа, Б.С.Арымбеков

Аңдатпа. Лазерлік синтездеуде қолданылатын жартылай кристалды полимерлерден жасалған бөлшектің микроқұрылымы бөлшектердің механикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді. Лазерлік агломерациялық бөлшектердің микроқұрылымы ұнтақ қабатының температурасына байланысты. Ұнтақ қабатының температурасын кең ауқымда орнатуға болатын болса, бөлшектің микроқұрылымын да басқаруға болады. Біз өзгертілген лазерлік агломерациялау процесін, атап айтқанда төмен температура процесін енгіздік. Процесс ұнтақ қабатының температурасын кең ауқымда орнатуға мүмкіндік береді. Бұл мақалада біз төмен температуралық процесс нәтижесінде алынған ПА12 бөлшектерінің микроқұрылымы мен ұнтақ қабатының температурасы арасындағы байланысты зерттедік. Нәтижесінде ұнтақ қабатының жоғары температурасында жоғары беріктік пен жоғары кристалдылық, ал ұнтақ қабатының төмен температурасында жоғары созылғыштық пен төмен кристалдылық алынды. Бұл нәтиже ұнтақ қабатының температурасын бақылау арқылы қажетті механикалық қасиеттері бар бөлшектерді алуға болатынын көрсетеді.

Негізгі сөздер: кристалдылық, температура, лазер, Westosynta®X1556 DCS, микроқұрылым, төмен температуралық процесс, жоғары температуралық процесс.

The relationship between the temperature of the powder layer and the microstructure of the sintered laser

A.A.Mustafa, B.S.Arymbekov

Abstract. The microstructure of a part made of semi-crystalline polymers used in laser sintering has a significant effect on the mechanical properties of parts. The microstructure of laser sintering parts depends on the temperature of the powder layer. If the powder bed temperature can be set over a wide range, the microstructure of the part can also be controlled. We have introduced a modified laser sintering process, namely the low temperature process. The process allows you to set the temperature of the powder layer in a wide range. In this article, we have investigated the relationship between the microstructure of PA12 parts produced by a low temperature process and the temperature of the powder bed. As a result, high strength and crystallinity were obtained at a high temperature of the powder bed, and high ductility and low crystallinity were obtained at a low temperature of the powder bed. This result indicates that parts with the required mechanical properties can be obtained by controlling the temperature of the powder bed.

Keywords: crystallinity, temperature, laser, DCS Vestosinta®X1556, microstructure, low-temperature process, high-temperature process.

ӨНЕРКӘСІПТІК РОБОТ-МАНИПУЛЯТОРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕРІН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН ОҚУ КЕШЕНІН ЗЕРТТЕУ

Н.Н. Абдраманов 

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы.

nurlybekabdramanov@gmail.ru

Аңдатпа. Осы мақалада өнеркәсіптік робот-манипуляторлардың механикалық элементтерін зерттеуге арналған оқу кешендерін жасау мүмкіншіліктері қарастырылатын болады. Манипуляторлардың әртүрлі схемаларының мысалдары, кинематикалық жұптарының мүмкін болатын комбинация түрлері ұсынылатын болады. Ашық айналмалы жұп және ілгерілемелі жұптан кинематикалық тізбекті құрайтын қозғалыстың бірнеше кинематикалық жұптарынан тұратын өнеркәсіптік робот-манипулятор жұмысын имитациялау үшін SolidWorks бағдарламасында манипулятордың 3D моделі жобаланатын болады. Робот-манипуляторлардың әртүрлі құрастырылу жолдарын бағдарлама көмегімен талдап, ең тиімді нұсқасы алынады. Алынған манипулятор нұсқасының сұлбаларына толық көлемде сынауға, ұстағыштың қозғалысын басқару бағдарламаларын жасауға, манипулятор қозғалысының тура және кері есептерін шешуге, позициялау дәлдігіне, салмағын анықтауға, материал шығынын есептеуге, қозғалыс жылдамдығына зерттеу жүргізуге болады. Кинематикалық жұптардың белгілері бойынша талдау жасалынады.

Негізгі сөздер: робототехника, робот-манипулятор, кинематикалық жұп, модуль, айналмалы жұп, ілгерілемелі жұп.

Механизмдер мен машиналар теориясы және механика тұрғысынан қарайтын болсақ манипулятор – бірнеше қозғалыс бостандығы бар күрделі кеңістікті басқарылатын механизм, және де ол қатаң және серпімді буындардан, берілістерден және жетектерден құралады. Көптеген жағдайларды манипулятор буындары бесінші классты кинематикалық жұптарды құрайды, буындардың салыстырмалы қозғалысы бұрылу бұрышы мен сызықтық қозғалу арқылы анықталады [1].

Қазіргі уақытта робототехниканы үйрету үшін Lego робот жинақтары қолданылады [2]. Олар негізінен ең қарапайым бағдарламаланатын қозғалыстары бар көлік роботын имитациялайды - айналмалы дөңгелектер, жұмыс органы бар рамалар, жұмыс органын ұзарту. Әрбір қозғалыс жеке басқару операциясы ретінде қарастырылады. Басқару объектісінің орналасуы оңай анықталады және басқарылады. Мұндай деңгейдегі робототехника орта жастағы балалар үшін қолданылады. Жоғары сынып оқушылары мен колледж студенттерін оқыту үшін күрделі роботтық жүйелерді зерттеу қажет.

Ашық кинематикалық тізбекті құрайтын айналмалы және ілгерілемелі қозғалыстың бірнеше кинематикалық жұптарынан тұратын өнеркәсіптік робот-манипулятор жұмысын имитациялау үшін оқу кешенін құру ұсынылады.

Кинематикалық жұптар (КЖ) келесі белгілері бойынша бөлінеді:

1. Буындардың беттерінің түйіндесу орны (байланыс орны) түрі бойынша:

- Төменгі жұптар. Буындар жазықтық немесе бет бойынша байланысады (сырғанау жұптары);

- Жоғарғы жұптар. Буындар сызықтар немесе нүкте бойынша байланысады (домалатып сырғанауға мүмкіншілі бар жұптар).

2. Жұптарды құрайтын буындардың салыстырмалы қозғалысы бойынша:

- Айналмалы;
- Ілгерілемелі;
- Бұрандамалы;
- Жазық;
- Сфералық.

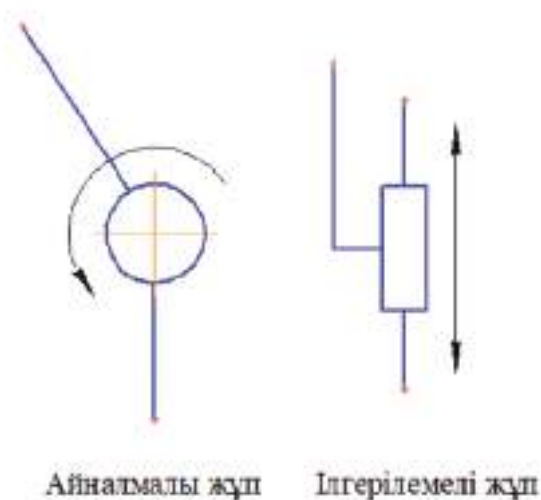
3. Тұйықталу әдісі бойынша (жұптың буындарының байланысуын қамтамасыз ету):

- Геометриялық. Жұптың жұмыс беттері конструкциясы бойынша;
- Күштік. Салмақ күші әсірінен немесе серіппенің серпімділік күші әсерінен.

4. Буындардың салыстырмалы қозғалысына түсетін байланыс шарттары санына байланысты (кинематикалық жұптардың классы байланыс шарттары санына байланысты анықталады).

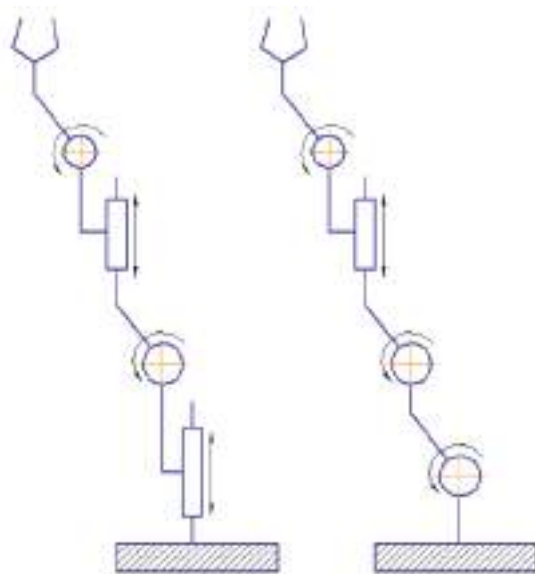
5. Буындардың салыстырмалы қозғалысындағы қозғалмалылықтар санына байланысты.

Кез келген манипулятор кинематикалық жұптар жиынтығынан тұрады - айналмалы және ілгерілемелі (1-сурет).



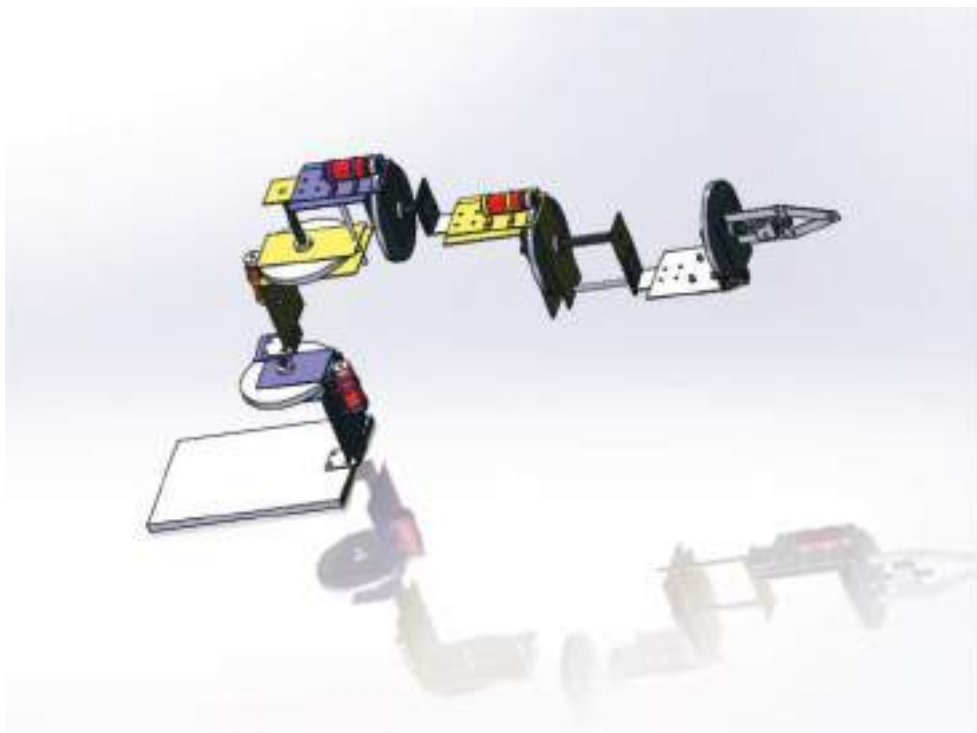
Сурет 1 – Кинематикалық жұптар түрлері

Кинематикалық жұптарды әртүрлі комбинацияларда біріктіре отырып, манипулятордың әртүрлі схемаларын алуға болады (Сурет 2). Манипулятор қолданылатын әрбір жұмыс түрі үшін схемасы арнайы әзірленеді [3]. Манипулятордың әртүрлі сұлбаларын құра отырып, әртүрлі комбинацияларда қосылуға болатын бірнеше айналмалы және трансляциялық кинематикалық модульдердің оқу жинағын құру, манипуляторға да орнатуға болатын ұстағыш модулін құру ұсынылады. Манипуляторлардың мұндай сұлбаларына ие бола отырып, бұл сұлбаларды толық көлемде сынауға, ұстағыштың қозғалысын басқару бағдарламаларын жасауға, манипулятор қозғалысының тура және кері есептерін шешуге, позициялау дәлдігіне, қозғалыс жылдамдығына зерттеу жүргізуге болады.



Сурет 2 – Манипулятордың әртүрлі комбинация мысалдары

Қазіргі уақытта оқу манипуляторының модульдері әзірленді – айналмалы және ілгерілемелі жұп. Сол модульдерді әртүрлі схемаларда қолдана отырып манипуляторды әртүрлі операцияларды орындауға бейімдеуге болады. SolidWorks бағдарламасында манипулятордың 3D моделін жасап, қозғалысын және де оған түсетін әртүрлі күштерді есептеуге мүмкіншілік береді (3-сурет).



Сурет 3 – Манипулятордың 3D моделі

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Лесков, А.Г. Кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов: учебное пособие / А.Г. Лесков, К.В. Бажинова, Е.В. Селиверстова. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 104 с. — ISBN 978-5-7038-4752-7.
2. Учебный курс "Введение в робототехнику" LEGOeducation.ru/MINDSTORMS
3. Баубеков С.Д. Механика роботов и манипуляторов. Теория и практика. Учебник. Для технических специальностей ВУЗов, -Тараз. Типография ТОО «TISS-Жанару», 2014, - 256 с.

Исследование учебного комплекса по изучению механических элементов промышленного робота-манипулятора

Н.Н. Абдраманов 

Резюме: В данной статье будет рассмотрена возможность создания тренажерных комплексов для изучения механических элементов промышленных роботов-манипуляторов. Будут представлены примеры различных схем манипуляторов, возможные типы комбинаций кинематических пар. В программе SolidWorks спроектируется 3D-модель манипулятора для имитации работы промышленного робота-манипулятора, состоящего из нескольких кинематических пар движения – вращающейся пары и подвижной пары, образуя кинематическую цепь. С помощью программного обеспечения проанализирован наиболее эффективный вариант робота-манипулятора. Можно полностью протестировать схемы полученного варианта манипулятора, разработать программу управления перемещением держателя, решить прямую и обратную задачи перемещения манипулятора, определить точность позиционирования, массу, рассчитать расход материала, скорость перемещения. Анализ выполняется на характеристиках кинематических пар.

Ключевые слова: робототехника, робот-манипулятор, кинематическая пара, модуль, вращающаяся пара, подвижная пара.

Research of the educational complex for the study of the mechanical elements of an industrial robot-manipulator

N.N. Abdramanov 

Abstract: This article will consider the possibility of creating training complexes for studying the mechanical elements of industrial robotic manipulators. Examples of various schemes of manipulators, possible types of combinations of kinematic pairs will be presented. In the SolidWorks program, a 3D model of a manipulator will be designed to simulate the operation of an industrial robotic manipulator, consisting of several kinematic pairs of motion - a rotating pair and a moving pair, forming a kinematic chain. Using the software, the most efficient version of the robotic arm was analyzed. It is possible to fully test the circuits of the obtained version of the manipulator, develop a program for controlling the movement of the holder, solve the direct and inverse problems of moving the manipulator, determine the positioning accuracy, mass, calculate the material consumption, and the speed of movement. The analysis is performed on the characteristics of kinematic pairs.

Keywords: robotics, robot-manipulator, kinematic pair, module, rotating pair, moving pair.

МАЗМҰНЫ

ЖЕР ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМ БАҒЫТЫ

МҰНАЙ-ГАЗ ЖӘНЕ КЕН ГЕОФИЗИКАСЫ. ҚАЗІРГІ ҒЫЛЫМИ МӘСЕЛЕЛЕР ЖӘНЕ ПРАКТИКАЛЫҚ МІНДЕТТЕР. ГЕОФИЗИКАЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІ ТІРКЕУ, ӨНДЕУ, ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕРІ БӨЛІМІ

Рақышев Б. М.

СӘТБАЕВ МЕТАЛЛОГЕНИКАЛЫҚ МЕКТЕБІ ҚАЗАҚСТАННЫҢ МИНЕРАЛДЫҚ-
ШИКІЗАТ БАЗАСЫН НЫҒАЙТУДА 3

Жұмаев Д.

МУБАРЕК-ГУЗАР-БОЙСУН-БОБОТАГ БЕЙІНІ БОЙЫНША БӨЛІНГЕН УЧАСКЕЛЕРДЕ
ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ ЖӘНЕ КАРОТАЖДЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР БОЙЫНША
КОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ҚИМАНЫ ҚҰРУ ЖӘНЕ
ТАЛДАУ 19

Турдибаев И.А., Истекова С. А.

ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ КЕН ОРЫНДАРЫНДАҒЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ
ҚИМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУДЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІ ӨНДЕУ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ 25

Кисеева Ш., Раушанбек Д., Асирбек Н.А., Шарапатов А.

УРАН ҚОРЫН ЕСЕПТЕУ КЕЗІНДЕ GIK БАҒДАРЛАМАСЫНДА ҰГЗ ДЕРЕКТЕРІН
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЖАСАУ ӘДІСТЕМЕСІ 32

Ситдикова Г.Р.

АМПЛИТУДАЛЫҚ ИНВЕРСИЯ АЛГОРИТМДЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП,
ҰҢҒЫМАЛАРДЫ КАРОТАЖДАУ ЖӘНЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘДІСТЕР ДЕРЕКТЕР
БОЙЫНША БАТЫС СІБІРДЕГІ КӨМІРСУТЕГІ КЕН ОРЫНДАРЫН ЗЕРТТЕУ 40

Ван Ж., Жуков А.П.

ДІРІЛ ДЕРЕКТЕРІНІҢ КОРРЕЛЯЦИЯ ФУНКЦИЯЛАРЫНЫҢ БҮЙІРЛІК БӨЛІКТЕРІН
ТОЛЫҒЫМЕН БАСУ ҮШІН ӨНШІ КОДТАРЫН ПАЙДАЛАНУ 47

Тарасова В.С.

ШЫҒЫС СІБІРДІҢ ТЕРРИГЕНДІК СУ ҚОЙМАЛАРЫН ҰҢҒЫМАЛАРДЫ КАРОТАЖДАУ
ЖӘНЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕР БОЙЫНША САНДЫҚ ИНТЕРПРЕТАЦИЯНЫҢ
ЫҚТИМАЛДЫҚ ТӘСІЛДЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ 54

Глепиева Ж.М., Кушербаева А.С., Истекова С.А.

ОҢТҮСТІК МАҢҒЫШЛАҚ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ
КОЛЛЕКТОРЛАРЫНЫҢ ПЕТРОФИЗИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ 59

Каиров Д.С., Абетов А.Е.

ЖТН ӘДІСІ СЕЙСМИКАЛЫҚ БАРЛАУ ЖӘНЕ САҒЫЗ БЛОГЫНДАҒЫ КЕН
ОРЫНДАРЫНДАҒЫ БАРЛАУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІН ОБЪЕКТІГЕ
БАҒЫТТАЛҒАН ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ 67

Ли Г., Гайнанов В.Г.

ОҢТҮСТІК КАЛИФОРНИЯ ТЕҢІЗІНІҢ СУЛАРЫНДА АЛЫНҒАН ЖОҒАРЫ ЖӘНЕ АСА
ЖОҒАРЫ АЖЫРАМТЫМДЫЛЫҚТАҒЫ СЕЙСМИКАЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІ ӨНДЕУ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ 73

Роженков Е.А.

ҚОРШАҒАН ОРТА ТЫҒЫЗДЫҒЫН БАҒАЛАУ ӘДІСІНІҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ
МОДЕЛЬДЕУ НӘТИЖЕСІНЕ ӘСЕРІ 80

Осинцева Н.А.

ОҢТҮСТІК МАҢҒЫШЛАҚ БАССЕЙНІНІҢ ЖЕТІБАЙ-ӨЗЕН САТЫСЫНЫҢ ОРТА ЮРА
ШӨГІНДІЛЕРІНДЕ ҚАЛЫП ҚОЙҒАН ШОҒЫРЛАРДЫ ІЗДЕУ 87

<i>Сайлауғалиев Ж. М., Асқарұлы О., Мейрамбайұлы А., Жалғасов Р.Е., Садуов А.Б., Шарапатов Ә.</i>	
OASIS MONTAJ (GEOSOFT) БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАЛЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН МАГНИТТІК ДЕРЕКТЕРДІ ӨНДЕУ ЖӘНЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯҒА ДАЙЫНДАУ.....	93
<i>Сидорова И.П., Сахобидинов Р.И.</i>	
ӨЗБЕКСТАННЫҢ КЕНДІ ОБЛЫСТАРЫНЫҢ ЛИТОСФЕРАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	100
<i>Бикеева Л.Р., Гаффаров М.А., Адылов Д.М., Пулатов А.А.</i>	
ҚАШЫҚТЫҚ БОЙЫНША КӨМІЛГЕН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТҰЗАҚТАРДЫ БОЛЖАУ МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ (УСТІРТ АЙМАҒЫНЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНІҢ МЫСАЛЫНДА).....	107
<i>Есенгелдина А.Е., Жұмабай Н.Ж., Әділ Ж.К., Биязов Д.С., Баймурат А.Т., Тогизов Қ.С.</i>	
ЖЕЗҚАЗҒАН КЕНДІ АУДАНЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ КЕШЕНІНІҢ ПЕТРОФИЗИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ.....	112

МҰНАЙ МЕН ГАЗДЫ БҰРҒЫЛАУ, ӨНДІРУ, ЖИНАУ ЖӘНЕ ТАСЫМАЛДАУ ПРОЦЕСТЕРІНДЕГІ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР БӨЛІМІ

<i>Абаханов Ғ.Е.</i>	
БҰРҒЫЛАУ РЕЖИМІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ УРИХТАУ КЕН ОРНЫ МЫСАЛЫНДА БҰРҒЫЛАУ МОДЕЛІНЕ ӘСЕРІ.....	120
<i>Абдели Д. Ж., Сейден А. Б., Бегеев И. Ж.</i>	
МҰНАЙ КЕНШТЕРІН ИГЕРУДЕГІ ПРОЦЕСТЕРДІ ЖЕТІЛДІРУДІҢ ПРОГРЕССИВТІ ӘДІСТЕРІ.....	125
<i>Әбдуәли Қ., Молдабеков М.С.</i>	
ЖЕРҮСТІ МҰНАЙ РЕЗЕРВУАРЛАРЫНЫҢ ШӨГУІНІҢ ТҮРЛЕРІ МЕН ҚАУІПТЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ	133
<i>Алдангоров Р.Б.</i>	
«ЦИФРЛЫҚ БҰРҒЫЛАУ» МОДУЛІН ӨЗІРЛЕУ» ИС АВАІ.....	137
<i>Аманжол С.А.</i>	
АҒЫНДЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ОТАНДЫҚ ЖӘНЕ ШЕТЕЛДІК ТӘЖІРИБЕСІН ТАЛДАУ.....	144
<i>Андасбаева А. Ә.</i>	
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЕРІКСІЗ ГАЗ ЖАҒУ КӨЛЕМІН АЗАЙТУ МАҚСАТЫНДА ӨТКІЗІЛЕТІН ОПЕРАЦИЯЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....	149
<i>Асауов А. А.</i>	
ҚҰМДЫ ШЫҒАРУДЫ ШЕКТЕУ ЖӘНЕ ПРОПАНТТІ ТОЛТЫРУМЕН ГРП ӨТКІЗУ АРҚЫЛЫ АҒЫНДЫ ҚАРҚЫНДАТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ.....	154
<i>Астахова М.Х.</i>	
Х КЕНОРНЫ ҮШІН ҰҢҒЫМАДА ҚҰМ ШЫҒУ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУ.....	158
<i>Аждарова А.Ғ.</i>	
ҰҢҒЫҒА КЕЛЕТІН СУЛАРДЫҢ КӨЗДЕРІН БӨГЕУГЕ БАЙЛАНЫСТЫ ТУЫНДАЙТЫН МӘСЕЛЕЛЕР.....	163
<i>Баймұратова А., Досказиева Г. Ш.</i>	
ПАРАФИН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫ ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР БАҒДАРЛАМАСЫ.....	168
<i>Бактыбай А.К.</i>	
ҚҰРАМЫ КАРБОНАТТЫ ЖОҒАРЫ БОЛҒАН ЖАҒДАЙЛАРДА ТЕРИГЕНДІК ҚОЙМАЛАРДА ПАЙДАЛАНУ ҮШІН ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН ТАҢДАУ.....	172
<i>Бимагамбетова А. М.</i>	
МҰНАЙДАН ПАРАФИННІҢ БӨЛІП ТҮСУІН БОЛЖАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ.....	178
<i>Бөкенова М.С., Қасенов А.К., Молдабеков М.С.</i>	
ӨЗЕН КЕНОРНЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА МҰНАЙ ҰҢҒЫЛАРЫН ШӨГІНДІЛЕРДЕН ТАЗАЛАУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ САРАПТАУ.....	183

<i>Искакова Л.Т.</i> МҰНАЙ МЕН МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНІҢ АҒЫП КЕТУІНЕ ӘКЕЛЕТІН БОЛАТТАН ЖАСАЛҒАН ТІК РЕЗЕРВУАРЛАРДЫҢ МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ АҚАУЛАРЫ.....	188
<i>Джасалов Г.И., Кунаева Г.Е., Молдабаева Г.Ж.</i> БІР ФАЗАЛЫ СҰЙЫҚТЫҚТЫ СТАЦИОНАРЛЫҚ ЕМЕС СҮЗУ КЕЗІНДЕ БІР ФАЗАЛЫ СҰЙЫҚТЫҚТЫ СҮЗГІЛЕУ ДЕФОРМАЦИЯЛАНАТЫН ҚАБАТТАҒЫ КӨЛДЕНЕҢ ҚАБАТ <i>Джумалиева А. Р., Калиева Д. Б., Горбачев А. А., Нурулина Л. Л.</i> ТИІМДІ ЖӘНЕ НӘТИЖЕЛІ БҰРҒЫЛАУҒА АРНАЛҒАН КЕШЕНДІ ШЕШІМ.....	194 198
<i>Қайдар А.М., Молдабеков М.С.</i> ТҮТҚЫР МҰНАЙЛАРДЫ ҚҰБЫРМЕН ТАСЫМАЛДАУДА ГИДРАВЛИКАЛЫҚ КЕДЕРГІЛЕРДІ АЗАЙТУДЫ ЗЕРТТЕУ.....	201
<i>Каримова А.С., Шаяхметова Ж.Б., Суюнғалиев Р. М., Парпиев Р.</i> ҚАРСАҚ КЕН ОРНЫНДАҒЫ ҰҢҒЫМАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕГІ ҚИЫНШЫЛЫҚТАРДЫ АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ОЛАРҒА ҚАРСЫ КҮРЕС ЖӨНІНДЕГІ ІС- ШАРАЛАР.....	205
<i>Кариева Д.М., Абдували Т.А.</i> ӨТКІЗГІШТІГІ НАШАР ҚАБАТТАРДА МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУ МАҚСАТЫНДАҒЫ СУ АЙДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ӨЗГЕРІСТЕР.....	209
<i>Кенжетәев А.Е.</i> ҚОШҚАР КЕН ОРНЫ МЫСАЛЫНДА ЕМБІНІҢ ЖЕТІЛГЕН КЕН ОРЫНДАРЫНДА ЖАҢА ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫН ТАЛДАУ.....	213
<i>Хусаинова А.Р., Исмаилова Д.А., Абдукаримов А.К., Деликешева Д.Н., Момбеков Б.И.</i> ПОЙНТИНГ ТҮЗЕТУ КОЭФФИЦИЕНТІН ЕСЕПТЕУ АРҚЫЛЫ ПАРАФИН ТҮЗІЛҮДІҢ ЖАҢА БОЛЖАМДЫ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІ.....	221
<i>Ким И. В., Бекбауов Б. Е.</i> МҰНАЙ ҰҢҒЫМАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМДЕРІН ҚҰРАСТЫРУДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУДЕ ТИІМДІ ҚҰРАЛ РЕТІНДЕ.....	226
<i>Қыстаубаев С. Қ., Болатбек Ш.А., Сайлаубай М.А., Заурбеков Қ.С.</i> 21 ҒАСЫР ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ТЕҢІЗ КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУ.....	230
<i>Клюшниченко В.С., Бельбаева Т.А.</i> МҰНАЙДЫ ЖОҒАРЛАТУ ӘДІСІ РЕТІНДЕ ТЕРБЕЛІС ӘСЕРІ.....	236
<i>Кочневский В.Р.</i> ҚЫШҚЫЛ ҚҰРАМЫН ТАҢДАУДЫҢ ЗЕРТХАНАЛЫҚ ӘДІСТЕМЕСІН ЖАСАУ.....	244
<i>Косымбаев Ш.А., Абдели Д.Ж.</i> ТЕҢІЗ КЕН ОРНЫНДА МҰНАЙ ӨНДІРУДІ ҰЛҒАЙТУДЫҢ ГАЗДЫ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ.....	248
<i>Кулумбетов К.А.</i> БАЛЫҚ МАЙЫ.....	253
<i>Куралов А. Д.</i> АҒЫНДЫ БҰРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ ЖАҢА ТҮРЛЕРІН ТАЛДАУ.....	257
<i>Курмангазы Ж.К.</i> ҚАЗАҚСТАН КЕН ОРНЫ ҮШІН ПОЛИМЕРЛІ СУЛАНДЫРУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ.....	263
<i>Мағзұмов Н.М.</i> ЗЕНИТТІК БҰРЫШЫ ӨСУІ ЕРТЕ БАСТАЛАТЫН АУЫТҚҰЫ ҮЛКЕН КӨЛБЕУ БАҒЫТТАЛҒАН ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ БҰРҒЫЛАУ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ <i>Малыбаев Т. М., Бекжігіт Е. Е., Измагамбетов А. З., Заурбеков К. С.</i> ДӘСТҮРЛІ ҚҰЛАУ ҚИСЫҒЫН ТАЛДАУ (ДСА) АРҚЫЛЫ ТАУ-КЕН ЖҰМЫСТАРЫН БОЛЖАУ ЖӘНЕ РҮТНОН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ТІЛІН ҚОЛДАНУ.....	267 275
<i>Максимов М.Ю.</i> ЭЛЕКТР ӘСЕРІНІҢ КӨМЕГІМЕН ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ ҚАРҚЫНЫН АРТТЫРУ.....	280

<i>Молдабаева Г. Ж., Сулейменова Р.Т.</i>	
КЕНКИЯҚ КЕНОРНЫ БОЙЫНША ҰНҒЫЛАРДЫҢ ЖӘНЕ ҚАБАТТАРДЫҢ ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ.....	283
<i>Мукашев А.Т.</i>	
ҚАРАШЫҒАНАҚ КЕН ОРНЫНДАҒЫ ГИДРАТ ТҮЗІЛІСТЕРІНІҢ АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ЖОЮ ШАРАЛАРЫН ӨЗІРЛЕУ.....	288
<i>Рыскелді Д.Б.</i>	
КӨМІРСУТЕКТЕРДІ ӨНДІРУ ЖҮЙЕСІНДЕ ПАРАФИННІҢ ТҮЗІЛУІН БОЛЖАУ.....	293
<i>Сақабеков Ә., Сейтқұлова Ж., Мекебай Н.</i>	
МҰНАЙ ҚАБАТЫНЫҢ ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРҒАНДА СҰЙЫҚТЫҢ PVT ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУДЫҢ КЕЙБІР ТӘСІЛДЕРІ.....	300
<i>Самусев К.Д., Заурбеков К.С.</i>	
МҰНАЙ ӨНДІРУДІ БОЛЖАУДА ВОГЕЛЬ ЖӘНЕ ФЕТКОВИЧ ИНДИКАТОРЛЫҚ ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТАРЫН ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРУ..	305
<i>Шаяхмет Қ.Н., Жетруов Ж. Т., Карсыбаев Қ.Қ., Бұлақбай А.М., Құлжанова С.Б.</i>	
МҰНАЙ КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУ ПАРАМЕТРЛЕРІН БОЛЖАУ КЕЗІНДЕГІ ПРОКСИ МОДЕЛЬДЕРДІ ҚОЛДАНУ.....	310
<i>Шаяхметова Ж.Б., Каримова А.С., Талгатбек Г. М., Семенихин Д. И.</i>	
ҚАРСАҚ КЕН ОРНЫНДА ҰНҒЫМАЛАРДЫ, САҒАЛЫҚ ЖӘНЕ ҰНҒЫМА ІШІНДЕГІ ЖАБДЫҚТАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ҰСЫНЫЛАТЫН ТӘСІЛДЕРІН ТАҢДАУДЫ НЕГІЗДЕУ.....	317
<i>Сихаев М.А., Каултаев С.О.</i>	
ОЗЕН КЕН ОРНЫНЫҢ ӨНДІРУШІ ҰНҒЫМАЛАРЫНДА ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ СОРАПТЫҚ ШТАНГАЛАРЫНЫҢ ҮЗІЛУ СЕБЕПТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	321
<i>Смагулов Н.Н., Бекбауов Б.Е.</i>	
МОДЕЛЬДЕУ СУЛАНУДЫҢ ӨЗГЕРТУ ПРОЦЕСТЕРІН УТСЕМ СИМУЛЯТОР ҚОЛДАНА ОТЫРЫП.....	328
<i>Сұлтангазиева А.Т., Ұябай Г.</i>	
МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІНІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ БОЙЫНША ПОЛИМЕРЛІ ӘДІСТІ САРАПТАУ ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫН ТАЛДАУ.....	334
<i>Суюнғалиев Р.М., Туралиев А.Т., Шакирова Н.Ш., Есимсейт Е.Ж.</i>	
ҚАЗАҚСТАН ТҮЗ ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ТҮЗІЛУІН ЖОЮ.....	339
<i>Таскибаев М.Б.</i>	
ИГЕРУ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ҮШІН ҚОРЛАРДЫ ЫҒЫСТЫРУ СИПАТТАМАСЫ.....	344
<i>Тажимов С.М., Зацепин В.В.</i>	
ГИДРОФИЛЬДІ ҚАБАТТАҒЫ АЙДАУ ҰНҒЫМАЛАРЫНЫҢ АЙДАУ ҚАБІЛЕТІНІҢ КҮРТ ТӨМЕНДЕУІНІҢ СИПАТЫ ТУРАЛЫ.....	351
<i>Тажмагамбетова Б., Досказиева Г.Ш.</i>	
ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШАРАЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ.....	356
<i>Тулешов К.А.</i>	
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ШЫҒЫНДАРЫН АЗАЙТУ.....	361
<i>Турдиев М.Ф., Сулейменова Р.Т., Тузельбаева Ш.Р., Бимагамбетов К.Б.</i>	
ПОЛИМЕРЛІ СУ АЙДАУ ҮШІН ХИМРЕАГЕНТТЕРДІ ТАҢДАУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУЛЕР.....	365
<i>Тұрсын А., Имансакипова Н.Б.</i>	
ҚАЗАҚСТАН-ҚЫТАЙ ГАЗ ҚҰБЫРЫ С ЖЕЛІСІ 654,3–1304,1КМ УЧАСКЕЛЕРІН ЖӨНДЕУ ЖҰМЫСТАРЫ.....	369
<i>Утемисова Л.Г.</i>	
ҰНҒЫЛЫҚ СОРҒЫ ЖАБДЫҚТАРЫН КЕҢЕЙТІЛГЕН ТАҢДАУДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҰНҒЫМАЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	373
<i>Ермагамбетова Н.Б., Мұздыбай А.Ш.</i>	
МҰНАЙДЫ ЖОҒАРЫЛАТУ ҮШІН МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ.....	377

<i>Есимханова А.К., Ысқақ А.С., Ертаева А.</i>	
ҰНҒЫМАЛАРДА ҚҰБЫРАРАЛЫҚ ҚЫСЫМНЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ.....	381
<i>Ысқақ А. С., Мухамедьянова А. Т., Хагаг Ф. С.</i>	
ҰНҒЫМАДА СУДЫ ОҚШАУЛАУ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ.....	385
<i>Юлдашов К.Т.</i>	
МҰНАЙ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ АСФАЛЬТ-ШАЙЫРЛЫ ЖӘНЕ ПАРАФИНДІ ШӨГІНДІЛЕРМЕН КҮРЕСУДІҢ ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ.....	390
<i>Жұмажанов С. Т., Эфендиев Г.М.</i>	
ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ҮЗІЛІСТІҢ ҚАБАТЫ ТУРАЛЫ НЕГІЗГІ ИДЕЯЛАР.....	394
<i>Сим М.Д., Тасқали А.Т., Мырзатаева Д.К., Сағатова Б.С., Заурбеков К.С.</i>	
ҚАРАЖАНБАС КЕН ОРНЫНДА "СНОРС" МҰНАЙ БЕРУІН АРТТЫРУҒА АРНАЛҒАН ӘДІС.....	398
<i>Абилева С. Ж.</i>	
ИГЕРУДІҢ СОҢҒЫ САТЫСЫНДА МҰНАЙДЫҢ ТҮТҚЫРЛЫҒЫН ТӨМЕНДЕТУ ҮШІН ҚАБАТТАРДЫҢ МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	401

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРЛІК ЖӘНЕ МҰНАЙ-ГАЗ ГЕОЛОГИЯСЫ БӨЛІМІ

<i>Шадыманов Е.М.</i>	
ӨНЕРКӘСІПТІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ ТЕРЕҢ СУЛЫ ГОРИЗОНТТАРҒА ОРНАЛАСТЫРУДЫҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ (ПЕРМЬ ӨЛКЕСІНІҢ КАЛИЙ-МАГНИЙ ТҮЗДАРЫНЫҢ НИЖНЕБАЛАХОНЦЕВ АУДАНЫ МЫСАЛЫНДА)...	406
<i>Рахимқызы Н., Енсепаев Т.А.</i>	
БОЗАШЫ ТҮБЕГІНІҢ МҰНАЙ ЖӘНЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ГЕОХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН.....	414
<i>Мәметов Ш.Х.</i>	
ЗАЙСАН ОЙПАТЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫНА ШАЛҒАЙДАҒЫ ТЕКТНИКАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫҢ ӘСЕРІ.....	419
<i>Кулиева А.А., Енсепаев Т.А.</i>	
ӨЗЕН ЖӘНЕ ҚАРАМАНДЫБАС КЕН ОРЫНДАРЫ МЫСАЛЫНДА ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ЖӘНЕ КЕРОГЕННІҢ ТҮРІН АНЫҚТАУ.....	424
<i>Кенесары А.Ж., Парагульков Т.Х.</i>	
КЕН ОРЫННЫҢ ЕГЖЕЙ-ТЕГЖЕЙЛІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ ҮШІН СЕЙСМИКАЛЫҚ 3D МАТЕРИАЛДАРДЫ ЖОСПАРЛАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	429
<i>Габдуллин А. М.</i>	
КАСПИЙ ОЙПАТЫНЫҢ ОҢТҮСТІК ШЕТІНДЕГІ КАРБОНАТТЫ ПЛАТФОРМАНЫҢ СЕДИМЕНТОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ (ҚАШАҒАН КЕН ОРНЫ).....	435
<i>Сәрсенбекқызы А., Заппаров М.Р.</i>	
ЕЛГЕ ҚАРСЫ ҚОРҒАНУДЫҢ ЗЕРТТЕЛУІН ЖӘНЕ ЖАЙ-КҮЙІН БАҒАЛАУ (ҮЛКЕН АЛМАТЫ ӨЗЕНІ МЫСАЛЫНДА)	440
<i>Данабек М.М.</i>	
АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖӘНЕ СУ ӘКЕТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖҰМЫС ТИІМДІЛІГІН ЖАҚСARTУ ҮШІН ШАРАЛАРЫН ӨЗІРЛЕУ.....	446
<i>Дюсенгазина Ұ.Ғ.</i>	
ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ СУ ДАЙЫНДАУ БЕКЕТІНІҢ ТҮНБАСЫНЫҢ ҚАСИЕТІН ЗЕРТТЕУ	451
<i>Камзина С.Н., Зинур А.З., Жетпісбаева Т.К.</i>	
ТЕКСЕРУ АКТІСІ ШЕЛЕК ӨЗЕНІНІҢ БАССЕЙІНІНДЕГІ МАКСИМОВ МҰЗДЫҒЫНЫҢ АСТЫНДАҒЫ МОРЕНА КӨЛІ АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ АУМАҒЫНДА.....	455
<i>Кожасмет Л.Б.</i>	
ҚАРАТАУ ТАУ-КЕН ӨНДЕУ КЕШЕНІНІҢ КӨКСУ КЕН ОРНЫНЫҢ КАРЬЕРІНДЕГІ ТАУ-КЕН ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМИ НЕГІЗДЕУ (ОНЫҢ ІШІНДЕ ЖЫЛЫБҰЛАҚ БҰЛАҒЫНЫҢ ШЫҒЫНЫНЫҢ АУЫТҚУЛАРЫ).....	464

Суо Рина	
ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН ЖОЮҒА АРНАЛҒАН БЕЛСЕНДІ ПЕРКОЛЯЦИЯЛЫҚ ҚАБЫРҒА ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	470
Қажсан И.М.	
ІЛЕ ШӨГІНДІ БАССЕЙІНІНІҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ПОТЕНЦИАЛДЫ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ГОРИЗОНТТАРЫ.....	474
Жәнібекова А.Б., Атыханов А.С., Шидаева С.С., Әділбай Ж.Е.	
ӨЗЕН АРАЛЫҚ МАССИВТЕГІ ЖЕР АСТЫ СУЛЫ ГОРИЗОНТЫНЫҢ ИНФИЛЬТРАЦИЯЛЫҚ ҚАЙТА ЗАРЯДТАЛУЫН ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ӘДІСПЕН БАҒАЛАУ.....	480
Нартов Ю.В.	
КАСПИЙ ОЙПАТЫНЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНІҢ МҰНАЙ ӨНДІРУШІ ҚАБАТТАРДЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРІ, ГЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ ЖӘНЕ КӨМІРСУТЕКТІК ӘЛЕУЕТІН БАҒАЛАУ (ҚАШАҒАН КЕН ОРНЫ).....	486
Муртазин Е.Ж., Мирошниченко О.Л., Құдайберді Ж.С.	
МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕРІ БОЙЫНША ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ҚОРЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІКТЕРІН ҚАЙТА БАҒАЛАУ (МАШУРАН ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ КЕН ОРЫНДАРЫ).....	491
ГЕОЛОГИЯНЫҢ ҚАЗІРГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ МИНЕРАЛДЫҚ-ШИКІЗАТТЫҚ БАЗАСЫН ТОЛЫҚТЫРУ БӨЛІМІ	
Абдуллаева Т.Л.	
ГЕОЛОГИЯДА СТАТИСТИКАЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІ ТАЛДАУДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ӨЗЕКТІЛІГІ.....	495
Долгих Д. Г., Елемесова А. Қ., Семеригова Д. Ю.	
"ПОЛИТЕХТИ" КӨРНЕКТІ ГЕОЛОГТАРЫ.....	499
Қалибек Б.С., Нигматова С.А., Аршамов Я.К.	
СТУДЕНТТІК ПРАКТИКАНЫ ӨТКІЗУ ЖӘНЕ ГЕОТУРИЗМДІ ДАМУҒА ҮШІН "АЛТЫНЕМЕЛ" ҰЛТТЫҚ ПАРКІНІҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ МАРШРУТТАРЫН ПАЙДАЛАНУ.....	503
Мекенбек Г.Н., Кембаев М.К.	
ҚАТПАР КЕН ОРНЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ КЕЗЕҢДЕРІ ЖӘНЕ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ- ГЕНЕТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ.....	508
Муратбаев Е.Т., Аршамов Я.К.	
ҚАРАТАЙ ТҰРЫСОВТЫҢ ӨНЕГЕЛІ ӨМІРІ.....	512
Муратбаев Е.Т., Аршамов Я.К.	
ЫҒЫСУ АЙМАҚТАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕРІНІҢ КОМПОРАТИВТІ ЗЕРТТЕЛУІ.....	517
Нурмұхамбет Д.Т., Кембаев М.К.	
ВАСИЛЬЕВСКИЙ АЛТЫН КЕН ОРНЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	520
Стрельников Н.Н., Омарова Г.М.	
КАСПИЙ СИНЕКЛИЗАСЫНЫҢ ПАЙДА БОЛУ ГИПОТЕЗАЛАРЫ ТУРАЛЫ.....	524
Сулейменов Б.Т., Кембаев М.К.	
КӨКТЕҢКӨЛ КЕН ОРНЫНДА, ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ АЙМАҒЫНДА ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУДЫҢ ТИІМДІ ӘДІСІ.....	528
Тұғамбай С.Ш., Асубаева С.К.	
ОҢТҮСТІК МАҚСҮТ КЕН ОРНЫНЫҢ КЕН ДЕНЕЛЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ.....	532
Турсунов А.М., Коккузова М.Н.	
РУДАЛАРДЫҢ МИКРО- ЖӘНЕ НАНО-МИНЕРАЛДЫ КОМПОНЕНТТЕРІ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МИНЕРАЛДЫҚ ҚОРЛАРДЫ ТОЛЫҚТЫРУ РЕСУРСЫ РЕТІНДЕ».....	536
Турсунов А.М., Коккузова М.Н.	
ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА АНКИНОВИЧТИҢ МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ МЕКТЕБІ.....	541

<i>Шукманов С., Омарова Г.М.</i> ВАРВАРА АЛТЫН КЕН ОРНЫНЫН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАРЛАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ.....	548
<i>Каримова Ф. Б., Джуманиязов Д. И.</i> АЛМАЛЫҚ КЕН АУДАНЫНЫҢ МЫС-МОЛИБДЕН КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ ПОЛИМЕРЛІЛІГІ.....	552
<i>Асар Ж.Б.</i> «ЖЕР СІЛКІНІСІ ЖӘНЕ СЕЙСМОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРДІ ШЕШУ ЖОЛДАРЫ. ТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ».....	557

БИОТЕХНОЛОГИЯНЫҢ, ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУДЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕР БАҒЫТЫ

<i>Алиаскарова А.Ж., Нурулдаева Г.Ж.</i> МҰНАЙ-ГАЗ ӨНДІРУ МЕКЕМЕСІНІҢ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНА ӘСЕРІ ТҮРЛЕРІН САРАПТАУ ЖӘНЕ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ІС-ШАРАЛАРЫН ҰСЫНУ.....	561
<i>Қалуова А.Б.</i> ЖАҢА БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ СОРБЕНТТЕР СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	566
<i>Бултеева З.Х., Қуатбаева Г.К.</i> ВАХТАЛЫҚ ҚАЛАШЫҚ ЖАҒДАЙЫНДА ТҮРМЫСТЫҚ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАЛАУ.....	570
<i>Әубәкірова Қ. М., Қамбарбекова А. А., Құлатаева М. С., Сатқанов М. Ж., Әліқұлов З. А.</i> АКВАПОНИКА ЖҮЙЕСІНЕ МОЛИБДЕН ЖЕМШӨПТЕРІН ҚОСУ КЕЗІНДЕГІ БАЛЫҚТАРДЫҢ ЖАЙ-КҮЙІН МОНИТОРИНГТЕУ.....	576
<i>Сартбаева К.М., Исакова Т.К.</i> ТАҒАН КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ БЕНТОНИТ САЗЫНЫҢ СИЛАНДАНУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	581
<i>Сигуатова Ғ., Жексенбай Е., Тілекқабыл Ш., Умерсерик Б., Қабдрахманова С.Қ., Шаймардан Е., Керимкулова А.Ж.</i> МЫС НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СОЯ ТҰҚЫМЫНЫҢ ӨСУІНЕ ӘСЕРІ.....	589
<i>Юсупалиев Д.М., Әбдиев Қ.Ж.</i> ARDUINO, PYTHON, TCLAB ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ТЕРМОДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУГЕ ҚОЛДАНУ.....	597
<i>Попова А., Мансур Т., Сайлауханұлы Е., Азат С.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АУЫЗ СУ САПАСЫН ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....	604
<i>Отарова В. Ә.</i> МЫРЫШТЫҢ МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ПОЛИФОСФАТТАР НЕГІЗІНДЕГІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ИНГИБИТОРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ	608
<i>Омаров Н.Д., Қазбекова Д.Е., Садықов Ж.Б.</i> ҚАЛДЫҚТАРМЕН КЕШЕНДІ ЖҰМЫС ІСТЕУ САЛАСЫНДАҒЫ ЖЕТЕКШІ ЕЛДЕРДІҢ ТӘЖІРИБЕСІ.....	612
<i>Мадин А.Б., Есимова О.А., Рвайдарова Г.О.</i> ҚЫЗАНАҚТЫҢ БАКТЕРИЯЛЫҚ АУРУЛАРЫНА ҚАРСЫ МЫС-ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИЯЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	616
<i>Қусалина Р., Ысқақова Қ.М., Анапияев Б.Б.</i> SATHARANTHUS ROSEUS L ДӘРІЛІК ӨСІМДІГІН IN VITRO ӨСІРУ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ.....	624
<i>Козловская Е.А.</i> ҚҰРАМЫНДА МАГНИЙ БАР БОРОФОСФАТТАРДЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІ.....	628
<i>Хабиев А.Т.</i> СУЗУКИ-МИЯР РЕАКЦИЯСЫ ҮШІН МИКРОРЕАКТОРЛЫҚ ПРОЦЕСТІ ӘЗІРЛЕУ.....	632

<i>Мустахимов Б.К., Омаркулова Н.С.</i> ЖЫЛУҒА ТӨЗІМСІЗ ЗАТТАРДЫҢ СУЛЫ ЕРІТІНДІЛЕРІН ТӨМЕНГІ ТЕМПЕРАТУРАДА ҚОЮЛАТУ.....	635
<i>Ихсан Н.А., Абильдина А.К., Аргимбаева А.М., Бахытжан Е.Г.</i> МАГНИЙ-ИОН БАТАРЕЯЛАРЫ ҮШІН ВИСМУТ НЕГІЗІНДЕ АНОДТЫҚ МАТЕРИАЛ АЛУ ШАРТТАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	642
<i>Балабаева А. М., Анапияев Б. Б., Малахова Н. П., Тезекбаева Б. К., Дмитриева К. А.</i> IN VITRO МӘДИНИЕТІНДЕ ТАҢҚУРАЙ ӨСІРУ.....	648
<i>Жұмагерей А.Ж., Искакова К.М., Анапияев Б.Б.</i> ҚАНТ ҚҰМАЙЫ (SORGHUM BICOLOR L.) ДАҚЫЛЫНЫҢ СОМАЛЫҚ КЛЕТКАЛАРЫН IN VITRO ӨСІРУДЕ КАЛЛУСОГЕНЕЗ ПРОЦЕССИНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ.....	653
<i>Қарлы Д., Қожанова А., Ержанова Д., Айткалиева Г., Елубай М.</i> ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ ҚАЛДЫҚТАРЫ БИТУМНЫҢ МОДИФИКАТОРЛАР РЕТІНДЕ.....	657
<i>Кезембаева Г.Б., Өтегенова А.Ж., Исаяев С.А., Алданов А.А.</i> ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ САПАСЫН АНЫҚТАУ МӘСЕЛЕСІ....	661

ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ МАШИНА ЖАСАУ БАҒЫТЫ

ҚАЗАҚСТАН ЭНЕРГЕТИКАСЫНЫҢ ПРОБЛЕМАЛАРЫ ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ БӨЛІМІ

<i>Алмуратова Н.К., Игибаева Ә.</i> СОРҒЫ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНДА ПАЙДАЛАНУ ҮШІН АВТОНОМДЫ ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕЙТІН ТОК ИНВЕРТОРЛАРЫНЫҢ СҮЛБАЛАРЫН ТАҢДАУ.....	667
<i>Алмуратова Н.К., Қайратқызы К.</i> АЙНЫМАЛЫ ЖИІЛІКТІ ЖЕТЕК ҮШІН АДАПТИВТІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ.....	673
<i>Бөкенхан М.М., Сәрсенбаев Е.А.</i> ЭЛЕКТР КӨЛПІ ҮШІН ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІНІҢ ОҢТАЙЛЫ ТҮРІН ТАҢДАУ ӘДІСТЕМЕСІН ӨЗІРЛЕУ.....	679
<i>Ғали К.О., Алмуратова Н.К., Жұмажан Е.Е.</i> ТРАНСФОРМАТОРЛАРДА ДІРІЛ МЕН ШУДЫҢ ПАЙДА БОЛУ СЕБЕПТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫМЕН КҮРЕСУ ЖОЛДАРЫ.....	683
<i>Әжібек Т., Умышев Д.Р.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫНДА КҮН ПАРАБОЛИКАЛЫҚ КОНЦЕНТРАТОРЫН ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	688
<i>Калмен Н.Б., Аукенов Ф.Қ., Сандыбай О.Ғ.</i> ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚУАТТЫ КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ.....	696
<i>Мирхиязов О. Т., Кишкенебаев М. П., Құралбек М.Н.</i> MATLAB SIMULINK ОРТАСЫНДА АВТОНОМДЫ АЗ ҚУАТТЫ КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫН МОДЕЛЬДЕУ.....	702
<i>Муқанов А.М., Шакенов К.Б.</i> БАТАРЕЯЛАРДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	707
<i>Мустафин М.А., Алмуратова Н.К., Танабеков М.Е., Байғазинов Б.</i> ОРТАЛЫҚТАН ТЕПІКШІ СОРАПТАРДЫҢ АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫНЫҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЖӘНЕ ОРАМ ҚАДАМЫН СТАТОР ОРАМЫНДАҒЫ ЕҢ АЗ ҚУАТ ЖОҒАЛТУ КРИТЕРИЙІ БОЙЫНША ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	713
<i>Алмуратова Н.К., Байзақова С.М.</i> ПАЙДАЛЫ ӘСЕР КОЭФФИЦИЕНТІНІҢ ТИІМДІЛІК ҚИСЫҒЫН ДӘЛДІГІН АРТТЫРУ.....	719
<i>Баянай А.А., Балгаев Н.Е.</i> МИКРО СУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ ЖҰМЫСЫНА САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ ЖАСАУ.....	723

<i>Елеукенов Е.Д., Сәрсенбаев Е.А.</i> РЕАКТИВТІ ҚУАТТЫ КОМПЕНСАЦИЯЛАУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ТАУ-КЕН КӘСПОРЫНДАРЫНДА ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ.....	727
<i>Лелеш Н.В., Талап М.Т.</i> ЭЛЕКТР ЖЕЛІСІНІҢ ЖАҒДАЙЫН БАҚЫЛАУ ҮШІН ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫН ПАЙДАЛАНУ	733
<i>Насыр А.А., Сатыбалдиева Р.Ж.</i> ҚОЛ ЖЕТІМДІ SMART GRID МОДЕЛЬДЕРІНЕ ШОЛУ	738
<i>Шүкруллоев Ш.Ф., Сәрсенбаев Е.А.</i> ТЕЖЕУ КЕЗІНДЕ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ КӨЗІ РЕТІНДЕ ЭЛЕКТРЛІ КӨЛІКТЕГІ РЕКУПЕРАЦИЯ.....	743
<i>Шыныбай Ж.С., Артыкбаев Н.Д.</i> ЖҮЙЕЛЕРГЕ АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ «ТИРИСТОРЛЫ КЕРНЕУ РЕТТЕГІШІ - АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ».....	747
<i>Шыныбай Ж.С., Чиняева А.Ж.</i> АУА БӨЛУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ТУРБОКОМПРЕССОРЛЫҚ ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІНІҢ ЖИІЛІГІН АВТОМАТТЫ РЕТТЕУ	751
<i>Трофимов Г.Г., Бекболатова Ж.Қ., Григорьев Д.В.</i> ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНДЕ ЖАҒАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІНІҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІН АЗАЙТУ ҮШІН САҚТАУ ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ	756
<i>Сидорова И.П., Сахобидинов Р.И.</i> ӨЗБЕКСТАНДАҒЫ ГЕОТЕРМАЛДЫ ЭНЕРГЕТИКАНЫ ДАМУДЫҢ ПРОБЛЕМАЛАРЫ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	761
<i>Омарова Ж.Б., Токмолдин Н.С., Ережеп Д.Е.</i> SCAPS-1D БАҒДАРЛАМАСЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН $CH_3NH_3SnI_3$ НЕГІЗІНДЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА КҮН ЭЛЕМЕНТІНІҢ СИПАТТАМАЛАРЫН МОДЕЛЬДЕУ	767
<i>Ибраим Ә.С.</i> ҚОЗҒАЛТҚЫШ ПОРШЕНЬДАРЫН 3D ПРИНТЕР АРҚЫЛЫ БАСУ МҮМКІНДІГІ.....	771
<i>Камаладинов П.</i> АДДИТИВТІ ӨНДІРІСТІҢ ДАМУ ҮРДІСІ.....	776

ТАУ-КЕН МЕТАЛЛУРГИЯ, МҰНАЙ ГАЗ ЖӘНЕ КӨЛІК САЛАЛАРЫНЫҢ ТЕХНИКАСЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ БӨЛІМІ

<i>Ақанова Г.Қ.</i> КӨП ҚАТТЫ ОРТАДАН ТІГІЛГЕН СОРУ ЖАБДЫҚТАРЫНДАҒЫ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ШЫҒАЛДАРДЫ АЗАЙТУ	782
<i>Алмурад К.К., Мырзахметов Б.Ә.</i> ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРДІ АВТОМАТТАНДЫРУ МЕН АҚПАРАТТАНДЫРУДА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МАШИНАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУДА ЦИФРЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУ	790
<i>Байғали Е.Б., Калиев Б.З.</i> МАГИСТРАЛЬДЫ МҰНАЙ-ГАЗ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫСЫНА СТРЕСС- КОРРОЗИЯЛЫҚ ЗАҚЫМДАНУДЫҢ ӨСЕР ЕТУ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ	797
<i>Бақытжан М.Қ., Утегенова А.Е.</i> ЦНС-300 СЕКЦИЯЛЫ ОРТАДАН ТЕПКІШ СОРАБЫ.....	801
<i>Бахытжанов Н.А., Карманов Т.Д.</i> БАҒЫТТАП БҰРҒЫЛАУДАҒЫ ТУРБОБУРАЛАР	806
<i>Балгаев Д.Е., Заурбеков С.А., Жумадилова А.С.</i> ШТАНГАЛЫ СОҒҒЫЛАРДЫҢ КОМПОНЕНТТЕРІНЕ ШОЛУ, ДИАГНОСТИКА, СОНДАЙ-АҚ ЖАЛПЫ АҚАУЛАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖОЮ ШАРАЛАРЫ.....	810
<i>Бейсенбі Д.Ш., Калиев Б.З.</i> БҰРҒЫЛАУ БАҒАНАСЫНЫҢ ҰСТАЛЫНЫП ҚАЛУЫНЫҢ АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ЖОЮ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫ ӨЗІРЛЕУ	817

<i>Бейсенгазы А.Е. Калиев Б.З.</i> КӘСПШІЛІК ЖИНАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ТӨМЕНДЕТУ ҮШІН РЕЗЕРВУАРЛАРДАҒЫ МҰНАЙДЫҢ ЖЕҢІЛ ФРАКЦИЯЛАРЫНЫҢ ШЫҒЫНДАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	821
<i>Жалил С.К., Карманов Т.Д.,</i> PDC ҚАРУ-ЖАРАҒЫМЕН ПИКОБУР ҚАШАУЛАРЫ ЖҰМЫСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУДЫҢ КОНСТРУКТОРЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ.....	824
<i>Жандар Е.Е., Елемесов К.К.</i> ҮЛКЕН ДИАМЕТРЛІ ҚҰБЫРЛАРДЫ ӨНДІРУ ҮШІН БОЛАТТЫ ТЕРМОМЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ.....	830
<i>Ильгульдинова Т.М., Хамитова Г.Ж.</i> ЖЕРАСТЫ КЕНШТЕРІНІҢ ӨЗДІГІНЕН ЖҮРЕТІН ЖАБДЫҒЫ ҮШІН АГРЕГАТТАРДЫҢ ҚАЖЕТТІ АЙНАЛЫМ ҚОРЫНЫҢ ОҢТАЙЛЫ САНЫН БЕЛГІЛЕУ	834
<i>Казамбаева А.А., Заурбеков С.А.</i> БЕКІТУ ЭЛЕМЕНТІНІҢ БІРКЕЛКІ ТОЗУЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ АРҚЫЛЫ ШТАНГАЛЫҚ ТЕРЕҢДІК СОРҒЫНЫҢ КЛАПАҢДЫҚ ТОРАПТАРЫНЫҢ ЖҰМЫС РЕСУРСЫН ҰЛҒАЙТУ	839
<i>Қайып С.А., Карманов Т.Д.</i> ҚАБАТТЫ МАГНИТТІК ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙ ҰҢҒЫМАЛАРЫНДАҒЫ ОРТАДАН ТЕПКІШ БАТЫРМАЛЫ СОРАПТАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	844
<i>Керімбай Қ.С. Столповских И.Н.</i> КҮРДЕЛІ ПАЙДАЛАНУ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ШҰСҚ ШТАНГА ТІЗБЕГІНІҢ ЖҰМЫСЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІНЕ ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ ҚИСАЮЫНЫҢ ӘСЕР ЕТУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	851
<i>Құсайынов А., Сарыбаев Е.Е., Санақ А., Бейсенов Б.С.</i> ҮШ КАМЕРАЛЫ СИЛЬФОНДЫ ПНЕВМОБАЛЛОНДАРДЫҢ КҮШТІК ЖӘНЕ ЖЫЛЖЫМАЛЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	855
<i>Мақсұтқанова М.З., Абдуллаев С.С.</i> СУТЕГІ ЭНЕРГЕТИКАСЫНЫҢ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	862
<i>Медет І.М., Утегенова Ә.Е.</i> КРИОЛИТОЗОН ЖАҒДАЙЫНДА ТЕРЕҢ ҚАРЬЕРЛЕР ПРОБЛЕМАЛАРЫН ШЕШУ ЖОЛДАРЫ.....	867
<i>Меңдіғалиева Г.Т., Утегенова Ә.Е.</i> ӨЗЕН КЕН ОРНЫНДА ҰҢҒЫМАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН АСФАЛЬТТЫ-ШАЙЫРЛЫ-ПАРАФИНДІ ШӨГІНДІЛЕРДІҢ АЛДЫН АЛУДЫҢ ЖЫЛУЛЫҚ ӘДІСТЕРІ.....	871
<i>Отарбаев А.К., Мырзахметов Б.А.</i> СКҚ-ЛАРДЫ АСПҚ-ДАН ТАЗАЛАУҒА АРНАЛҒАН СНАРЯД ҚҰРЫЛҒЫСЫНЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	875
<i>Клычбаев С.Д., Абдуллаев С.С.</i> КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ.....	879
<i>Сарсанбеков К.Қ., Рыскелдиева Г.Д., Омарбекова Б.С.</i> ТЕХНИКАЛЫҚ МАМАНДЫҚТА ОҚИТЫН БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ КӘСІБИ ТІЛ АЯСЫНДА КОММУНИКАТИВТІК ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	883
<i>Сарыбаев Е.Е., Бакбергенов М., Бейсенов Б.С.</i> НЕГІЗГІ ЖЕТЕКТІҢ ІСКЕ ҚОСУ НҮКТЕСІНІҢ СИЛЬФОНДЫ БАЛЛОННЫҢ ЖЫЛЖЫМАЛЫ ТРАЕКТОРИЯСЫНА, ҚАЛАҚТЫ ӘМБЕБАП ПНЕВМАТИКАЛЫҚ МОДУЛЬДІҢ ҚҰРАМЫНДА ІСКЕ ҚОСУ ТОКТАРЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	887
<i>Сейдахметова А.Н., Елемесов К.К.</i> ПОРШЕНЬДІ БҰРҒЫЛАУ СОРАБЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ НЕГІЗДЕУ.....	892

<i>Сепбосынов Ә.Т., Столповских И.Н.</i> БҰРАНДАЛЫ ТҮПТІК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ СИПАТТАМАЛАРЫН АРТТЫРУ ҮШІН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	897
<i>Серәлі Ғ.С., Төленді А.Н., Мырзахметов Б.А.</i> МҰНАЙ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ҰҢҒЫМАЛАРДАҒЫ ҚҰМ ПАЙДА БОЛУЫМЕН КҮРЕСУДІҢ ТИІМДІ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРУ.....	901
<i>Серікбаева М.Т., Бөртебаев С.А.</i> САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНЫП ҰСАҚТАУ ЖАБДЫҚТАРЫ ЖҰМЫСЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....	906
<i>Төленді А.Н., Серәлі Ғ.С., Мырзахметов Б.А.</i> ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРДІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ АҒЫНДЫ СОРҒЫЛАРДА ҚОЛДАНУҒА АРНАЛҒАН ЖОҒАРЫ ҚЫСЫМДЫ САПТАМАЛАРДЫҢ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН НЕГІЗДЕУ.....	910
<i>Түлешов С.А., Калиев Б.З.</i> КОМПРЕССОРЛЫҚ СТАНЦИЯНЫҢ СЫҒЫМДАУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ГАЗ КОМПРЕССОРЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	914
<i>Хабибулина Ғ.С., Набоко Е.П., Андреященко В.А.</i> КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУ ҮШІН МЕТАЛДАРҒА ПОЛИМЕРЛІК ЖАБЫНУДЫ ҚОЛДАНУ ӘДІСІ.....	919
<i>Сепбосынов Ә.Т., Столповских И.Н.,</i> БҰРАНДАЛЫ ТҮПТІК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ СИПАТТАМАЛАРЫН АРТТЫРУ ҮШІН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	923

МАШИНА ЖАСАУ ӨНДІРІСІНДЕГІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРЫ ЖӘНЕ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАР БӨЛІМІ

<i>Каржасов Ж.К., Толендиұлы С.</i> ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫН ӨНДІРУДІ ЦИФРЛАНДЫРУ.....	927
<i>Калбанов Н.Ж.</i> ЗАҒИП ЖӘНЕ НАШАР КӨРЕТІН АДАМДАР ҮШІН 3D-БАСПА ӘДІСІМЕН БРАЙЛЬ ҚАРПІ БАР ТАКТИЛЬДІ КАРТАЛАР БАСЫП ШЫҒАРУ.....	931
<i>Шуховцев И.С., Альпеисов А.Т.</i> БӨЛШЕКТЕРДІ ӨНДІРУ ҮШІН АДДИТИВТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУ (ШТАМП).....	935
<i>Раджапова Г.М.</i> P-1 3D ПРИНТЕРІНІҢ МЫСАЛЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, БІР РЕТТІК СИЯЛЫ БАСЫП ШЫҒАРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....	938
<i>Қабылбек Ш.Б.</i> ТӨМЕНГІ ЖЕТЕГІ БАР ЖҰДЫРЫҚШАЛЫ БҰРАНДАЛЫ ПРЕСТІҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.....	942
<i>Жумадилда А.О.</i> ЖЕЛДІҢ ТӨМЕН ЖЫЛДАМДЫҒЫНА АРНАЛҒАН ЖЕЛ ГЕНЕРАТОРЫН ЖОБАЛАУ.....	946
<i>Кулсугурова Д.Р.</i> КӨТЕРІП – ТАСЫМАЛДАУ МАШИНАЛАРЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ.....	952
<i>Қамбар М.Т., Альпеисов А.Т., Кулсугурова Д.Р.</i> ДЕФОРМАЦИЯ СХЕМАСЫНА БАЙЛАНЫСТЫ СЫМДАУ ӘДІСТЕРІНІҢ ЗЕРТТЕЛУІ ЖӘНЕ АНАЛИЗІ.....	956
<i>Есмұхамбетова Д.Е.</i> АЛМАТЫДА L2 / L6 САНАТЫНДАҒЫ ЭЛЕКТР КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫН ДАМУЫҢ ПЕРСПЕКТИВАСЫ.....	961
<i>Смаилова Ғ.А., Бекбосынова Б.А., Арсаланова Н.М., Дүзелбай А.Б.</i> МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ТІСТЕРІ БАР РЕДУКТОРЛАРДЫҢ ШУЫН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ.....	965

<i>Смаилова Г.А., Бекбосынова Б.А., Арсаланова Н.М., Дүзелбай А.Б.</i> МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ДОҢҒАЛАҚ ТІСТЕРІНІҢ ДИПРМЕН ЖЕТЕГІНІҢ ШУЫЛЫНА ӘСЕРІ.....	971
<i>Кунтушев А., Альпеисов А.Т., Кулсугурова Д.Р.</i> ЖЕР СОРҒЫЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ДӨҢГЕЛЕГІНІҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ....	976
<i>Сагитов Р. А. Альпеисов А. Т.</i> САД ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ДАМУ БАҒДАРЫ.....	980
<i>Бекмуратов Б.Н., Төлендіұлы С.</i> КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР ҮШІН АРНАЛҒАН VR-ҚОСЫМША.....	985
<i>Сатыбалды С.П., Елемесов Қ.К., Басқанбаева Д.Ж.</i> МАШИНА ЖАСАУДА ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ.....	989
<i>Лаубаева А.Ж.</i> ЖАЛПАҚ БОЛАТ ПРОКАТЫН ӨНДІРУДІ ДАМУ... ..	994
<i>Қанабекова А.Т., Кулсугурова Д.Р., Абилкайыр Ж.Н.</i> САНДЫҚ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ БАСҚАРУЫ БАР СТАНОКТАРДА БІЛІКТЕРДІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУІНІҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	1000
<i>Исаметова М.Е., Смаилова Г.А., Нуртаева Ш.Б., Арсаланова Н.М, Аңсабай Қ.Қ.</i> МЕТАЛЛ ҚОСЫЛЫСТАРДАН ТҰРАТЫН КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	1004
<i>Исаметова М.Е., Смаилова Г.А., Нуртаева Ш.Б., Арсаланова Н.М, Аңсабай Қ.Қ.</i> ҚАБАТТЫ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	1012
<i>Құрман Ж.Қ.</i> СУ СОРҒЫЛАРЫН ЖӨНДЕУ ҮШІН АДДИТИВТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ.....	1019
<i>Түлегенов У.Е.</i> ЖАЛПЫ ЖӘНЕ АРНАЙЫ МАҚСАТТАҒЫ САРАЛАНҒАН ТЕРМОӨТКІЗІЛГЕН РЕЛЬСТЕРДІҢ ТОЗУ КЕДЕРГІСІН САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН ЗЕРТХАНАЛЫҚ СЫНАҚТАР	1024
<i>Тілеуқұл Н.Д., Омарова Ж.Б., Арсаланова Н.М.</i> ФАРМАЦЕВТИКАЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ СЕРТИФИКАЦИЯДАН ӨТКІЗУІН ТАЛДАУ.....	1030
<i>Мейрамбай М.Л.</i> САНДЫҚ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ БАСҚАРУЫ БАР СТАНОКТАРДА ТІСТІ ДӨҢГЕЛЕКТЕРДІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУІНІҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	1034
<i>Мустафа А.М., Арымбеков Б.С.</i> ҰНТАҚ ҚАБАТЫНЫҢ ТЕМПЕРАТУРАСЫ МЕН ЛАЗЕРМЕН ӨНДЕЛГЕН МИКРОҚҰРЫЛЫМ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫС.....	1038
<i>Абдраманов Н.Н.</i> ӨНЕРКӘСІПТІК РОБОТ-МАНИПУЛЯТОРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕРІН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН ОҚУ КЕШЕНІН ЗЕРТТЕУ.....	1043

НАУКА О ЗЕМЛЕ

СЕКЦИЯ: «НЕФТЕГАЗОВАЯ И РУДНАЯ ГЕОФИЗИКА. СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ. МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ, ОБРАБОТКИ, ИНТЕРПРЕТАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ»

<i>Ракишев Б. М.</i>	
САТПАЕВСКАЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ШКОЛА В УКРЕПЛЕНИИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КАЗАХСТАНА	3
<i>Жумаев Д.Д.</i>	
ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННОГО ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ СКВАЖИН И КАРОТАЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ВЫДЕЛЕННЫХ УЧАСТКАХ ПО ПРОФИЛЮ МУБАРЕК-ГУЗАР-БОЙСУН-БОБОТАГ	19
<i>Турдибаев И.А., Истекова С. А.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА	25
<i>Кисеева Ш., Раушанбек Д., Асирбек Н.А., Шарапатов А.</i>	
МЕТОДИКА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ G1K ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ УРАНА	32
<i>Ситдикова Г.Р.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ ГИС И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ АМПЛИТУДНОЙ ИНВЕРСИИ	40
<i>Ван Ж., Жуков А.П.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗИНГЕРОВЫХ КОДОВ ДЛЯ ПОЛНОГО ПОДАВЛЕНИЯ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ВИБРАЦИОННЫХ ДАННЫХ	47
<i>Тарасова В.С.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ ГИС И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ПОДХОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ	54
<i>Тлепиева Ж.М., А.С.Кушербаева, Истекова С. А.</i>	
ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО МАНГЫШЛАКА	59
<i>Каиров Д.С., Абетов А. Е.</i>	
ТЕХНОЛОГИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ МОГТ И РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ САГИЗСКОГО БЛОКА	67
<i>Ли Г., Гайнанов В.Г.</i>	
ОСОБЕННОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ НА АКВАТОРИИ ЮЖНО- КАЛИФОРНИЙСКОГО МОРЯ	73
<i>Роженков Е.А.</i>	
ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ СРЕДЫ НА РЕЗУЛЬТАТ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	80
<i>Осинцева Н.А.</i>	
ПОИСК ПРОПУЩЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЖЕТЫБАЙ- УЗЕНЬСКОЙ СТУПЕНИ ЮЖНО-МАНГЫШЛАКСКОГО БАССЕЙНА	87
<i>Сайлауғалиев Ж. М., Асқарұлы О., Мейрамбайұлы А., Жалғасов Р.Е., Садуов А.Б., Шарапатов Ә.</i>	
ПОДГОТОВКА МАГНИТНЫХ ДАННЫХ К ОБРАБОТКЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ GEOSOFT OASIS MONTAJ	93

<i>Сидорова И.П., Сахобидинов Р.И.</i> СТРОЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ РУДНЫХ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА.....	100
<i>Бикеева Л.Р., Гаффаров М.А., Адылов Д.М., Пулатов А.А.</i> О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗА ПОГРЕБЕННЫХ СТРУКТУРНЫХ ЛОВУШЕК ПО ДИСТАНЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ УСТЮРТСКОГО РЕГИОНА).....	107
<i>Есенгелдина А.Е., Жумабай Н.Ж., Адиль Ж.К., Биязов Д.С., Баймурат А.Т., Тогизов Қ.С.</i> ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА.....	112

СЕКЦИЯ:

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ БУРЕНИЯ, ДОБЫЧИ, СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ И НЕФТИ И ГАЗА»

<i>Абаханов Г.Е.</i> ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА БУРЕНИЯ НА МОДЕЛЬ БУРИМОСТИ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ.....	120
<i>Абдели Д. Ж., Сейден А. Б., Бегеев И. Ж.</i> ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ.....	125
<i>Әбдуғали Қ., Молдабеков М.С.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗНОВИДНОСТЕЙ И ОСАДКА НАЗЕМНЫХ НЕФТЯНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ.....	133
<i>Алдангоров Р.Б.</i> РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ «ЦИФРОВОЕ БУРЕНИЕ» ИС АВАІ.....	137
<i>Аманжол С.А.</i> АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ПОТООТКЛОНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	144
<i>Андасбаева А. А.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАЦИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ ОБЪЕМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ НЕИЗБЕЖНОГО СЖИГАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ВЫСОКОСЕРНИСТОГО ГАЗА.....	149
<i>Асауов А.А.</i> ТЕХНОЛОГИИ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫНОСА ПЕСКА И ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИТОКА ПРОВЕДЕНИЕМ ГРП С ПРОПАНТНОЙ НАБИВКОЙ (GRAVEL PACK).....	154
<i>Астахова М.Х.</i> РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫНОСА ПЕСКА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯ Х.....	158
<i>Аждарова А.Г.</i> ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ВОДОПРИТОКА В СКВАЖИНУ.....	163
<i>Баймуратова А.Е., Досказиева Г. Ш.</i> ПРОГРАММА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПАРАФИНА В ПЛАСТЕ.....	168
<i>Бактыбай А.К.</i> ПОДБОР КИСЛОТНОГО СОСТАВА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО СОДЕРЖАНИЯ КАРБОНАТОВ.....	172
<i>Бимагамбетова А. М.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ВЫПАДЕНИЯ ПАРАФИНА ИЗ СЫРОЙ НЕФТИ.....	178
<i>Букенова М.С., Касенов А.К., Молдабеков М.С.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН ОТ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ.....	183
<i>Искакова Л.Т.</i> ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ВЕРТИКАЛЬНО-СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ, ПРИВОДЯЩИХ К УТЕЧКЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	188

<i>Джалалов Г.И., Кунаева Г.Е., Молдабаева Г. Ж.</i> О НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СТАЦИОНАРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ОДНОФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ К ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ В ДЕФОРМИРУЕМОМ ПЛАСТЕ.....	194
<i>Джумалиева А.Р., Калиева Д.Б., Горбачев А.А., Нурулина Л.Л., Заурбеков К.С.</i> КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО И РЕЗУЛЬТАТИВНОГО БУРЕНИЯ	198
<i>Қайдар А.М., Молдабеков М.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ВЯЗКИХ НЕФТЕЙ ПО ТРУБОПРОВОДАМ.....	201
<i>Каримова А.С., Шаяхметова Ж.Б., Суюнғалиев Р. М., Парпиев Р.</i> МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И БОРЬБЕ С ОСЛОЖНЕНИЯМИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРСАК.....	205
<i>Кариева Д.М., Абдували Т.А.</i> ИЗМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕКАЧКИ ВОДЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ ПЛАСТАХ.....	209
<i>Кенжетеев А.Е.</i> АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ БУРЕНИЯ НОВЫХ СКВАЖИН НА ЗРЕЛЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЭМБЫ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОШКАР.....	213
<i>Хусаинова А.Р., Исмаилова Д.А., Абдукаримов А.К., Деликешева Д.Н., Момбеков Б.И.</i> НОВАЯ ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПАРАФИНООБРАЗОВАНИЯ С РАСЧЕТОМ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЙНТИНГА.....	221
<i>Ким И.В., Бекбауов Б.Е.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН - ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	226
<i>Кистаубаев С.К., Болатбек Ш.А., Сайлаубай М.А., Заурбеков К.С.</i> РАЗРАБОТКА ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ 21 ВЕКА.....	230
<i>Ключиниченко В.С., Бельбаева Т.А., Молдабаева Г. Ж.</i> ВИБРОВолНОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ.....	236
<i>Кочневский В.Р.</i> РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ МЕТОДИКИ ПОДБОРА КИСЛОТНОГО СОСТАВА.....	244
<i>Косымбаев Ш.А., Абдели Д.Ж.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВЫХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ТЕНГИЗКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ.....	248
<i>Кулумбетов А.К.</i> РЫБА НЕФТЬ.....	253
<i>Куралов А. Д.</i> АНАЛИЗ НОВЫХ ВИДОВ ПОТОКООТКЛОНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	257
<i>Курмангазы Ж.К.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА.....	263
<i>Магзумов Н.М.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ БУРЕНИЯ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН С БОЛЬШИМ ОТХОДОМ ЗАБОЯ ОТ ВЕРТИКАЛИ НА ПРИМЕРЕ СКВАЖИНЫ ЮУ-2.....	267
<i>Малыбаев Т.М., Бекжігіт Е.Е., Измагамбетов А.З., Заурбеков К.С.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОБЫЧИ МЕТОДОМ ТРАДИЦИОННОГО АНАЛИЗА КРИВОЙ ПАДЕНИЯ (ДСА) И С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON	275
<i>Максимов М.Ю.</i> УВЕЛИЧЕНИЕ ДЕБИТА СКВАЖИН С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОВОЗДЕЙСТВИЯ.....	280
<i>Молдабаева Г. Ж., Сулейменова Р.Т.</i> АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН И ПЛАСТОВ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЮ КЕНКИЯК	283

<i>Мукашев А.Т.</i> РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРАЧАГАНАК.....	288
<i>Рыскелді Д.Б.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСАЖДЕНИЯ ПАРАФИНА В СИСТЕМЕ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	293
<i>Сакабеков А., Сейткулова Ж., Мекебай Н.</i> НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РVT СВОЙСТВ ФЛЮИДОВ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА.....	300
<i>Самусев К.Д., Заурбеков К.С.</i> СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ КРИВЫХ ВОГЕЛЯ И ФЕТКОВИЧА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДЕБИТА НЕФТИ.....	305
<i>Шаяхмет К.Н., Жетруов Ж. Т., Карсыбаев К.К., Булакбай А.М., Кулжанова С.Б.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОКСИ-МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ.....	310
<i>Шаяхметова Ж.Б., Каримова А.С., Талгатбек Г. М., Семенхин Д. И.</i> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕКОМЕНДУЕМЫХ СПОСОБОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН, УСТЬЕВОГО И ВНУТРИСКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРСАК.....	317
<i>Сихаев М.А., Каултаев С.О.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОБРЫВОВ ШТАНГ НАСОСНЫХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ.....	321
<i>Смагулов Н.Н., Бекбауов Б.Е.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ СМАЧИВАЕМОСТИ С ПОМОЩЬЮ СИМУЛЯТОРА UTCHEM.....	328
<i>Сұлтангазиева А.Т., Ұябай Г.</i> АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ПО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	334
<i>Суюнғалиев Р.М., Туралиев А.Т., Шакирова Н.Ш., Есимсейт Е.Ж., Заурбеков К.С.</i> УСТРАНЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ В СКВАЖИНАХ КАЗАХСТАНА....	339
<i>Таскибаев М.Б.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫТЕСНЕНИЯ ЗАПАСОВ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ РАЗРАБОТКИ.....	344
<i>Тажимов С.М., Зацепин В.В.</i> О ПРИРОДЕ РЕЗКОГО СНИЖЕНИЯ ПРИЕМИСТОСТИ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН В ГИДРОФИЛЬНОМ КОЛЛЕКТОРЕ.....	351
<i>Тажмагамбетова Б., Досказиева Г. Ш.</i> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	356
<i>Тулешов К.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	361
<i>Турдиев М.Ф., Сулейменова Р.Т., Тузельбаева Ш.Р., Бимагамбетов К.Б.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОДБОРУ ХИМРЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ....	365
<i>Тұрсын А., Имансакипова Н.Б.</i> РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ УЧАСТКОВ 654,3–1304,1КМ НИТКА С ГАЗОПРОВОДА КАЗАХСТАН-КИТАЙ.....	369
<i>Утемисова Л.Г.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СКВАЖИН С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПОДБОРА ГЛУБИННО-НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	373
<i>Ермагамбетова Н.Б., Мұздыбай А.Ш.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ.....	377
<i>Есимханова А.К., Ыскак А.С., Ертаева А.</i> ПРОЯВЛЕНИЕ МЕЖКОЛОННОГО ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНАХ.....	381

<i>Ыскак А. С., Мухамедьянова А.Т., Хагаг Ф. С.</i>	
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОИЗОЛЯЦИИ СКВАЖИН.....	385
<i>Юлдашов К.Т.</i>	
АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С АСФАЛЬТО-СМОЛИСТЫМИ И ПАРАФИНОВЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ.....	390
<i>Жумажанов С.Т., Эфендиев Г.М.</i>	
ОСНОВНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА.....	394
<i>Сим М.Д., Таскали А.Т., Мырзатаева Д.К., Сагатова Б.С., Заурбеков К.С.</i>	
МЕТОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ “СНОРС” НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРАЖАНБАС.....	398
<i>Абилева С.Ж.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ.....	401

СЕКЦИЯ:

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ГЕОЛОГИЯ

<i>Шадыманов Е.М.</i>	
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАХОРОНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ В ГЛУБОКИЕ ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ (НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕБАЛАХОНЦЕВСКОГО УЧАСТКА КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ).....	406
<i>Рахимкызы Н., Енсепаев Т.А.</i>	
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕФТИ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПОЛУОСТРОВА БУЗАЧИ.....	414
<i>Маметов Ш.Х.</i>	
ВЛИЯНИЕ УДАЛЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЙСАНСКОЙ ВПАДИНЫ	419
<i>Кулиева А.А., Енсепаев Т.А.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ТИПА КЕРОГЕНА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ И КАРАМАНДЫБАС.....	424
<i>Кенесары А.Ж., Парагульков Т.Х.</i>	
ПЛАНИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ 3D МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДЕТАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	429
<i>Габдуллин А. М.</i>	
СЕДИМЕНТОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КАРБОНАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ЮЖНОМ БОРТУ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАШАГАН).....	435
<i>Сәрсенбекқызы А., Заппаров М.Р.</i>	
ОЦЕНКА ИЗУЧЕННОСТИ И СОСТОЯНИЯ ПРОТИВОСЕЛЕВОЙ ЗАЩИТЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БОЛЬШАЯ АЛМАТИНКА).....	440
<i>Данабек М.М.</i>	
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ Г.АЛМАТЫ	446
<i>Дюсенгазина Ұ.Ғ.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОСАДКОВ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ Г.АЛМАТЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОЙ УТИЛИЗАЦИИ	451
<i>Камзина С.Н., Жетписбаева, Т.К.Зинур А.З.</i>	
АКТ ОБСЛЕДОВАНИЯ МОРЕННОГО ОЗЕРА ПОД ЛЕДНИКОМ МАКСИМОВА В БАССЕЙНЕ РЕКИ ШЕЛЕК НА ТЕРРИТОРИИ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	455
<i>Кожяхмет Л.Б.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОКСУ ГПК «КАРАТАУ» НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ (И В ТОМ ЧИСЛЕ НА УСЛОВИЯ ВЫХОДА РОДНИКА ЖЫЛЫБУЛАК).....	464

Suo Rin

ACTIVE PERCOLATION WALL TECHNOLOGY FOR REMEDIATION OF GROUNDWATER POLLUTION.....	470

Кажсан И.М.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТЫ-КОЛЛЕКТОРА, В ПРЕДЕЛАХ ИЛИЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА.....	474

Жанибекова А.Б., Атыханов А.С., Шидаева С.С., Әділбай Ж.Е.

ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ГРУНТОВОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА В МЕЖДУРЕЧНОМ МАССИВЕ.....	480

Нарттов Ю.В.

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЕГЕНЕРИРУЮЩИХ СВИТ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ОЦЕНКА УГЛЕВОДОРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАШАГАН).....	486

Муртазин Е.Ж., Мирошниченко О.Л., Құдайберді Ж.С.

ПЕРЕОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МАШУРАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД).....	491

СЕКЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КАЗАХСТАНА

Абдуллаева Т.Л.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ГЕОЛОГИИ	495

Долгих Д. Г., Елемесова А. Қ., Семерикова Д. Ю.

ВЫДАЮЩИЕСЯ ГЕОЛОГИ «ПОЛИТЕХА».....	499

Қалибек Б.С., Нигматова С.А., Аршамов Я.К.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «АЛТЫН-ЭМЕЛЬ» ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ И РАЗВИТИЯ ГЕОТУРИЗМА.....	503

Мекенбек Г. Н., Кембаев М. К.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАТПАР.....	508

Муратбаев Е.Т., Аршамов Я.К.

ОБРАЗЦОВАЯ ЖИЗНЬ КАРАТАЯ ТУРЫСОВА.....	512

Муратбаев Е.Т., Аршамов Я.К.

КОРПОРАТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СДВИГОВЫХ ЗОН.....	517

Нурмухамбет Д.Т., Кембаев М.К.

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БОКО-ВАСИЛЬЕВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО РАЙОНА.....	520

Стрельников Н.Н., Омарова Г.М.

О ГИПОТЕЗАХ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ.....	524

Сулейменов Б.Т., Кембаев М.К.

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА ПРОМЕЖУТОЧНОМ УЧАСТКЕ, МЕСТОРОЖДЕНИИ КОКТЕНКОЛЬ.....	528

Туғамбай С.Ш., Асубаева С.К.

ХАРАКТЕРИСТИКА РУДНЫХ ТЕЛ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНЫЙ МАКСУТ.....	532

Турсунов А.М.

МИКРО- И НАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ РУД, КАК РЕСУРС ВОСПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ КАЗАХСТАНА.....	536

Турсунов А.М., Коккузова М.Н.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА ЕКАТЕРИНЫ АЛЕКСАНДРОВНЫ АНКИНОВИЧ	541

<i>Шукманов С.М., Омарова Г.М.</i> ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВАРВАРИНСКОЕ.....	548
<i>Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И.</i> ПОЛИФОРМАЦИОННОСТЬ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЛЫКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА.....	552
<i>Асар Ж.Б.</i> «ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ПУТИ РЕШЕНИЯ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ».....	557

НАПРАВЛЕНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БИОТЕХНОЛОГИИ, ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<i>Алиаскарова А.Ж., Нурулдаева Г.Ж.</i> АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И ВЫБОР МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЮ.....	561
<i>Калуова А.Б.</i> СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НОВЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ....	566
<i>Бултеева З.Х.</i> ОЧИСТКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ ВАХТОВОГО ПОСЕЛКА.....	570
<i>Аубакирова К.М., Камбарбекова А.А., Кулатаева М.С., Сатканов М.Ж., Аликулов З.А.</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ РЫБ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ МОЛИБДЕНОВЫХ КОРМОВ В АКВАПОННУЮ СИСТЕМУ.....	576
<i>Сартбаева К.М., Исакова Т.К.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИЛАНИЗАЦИИ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ ТАГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	581
<i>Сигуатова Ф., Жексенбай Е., Тілекқабұл Ш., Умерсерік Б., Қабдрахманова С.Қ., Шаймардан Е., Керімқұлова А.Ж.</i> ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА РОСТ СОИ.....	589
<i>Юсупалиев Д.М., Абдиев К.Ж.</i> ARDUINO, RYTHON, TSLAB В ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	597
<i>Попова А., Мансур Т., Сайлауханулы Е., Азат С.</i> ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ГОРОДА АЛМАТЫ.....	604
<i>Отарова В. Э.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИФОСФАТОВ ЦИНКА.....	608
<i>Омаров Н.Д., Казбекова Д.Е., Садыков Ж.Б.</i> ОПЫТ ВЕДУЩИХ СТРАН В ОБЛАСТИ КОМПЛЕКСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ.....	612
<i>Мадин А.Б., Есімова О.А., Рвайдарова Г.О.</i> ВЛИЯНИЕ МЕДНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРОТИВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ТОМАТОВ.....	616
<i>Кусалина Р., Исакова К.М., Анапияев Б.Б.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ IN VITRO ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ CATHARANTHUS ROSEUS L.....	624
<i>Козловская Е.А.</i> СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ БОРОФОСФАТОВ.....	628
<i>Хабиев А.Т.</i> РАЗРАБОТКА МИКРОРЕАКТОРНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ РЕАКЦИИ СУДЗУКИ-МИЯРА.....	632
<i>Мустахимов Б.К., Омаркулова Н.С.</i> НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	635

<i>Ихсан Н.А., Абильдина А.К., Аргимбаева А.М., Бахытжан Е.Г.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ АНОДНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ВИСМУТА ДЛЯ МАГНИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ.....	642
<i>Балабаева А. М., Анапияев Б. Б., Малахова Н. П., Тезекбаева Б. К., Дмитриева К. А.</i>	
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МАЛИНЫ IN VITRO.....	648
<i>Жұмагерей А.Ж., Искакова К.М., Анапияев Б.Б.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕСС КАЛЛУСОГЕНЕЗА ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ IN VITRO СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК <i>SORGHUM BICOLOR</i>	653
<i>Карлы Д., Кожанова А., Ержанова Д., Айткалиева Г., Елубай М.</i>	
ОТХОДЫ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРОВ БИТУМА	657
<i>Кезембаева Г.Б., Утегенова А.Ж., Исаев С.А., Алданов А.А.</i>	
ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КАЗАХСТАНЕ.....	661

НАПРАВЛЕНИЕ: «ЭНЕРГЕТИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ»

СЕКЦИЯ: «ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ»

<i>Алмуратова Н.К., Игибаева Ә.</i>	
ВЫБОР СХЕМ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИНВЕРТОРОВ ТОКА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ.....	667
<i>Алмуратова Н.К., Қайратқызы К.</i>	
АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА.....	673
<i>Бокенхан М.М., Сарсенбаев Е.А.</i>	
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ТИПА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА.....	679
<i>Ғали К.О., Алмуратова Н.К., Жұмажан Е.Е.</i>	
ПРИЧИНЫ ВИБРАЦИИ И ШУМА В ТРАНСФОРМАТОРАХ И ПРИ НИХ СПОСОБЫ БОРЬБЫ.....	683
<i>Әжібек Т., Умышев Д.Р.</i>	
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ПАРАБОЛИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТОРА В УСЛОВИЯХ АЛМАТЫ.....	688
<i>Калмен Н.Б., Аукенов Ғ.Қ., Сандыбай О.Ғ.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЩНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В КАЗАХСТАНЕ.....	696
<i>Мирхиязов О. Т., Кишкенебаев М. П., Құралбек М.Н.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ МАЛОМОЩНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В СРЕДЕ MATLAB SIMULINK.....	702
<i>Муқанов А.М., Шакенов К.Б.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАТАРЕЯМИ.....	707
<i>Мұстафин М.А., Алмуратова Н.К., Танабеков М.Е., Байгазинов Б.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ШАГА ОБМОТКИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМА ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ОБМОТКЕ СТАТОРА.....	713
<i>Алмуратова Н.К., Байзакова С.М.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ АППРОКСИМАЦИИ КРИВОЙ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ	719
<i>Баянай А.А., Балгаев Н.Е.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МИКРОГЭС....	723
<i>Елеукенов Е.Д., Сарсенбаев Е.А.</i>	
АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....	727

<i>Лелеш Н.В., Талап М.Т.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	733
<i>Насыр А.А., Сатыбалдиева Р.Ж.</i> ОБЗОР ДОСТУПНЫХ МОДЕЛЕЙ SMART GRID.....	738
<i>Шукруллоев Ш.Г., Сарсенбаев Е.А</i> РЕКУПЕРАЦИЯ НА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ, КАК ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ХОДЕ ТОРМОЖЕНИЯ	743
<i>Шыныбай Ж.С., Артыкбаев Н. Д.</i> ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ «ТИРИСТОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ-АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ» (ТРН-АД).....	747
<i>Шыныбай Ж.С., Чиняева А.Ж.</i> АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТУРБОКОМПРЕССОРА ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	751
<i>Трофимов Г.Г., Бекболатова Ж.К., Григорьев Д.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ НАКОПИТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ КАЗАХСТАНА ДЛЯ ДЕМПФИРОВАНИЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ВИЭ.....	756
<i>Сидорова И.П., Сахобидинов Р.И.</i> ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УЗБЕКИСТАНЕ.....	761
<i>Омарова Ж.Б., Токмолдин Н.С., Ережеп Д.Е.</i> МОДЕЛИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ SCAPS-1D.....	767
<i>Ибраим А.</i> ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕЧАТЬ ПОРШНЕЙ ДВИГАТЕЛЯ НА 3D ПРИНТЕРЕ.....	771
<i>Камаладинов П.</i> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	776

СЕКЦИЯ: «ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ, НЕФТЕГАЗОВОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ОТРОСЛЕЙ»

<i>Аканова Г.К.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТУРБОМАШИН НА ОСНОВЕ МОДИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ИХ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ.....	782
<i>Алмурад К.К., Мырзахметов Б.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ В АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН.....	790
<i>Байгали Е.Б., Калиев Б.З.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЛИЯНИЯ СТРЕССОВЫХ И КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА РАБОТУ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ.....	797
<i>Бақытжан М.Қ., Утегенова А.Е.</i> ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС СЕКЦИОННЫЙ ЦНС-300.....	801
<i>Бахытжанов Н.А., Карманов Т.Д.</i> ТУРБОБУРЫ В НАКЛОННО НАПРАВЛЕННОМ БУРЕНИИ.....	806
<i>Балгаев Д.Е., Заурбеков С.А., Жумадилова А.С.</i> ОБЗОР КОМПОНЕНТОВ ШТАНГОВЫХ НАСОСОВ, ДИАГНОСТИКА, А ТАКЖЕ ОБЩИЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕРЫ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ.....	810
<i>Бейсенбі Д.Ш., Калиев Б.З.</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК БУРОВОЙ КОЛОННЫ.....	817

<i>Бейсенгазы А.Е., Калиев Б.З.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ В РЕЗЕРВУАРАХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА И ПОДГОТОВКИ.....	821
<i>Жалил С.К., Карманов Т.Д.</i>	
КОНСТРУКТОРСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДОЛОТ ПИКОБУРА С ОРУЖИЕМ PDC.....	824
<i>Жандар Е.Е., Елемесов К.К.</i>	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА.....	830
<i>Ильгульдинова Т.М., Хамитова Г.Ж.</i>	
УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ПОТРЕБНОГО ОБОРОТНОГО ФОНДА АГРЕГАТОВ ДЛЯ САМОХОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ.....	834
<i>Казамбаева А.А., Заурбеков С.А.</i>	
УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ КЛАПАННЫХ УЗЛОВ ШТАНГОВОГО ГЛУБИННОГО НАСОСА ПУТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАВНОМЕРНОГО ИЗНОСА ЗАПОРНОГО ЭЛЕМЕНТА.....	839
<i>Қайып С.А, Карманов Т.Д</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ В НЕФТЕДОБЫЧНЫХ СКВАЖИНАХ МЕТОДОМ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ПЛАСТА.....	844
<i>Керімбай Қ.С. Столповских И.Н.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ИСКРИВЛЕННИЙ СКВАЖИН НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ШТАНГОВОЙ КОЛОННЫ ИСНУ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	851
<i>Кусаинов А., Сарыбаев Е.Е., Санак А., Бейсенов Б.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВЫХ И РАЗДВИЖНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРЁХКАМЕРНЫХ СИЛЬФОННЫХ ПНЕВМОБАЛЛОНОВ.....	855
<i>Максутканова З.М., Абдуллаев С.С.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	862
<i>Медет И.М., Утегенова Ә.Е.</i>	
ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ.....	867
<i>Мендигалиева Г.Т., Утегенова А.Е.</i>	
МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И БОРЬБЕ С ОСЛОЖНЕНИЯМИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ.....	871
<i>Отарбаев А.К. Мырзахметов Б.А.</i>	
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВА СНАРЯДА ДЛЯ ОЧИСТКИ НКТ ОТ АСПО.....	875
<i>Клычбаев С.Д.</i>	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	879
<i>Сарсанбеков К.К., Рыскелдиева Г.Д., Омарбекова Б.С.</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В РАМКАХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЯЗЫКА.....	883
<i>Сарыбаев Е.Е., Бакбергенов М., Бейсенов Б.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЧКИ ПУСКА ГЛАВНОГО ПРИВОДА НА ТРАЕКТОРИИ РАЗДВИЖКИ СИЛЬФОННОГО БАЛЛОНА В СОСТАВЕ ЛОПАСТНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ НА ПУСКОВЫЕ ТОКИ.....	887
<i>Сейдахметова А.Н., Елемесов К.К.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ПОРШНЕВОГО БУРОВОГО НАСОСА.....	892
<i>Сепбосынов Ә.Т., Столповских И.Н.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТОВЫХ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	897

<i>Серали Ф.С., Теленди А.Н., Мырзахметов Б.А.</i> СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ПЕСКОПРОЯВЛЕНИЕМ НА СКВАЖИНАХ.....	901
<i>Серикбаева М.Т., Бөртебаев С.А.</i> ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ДРОБИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	906
<i>Теленди А.Н., Серали Ф.С., Мырзахметов Б.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОКОНАПОРНЫХ СОПЕЛ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СТРУЙНЫХ НАСОСАХ.....	910
<i>Тулешов С.А., Калиев Б.З.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ В СИСТЕМЕ КОМПРИМирования КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ.....	914
<i>Хабибулина Г.С., Набоко Е.П., Андреев В.А.</i> ВАЛКОВЫЙ МЕТОД НАНЕСЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА МЕТАЛЛ С ЦЕЛЬЮ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ.....	919
<i>Сепбосынов Э.Т., Столбовских И.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТОВЫХ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	923

СЕКЦИЯ: «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

<i>Каржасов Ж.К., Толентиулы С.</i> ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ....	927
<i>Калбанов Н.Ж.</i> СОЗДАНИЕ ТАКТИЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ И СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ СО ШРИФТОМ БРАЙЛЯ, НАПЕЧАТАННЫЙ НА ПЛАСТИКЕ МЕТОДОМ 3D ПЕЧАТИ.....	931
<i>Шуховцев И.С., Альпеисов А.Т.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ (ШТАМПА).....	935
<i>Раджапова Г.М.</i> ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОДНОПРОХОДНОЙ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ (SINGLE PASS JETTING) НА ПРИМЕРЕ 3D-ПРИНТЕРА P-1.....	938
<i>Кабылбек Ш.Б.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КУЛАЧКОВОГО ПРЕССА С НИЖНИМ ПРИВОДОМ.....	942
<i>Жумадилда А.О.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ НИЗКИХ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА.....	946
<i>Кулсугурова Д.Р.</i> ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН.....	952
<i>Камбар М.Т., Альпеисов А.Т., Кулсугурова Д.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОЛОЧЕНИЯ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СХЕМЫ ДЕФОРМАЦИИ.....	956
<i>Есмухамбетова Д.Е.</i> ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ КАТЕГОРИИ L2/L6 В АЛМАТЫ.....	961
<i>Смаилова Г.А., Бекбосынова Б.А., Арсаланова Н.М., Дүзелбай А.Б.</i> АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ШУМА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ЗУБЬЯМИ.....	965
<i>Смаилова Г.А., Бекбосынова Б.А., Арсаланова Н.М., Дүзелбай А.Б.</i> ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЗУБЬЕВ КОЛЕС НА ШУМ ПРИВОДА СТАНА.....	971

<i>Кунтушев А., Альпеисов А.Т., Кулсугурова Д.Р.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЗЕМЛЯНЫХ НАСОСОВ.....	976
<i>Сагитов Р.А. , Альпеисов А.Т.</i>	
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ САД СИСТЕМ.....	980
<i>Байғалиұлы Б.Н., Төлөндіұлы С.</i>	
VR-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ РАБОТ.....	985
<i>Сатыбалды С.П. , Елемесов К.К, Басканбаева Д.Д.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	989
<i>Лаубаева А.Ж.</i>	
РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОСКОГО СТАЛЬНОГО ПРОКАТА.....	994
<i>Қанабекова А.Т., Кулсугурова Д.Р., Абилкайыр Ж.Н., Альпеисов Т.А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВАЛОВ НА СТАНКАХ С ЧПУ.....	1000
<i>Исаметова М.Е., Смаилова Г.А., Нуртаева Ш.Б., Арсаланова Н.М, Аңсабай Қ.Қ.</i>	
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА, СОСТОЯЩЕГО ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	1004
<i>Исаметова М.Е., Смаилова Г.А, Нуртаева Ш.Б., Арсаланова Н.М, Аңсабай Қ.Қ.</i>	
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	1012
<i>Құрман Ж.Қ.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕМОНТА ВОДЯНЫХ НАСОСОВ.....	1019
<i>Түлегенов У.Е.</i>	
ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ТЕРМОУПРОЧНЕННЫХ РЕЛЬСОВ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	1024
<i>Тілеуқұл Н.Д., Омарова Ж.Б., Арсаланова Н.М.</i>	
АНАЛИЗ СЕРТИФИКАЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ.....	1030
<i>Мейрамбай М.Л., Альпеисов Т.А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА СТАНКАХ С ЧПУ.....	1034
<i>Мустафа А.М., Арымбеков Б.С.</i>	
ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕМПЕРАТУРОЙ СЛОЯ ПОРОШКА И МИКРОСТРУКТУРОЙ СПЕЧЕННОГО ЛАЗЕРОМ.....	1038
<i>Абдраманов Н.Н.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА ПО ИЗУЧЕНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА.....	1043

CONTENTS

EARTH SCIENCES

SECTION: “OIL AND GAS AND ORE GEOPHYSICS. MODERN SCIENTIFIC PROBLEMS AND PRACTICAL TASKS. METHODS OF REGISTRATION, PROCESSING, INTERPRETATION AND MODELING OF GEOPHYSICAL DATA»

B.M. Rakishev

SATBAYEV METALLOGENIC SCHOOL

IN STRENGTHENING THE MINERAL RESOURCE BASE OF KAZAKHSTAN 3

Jumaev D.D.

CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL CORRELATION SECTION BASED ON THE DATA OF DRILLING WELLS AND LOGGING STUDIES IN THE SELECTED AREAS ON THE PROFILE OF MUBAREK-GUZAR-BOYSUN-BOBOTAG..... 19

Turdibayev I.A., Istekova S. A.

FEATURES OF PROCESSING SEISMIC DATA IN THE STUDY OF GEOLOGICAL SECTIONS OF ORE OBJECTS IN CENTRAL KAZAKHSTAN..... 25

Kiseyeva Sh., Raushanbek D., Assirbek N.A., Sharapatov A.

THE METHOD OF INTERPRETATION OF GIS DATA IN GIK SOFTWARE WHEN CALCULATING URANIUM RESERVES 32

Sitdikova G.R.

WEST SIBERIAN GAS SATURATED HYDROCARBON STACKED RESERVOIS INVESTIGATION APPLYING AMPLITUDE SEISMIC INVERSION BY WELL LOG AND SEISMIC DATA..... 24

Ван Ж., Жуков А.П.

SINGER CODES TO COMPLETELY SIDELOBES OF VIBRATION DATA CORRELATION FUNCIONS..... 40

Tarasova V.S.

THE STUDY OF TERRIGENOUS RESERVOIRS OF EASTERN SIBERIA ACCORDING TO WELL LOGGING AND SEISMIC DATA USING PROBABILITIES APPROACHES TO QUANTITATIVE INTERPRETAION..... 54

Tlepiyeva Zh.M., Kusherbayeva A.S., Istekova S.A.

PETROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF OIL AND GAS BEARING RESERVOIRS OF THE SOUTH MANGYSHLAK FIELDS..... 59

Kairov D.S., Abetov A.

TECHNOLOGY FOR OBJECT-ORIENTED INTERPRETATION OF CDP SEISMIC DATA AND THE RESULTS OF EXPLORATION WORK AT THE OIL FIELDS OF THE SAGIZ BLOCK..... 67

Лу Г., Гайнанов В.Г.

FEATURES OF THE RESOLUTION AND VERY-HIGH RESOLUTION SEISMIC DATA PROCESSING ACQUIRED IN THE SHALLOW SOUTH CALIFORNIA SEA..... 73

Rozhenkov E.A.

THE INFLUENCE OF THE METHOD OF ESTIMATING THE DENSITY OF THE MEDIUM ON THE RESULT OF GEOMECHANICAL MODELING..... 80

Osintseva N.A.

SEARCH FOR MISSED DEPOSITS IN THE MIDDLE JURASSIC DEPOSITS OF THE SOUTH-MANGYSHLAK BASIN ZHETYBAY-UZEN STAGEEARCH FOR MISSED DEPOSITS IN 87

Sailaugaliyev Zh. M., Asqaruly O., Meirambaiuly A., Zhalgassov R., Saduov A. B., Sharapatov A.

PREPARATION FOR FURTHER PROCESSING AND INTERPRETATION OF GEOPHYSICAL MAGNETIC DATA USING GEOSOFT OASIS MONTAJ SOFTWARE..... 93

Sidorova I.P., Sakhobidinov R.I.

THE STRUCTURE OF THE LITOSPHERE OF THE ORE REGIONS OF UZBEKISTAN..... 100

<i>Bikeeva L.R., Gaffarov M.A., Adylov D.M., Pulatov A.A.</i>	
ON THE POSSIBILITY OF PREDICTING BURIED STRUCTURAL TRAPS REMOTE SENSING AND GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA (ON THE EXAMPLE OF THE SOUTHEASTERN PART OF THE USTYURT REGION).....	107
<i>Esengeldina A.E., Zhumabay N.J., Adil J.K., Biyazov D.S., Baimurat A.T., Tozuzov K.C.</i>	
PETROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF GEOLOGICAL COMPLEXES ZHEZKAZGAN ORE DISTRICT.....	112

SECTION: MODERN TECHNOLOGIES IN THE PROCESSES OF DRILLING, EXTRACTION, COLLECTION AND TRANSPORTATION OF OIL AND GAS

<i>Abakhanov G.E.</i>	
INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF THE DRILLING MODE ON THE DRILLABILITY MODEL ON THE EXAMPLE OF THE URIKHTAU FIELD.....	104
<i>Abdeli D. Zh., Seiden A. B., Begeev I. Zh.</i>	
PROGRESSIVE IMPROVEMENT METHODS PROCESSES OF THE DEVELOPMENT OF OIL RESERVOIRS.....	109
<i>Abduali K.</i>	
DESCRIPTION OF SEDIMENTATION TYPES AND HAZARDS OF SURFACE STORAGE OIL TANKS.....	117
<i>Aldangorov R.B.</i>	
IMPLEMENTATION OF «DIGITAL DRILLING» MODULE AT IS ABAL.....	121
<i>Amanzhol S.A.</i>	
ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE IN THE APPLICATION OF FLOW-BENDING TECHNOLOGIES.....	128
<i>Andasbayeva A. A.</i>	
EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF OPERATIONS TO REDUCE THE TECHNOLOGICALLY UNAVOIDABLE GAS FLARING VOLUME DURING THE PROCESS OF HIGH SULFUR GAS TREATMENT.....	133
<i>Asauov A.A.</i>	
TECHNOLOGIES FOR LIMITING SAND REMOVAL AND INTENSIFICATION OF INFLOW BY HYDRAULIC FRACTURING WITH PROPANE PACKING (GRAVEL PACK).....	138
<i>Astakhova M.Kh.</i>	
SOLVING THE PROBLEM OF SAND REMOVAL FROM FIELD X.....	142
<i>Azhdarova A.G.</i>	
PROBLEMS ASSOCIATED WITH THE LIMITATION OF WATER INFLOW INTO THE WELL.....	147
<i>Baimuratova A., Doskazyeva G.</i>	
THE PROGRAM OF LABORATORY STUDIES OF THE FORMATION OF PARAFFIN FORMATION IN THE FORMATION.....	152
<i>Baktybay A.K.</i>	
SELECTION OF ACID COMPOSITION FOR USE IN TERIGENIC RESERVOIRS UNDER CONDITIONS OF HIGH CARBONATE CONTENT.....	156
<i>Bimagambetova A.M., Ismailova J.A., Delikesheva, D.N. Abdukarimov, A.K., Mombekov B.I.</i>	
THE MODERN TECHNOLOGIES IN PREDICTING WAX PRECIPITATION FROM CRUDE OIL MIXTURES.....	162
<i>Bukenova M.S., Kasenov A.K., Moldabekov M.S.</i>	
COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR CLEANING OIL WELLS FROM DEPOSITS ON THE EXAMPLE OF THE UZEN FIELD.....	167
<i>Iskakova L.T.</i>	
THE MAIN DEFECTS IN THE METAL STRUCTURE OF VERTICAL STEEL TANKS, LEADING TO LEAKAGE OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS.....	172
<i>Jalalov G.E., Kunayeva G.Y., Moldabayeva G.Zh.</i>	
ON NONISOTHERMAL FILTRATION OF STATIONARY FILTRATION OF A SINGLE-PHASE LIQUID TO A HORIZONTAL WELL IN A DEFORMABLE FORMATION.....	178

<i>Jumaliyeva A.R., Kalieva D.B., Gorbachev A.A., Nurulina L.L.</i>	
A COMPLETE SOLUTION FOR EFFICIENT AND EFFECTIVE DRILLING.....	182
<i>Kaidar A.M., Moldabekov M. S.</i>	
STUDY OF THE REDUCTION OF HYDRAULIC RESISTANCES IN PIPELINE TRANSPORTATION OF VISCOUS OIL.....	185
<i>Karimova A.S., Shayakhmetova Zh.B., Suyungaliyev R., Parpiyev R.</i>	
MEROFRIENDSI'M ON PREVENTION AND CONTROL WITH COMPLICATIONS DURING THE OPERATION OF WELLS AT THE KARSACK FIELD.....	189
<i>Kariyeva D.M. , Abduvali T.A.</i>	
CHANGES IN WATER INJECTION TECHNOLOGY IN ORDER TO INCREASE OIL RECOVERY IN LOW-PERMEABLE FORMATIONS.....	193
<i>Kenzhetayev A.E.</i>	
ANALYSIS OF THE PROSPECTS FOR DRILLING NEW WELLS IN MATURE EMBA FIELDS ON THE EXAMPLE OF THE KOSHKAR FIELD.....	197
<i>Khussainova A.R., Ismailova J.A., Abdugarimov A.K.</i>	
A NEW PREDICTIVE THERMODYNAMIC MODEL OF PARAFFIN FORMATION WITH THE CALCULATION OF THE POYNTING CORRECTION FACTOR.....	205
<i>Kim I.V., Bekbauov B.Ye.</i>	
AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL MODES OF OIL WELLS - AN EFFECTIVE TOOL FOR RESERVOIR DEVELOPMENT.....	210
<i>Kistaubayev S., Bolatbek Sh., Sailaubay M., Zaurbekov K.S.</i>	
DEVELOPMENT OF OFFSHORE FIELDS USING TECHNOLOGIES OF THE 21ST CENTURY	214
<i>Klyushnichenko V.S., Belbaeva T.A.</i>	
VIBROWAVE IMPACT AS A METHOD OF ENHANCED OIL RECOVERY.....	220
<i>Kochenevskiy V.R.</i>	
DEVELOPMENT OF LABORATORY METHODS FOR THE SELECTION OF ACID COMPOSITION.....	228
<i>Kossymbaev Sh.A., Abdeli D.Zh.</i>	
EFFICIENCY OF USING GAS METHODS TO INCREASE OIL PRODUCTION AT THE TENGIZ FIELD.....	232
<i>Kulumbetov A.K.</i>	
FISH OIL.....	237
<i>Kuralov D.A.</i>	
ANALYSIS OF NEW TYPES OF FLOW-DIVERTING TECHNOLOGIES.....	241
<i>Kurmangazy Z.K.</i>	
POLYMER FLOODING APPLICATION FOR KAZAKHSTAN FIELD.....	246
<i>Magzumov N.M.</i>	
OPTIMIZATION OF DRILLING PARAMETERS OF EXTENDED REACH WELLS USING SU-2 WELL.....	251
<i>Malybaev T.M., Bekzhigit E.E., Izmagambetov A.Z., Zaurbekov K.S.</i>	
PREDICTION OF PRODUCTION BY THE METHOD OF TRADITIONAL FALL CURVE ANALYSIS (DCA) AND THE USE OF THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE.....	258
<i>Maximov M.Yu.</i>	
INCREASING THE RATE OF WELLS WITH THE HELP OF ELECTRIC IMPACT.....	263
<i>Moldabaeva G. Zh., Suleimenova R.T.</i>	
ANALYSIS OF THE RESULTS OF HYDRODYNAMIC STUDIES OF WELLS AND STRATA AT THE KENKIYAK DEPOSIT	266
<i>Mukashev A.T.</i>	
DEVELOPMENT OF MEASURES TO PREVENT AND ELIMINATE HYDRATE FORMATIONS AT THE KARACHAGANAK FIELD.....	271
<i>Ryskeldi D.B.</i>	
PREDICTION OF PARAFFIN DEPOSITION IN THE HYDROCARBON PRODUCTION SYSTEM.....	276

SOME METHODS FOR DETERMINING PVT FLUID PROPERTIES IN HYDRODYNAMIC MODELING OF OIL RESERVOIR.....	283
<i>Samusev K.D., Zaurbekov K.S.</i>	
COMPARISON OF METHODS FOR ANALYZING THE EFFICIENCY OF APPLYING THE VOGEL AND FETKOVICH INDICATOR CURVES IN PREDICTING OIL FLOW RATES.....	288
<i>Zhetruov Zh.T., Shayakhmet K.N., Karsybayev K.K., Bulakbay A.M., Kulzhanova S.B.</i>	
APPLICATION OF PROXY MODELS FOR OIL RESERVOIRS PERFORMANCE PREDICTION.....	293
<i>Shayakhmetova Zh.B., Karimova A.S., Talgatbek G. M., Semenikhin D.I.</i>	
JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF RECOMMENDED METHODS OF OPERATION OF WELLS, WELLHEAD AND DOWNHOLE EQUIPMENT AT THE KARSAK FIELD.....	300
<i>Sikhayev M.A., Kaultayev S.O.</i>	
STUDY OF SUCKER ROD FAILURES AT PRODUCTION WELLS ON UZEN FIELD.....	304
<i>Smagulov N.N., Bekbauov B.E.</i>	
MODELING OF WETTABILITY CHANGE PROCESSES USING UTCHEM SIMULATOR.....	311
<i>Sultangazieva A.T., Uyabay G.</i>	
ANALYSIS OF THE CHEMICAL METHOD OF INCREASING THE OIL RECOVERY OF POLYMER FLOODING BY ECONOMIC EFFICIENCY.....	317
<i>Suyungaliyev R.M., Shakirova N.Sh., Turaliev A.K., Esimseit E.Zh.</i>	
ELIMINATION OF SCALE FORMATION IN WELLS IN KAZAKHSTAN.....	322
<i>Taskibayev M.B.</i>	
STOCK DISPLACEMENT CHARACTERISTICS FOR DEVELOPMENT STATUS ANALYSIS..	327
<i>Tazhimov S.M., Zatcepin V.V.</i>	
ON THE NATURE OF A SHARP DECREASE IN THE INJECTIVITY OF INJECTION WELLS IN A HYDROPHILIC RESERVOIR.....	334
<i>Tazhmagambetova B., Doskaziyeva G.</i>	
ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL MEASURES.....	339
<i>Tuleshov K.A.</i>	
IMPROVING THE EFFICIENCY OF PROCESS EQUIPMENT AND REDUCING MAINTENANCE COSTS.....	344
<i>Turdiyev M.F., Suleimenova R.T., Tuzelbayeva S. R., Bimagambetov K. B.</i>	
RESEARCH ON THE SELECTION OF CHEMICALS FOR POLYMER FLOODING.....	348
<i>Tursyn A., Imansakipova N.B.</i>	
REPAIR WORK OF SECTIONS 654.3–1304.1KM OF THE KAZAKHSTAN-CHINA GAS PIPELINE.....	352
<i>Utemissova L.G.</i>	
IMPROVING THE EFFICIENCY OF WELLS USING IMPROVED SELECTION OF DOWNHOLE PUMPING EQUIPMENT.....	356
<i>Ermagambetova N.B., Muzdybay A.S.</i>	
APPLICATION OF MICROBIOLOGICAL METHODS TO ENHANCE OIL RECOVERY.....	360
<i>Yesimhanova A.K., Yskak A.S., Yertayeva A.</i>	
ANNULAR PRESSURE IN WELLS.....	364
<i>Yskak A. S., Mukhamedyanova A.T., Khagag F.S.</i>	
ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF WATER SHUT-OFF OF WELLS.....	368
<i>Yuldashov K.T.</i>	
ANALYSIS OF CHEMICAL METHODS FOR COMBATING ASPHALT AND PARAFFIN DEPOSITS IN OIL PRODUCTION.....	373
<i>Zhumazhanov S.T., Efendiyeu G.</i>	
THE MAIN IDEAS ABOUT THE MECHANISM OF THE HYDRAULIC BREAK LAYER.....	377
<i>Sim M.D., Taskali A.T., Myrzatayeva D.K., Sagatova, B.S. Zaurbekov K.S.</i>	
METHOD FOR INCREASING OIL RECOVERY “CHOPS” AT THE KARAZHANBAS FIELD...	381
<i>Abileva S.Zh.</i>	
STUDY OF METHODS OF ENHANCED OIL RECOVERY TO REDUCE OIL VISCOSITY AT A LAST STAGE OF DEVELOPMENT.....	384

SECTION: HYDROGEOLOGY, ENGINEERING AND OIL AND GAS GEOLOGY

Shadymanov Y.M.

HYDROGEOLOGICAL ASPECTS OF INDUSTRIAL WASTE DISPOSAL INTO DEEP AQUIFERS (ON THE EXAMPLE OF THE NIZHNEBALAKHONTSEVSKY SITE OF POTASSIUM-MAGNESIUM SALTS OF THE PERM TERRITORY).....	389

Rakhimkyzy N., T.A.Yensepbayev

GEOCHEMICAL FEATURES OF OIL AND ORGANIC SUBSTANCES OF BUZACHI PENINSULA.....	397

Mametov Sh.Kh.

THE INFLUENCE OF DISTANT TECTONIC EVENTS ON THE FORMING OF ZAYSAN BASIN	402

Kuliyeva A.A.

DETERMINATION OF THE TYPE OF ORGANIC MATTER AND THE TYPE OF KEROGEN ON THE EXAMPLE OF THE UZEN AND KARAMANDYBAS DEPOSITS.....	407

Kenessary A.ZH., Paragulkov T.Kh.

PLANNING AND ANALYSIS OF SEISMIC 3D DATA TO BUILD A DETAILED GEOLOGICAL MODEL OF THE FIELD.....	412

Gabdullin A.

SEDIMENTOLOGICAL AND GEOLOGICAL DESCRIPTION OF THE CARBONATE PLATFORM ON THE SOUTHERN MARGIN OF THE CASPIAN DEPRESSION (KASHAGAN FIELD).....	418

Sarsenbekkyzy A., Zapparov M.R.

ASSESSMENT OF THE STUDY AND CONDITION OF ANTI-SETTLEMENT PROTECTION (FOR EXAMPLE, THE BOLSHAYA ALMATINKA RIVER).....	423

Danabek M.M.

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF WATER SUPPLY AND SANITATION SYSTEMS IN ALMATY	429

Dyussengazina U. G.

INVESTIGATION OF PRECIPITATION PROPERTIES OF THE ALMATY WATER TREATMENT PLANT TO ENSURE THEIR EFFICIENT DISPOSAL.....	434

Kamzina S.N., Zinur A.Z., Zhetpisbayeva T.K.

THE ACT OF SURVEY OF THE MORAINÉ LAKE UNDER THE MAKSIMOV GLACIER IN THE SHELEK RIVER BASIN IN THE TERRITORY OF THE ALMATY REGION.....	438

Kozhakhmet L.B.

STUDY AND SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF MINING OPERATIONS AT THE QUARRY OF THE KOKSU DEPOSIT OF THE GPC "KARATAU" ON GROUNDWATER (INCLUDING THE CONDITIONS OF THE OUTLET OF THE ZHYLYBULAK SPRING).....	447

Suo Rina

ACTIVE PERCOLATION WALL TECHNOLOGY FOR REMEDIATION OF GROUNDWATER POLLUTION.....	453

Kazhan I.M.

GEOLOGICAL STRUCTURE AND POTENTIAL RESERVOIR HORIZONS WITHIN THE ILI SEDIMENTARY BASIN.....	457

Zhanibekova A.B., Atykhanov A.S., Shidayeva S.S., Adilbay Zh.E.

ESTIMATION BY THE HYDRODYNAMIC METHOD OF INFILTRATION RECHARGE OF A GROUND AQUIFER IN AN INTERFLUVE MASSIF.....	480

Nartov Y.

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL STUDIES OF OIL-GENERATING SUITES, GEOLOGICAL DESCRIPTION AND ASSESSMENT OF THE HYDROCARBON POTENTIAL OF THE SOUTHEASTERN PART OF THE CASPIAN DEPRESSION (KASHAGAN FIELD).....	486

Murtazin E.Zh., Miroshnichenko O.L., Kudaiberdi Zh.S.

RE-ESTIMATION OF OPERATING GROUNDWATER RESERVES OF A DEPOSIT BY METHODS OF MATHEMATICAL MODELING (BY THE EXAMPLE OF THE MASHURAN GROUNDWATER DEPOSIT).....	491

SECTION: CURRENT PROBLEMS OF GEOLOGY AND REPLENISHMENT OF THE MINERAL RESOURCE BASE OF KAZAKHSTAN

Abdullaeva T.L.

THE RELEVANCE OF THE APPLICATION OF STATISTICAL DATA ANALYSIS IN GEOLOGY..... 495

Dolgikh D. G., Yelemessova A. K., Semerikova D. Y.

OUTSTANDING GEOLOGISTS OF POLYTECH..... 499

Kalibek B.S., Nigmatova S.A., Arshamov Y.K.

THE USE OF GEOLOGICAL ROUTES OF THE NATIONAL PARK "ALTYN-EMEL" FOR STUDENT PRACTICE AND THE DEVELOPMENT OF GEOTOURISM..... 503

Mekenbek G.N., Kembayev M.K.

STAGES OF FORMATION AND GEOLOGICAL AND GENETIC MODEL OF THE KATPAR FIELD..... 508

Muratbaev E.T., Arshamov Y.K.

EXEMPLARY LIFE OF KARATAI TURUSOV..... 512

Muratbayev E.T., Arshamov Y.K.

COMPARATIVE RESEARCH OF MATHEMATICAL AND PHYSICAL MODELS OF TECTONIC ZONES..... 517

Nurmukhambet D.T., Kembayev M.K.

GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL FEATURES OF THE VASILIEVSKY GOLD DEPOSIT..... 520

Strelnikov N.N., Omarova G.M.

ON THE HYPOTHESES OF THE FORMATION OF THE CASPIAN SYNECLISE..... 524

Suleimenov B.T., Kembayev M.K.

EFFICIENT WAY OF DRILLING WELLS IN PROMEZHUTOCHNYI AREA, KOKTENKOL DEPOSIT..... 528

Tugamabai S.Sh., Asubayeva S.K.

CHARACTERISTICS OF ORE BODIES OF THE SOUTH MAKSUT DEPOSIT..... 532

Tursunov A., Kokkuzova M.

MICRO- AND NANO-MINERAL COMPONENTS OF ORES AS A RESOURCE FOR REPLENISHING MINERAL RESERVES IN KAZAKHSTAN..... 536

Tursunov A., Kokkuzova M.

MINERALOGICAL SCHOOL OF EKATERINA ALEXANDROVNA ANKINOVICH..... 541

Shukmanov S., Omarova G.M.

GEOLOGICAL STRUCTURE AND METHODOLOGY FOR EXPLORATION OF THE VARVARINSKOYE GOLD DEPOSIT..... 548

Karimova F.B., Dzhumaniyazov D.I.

POLYFORMATIVENESS OF COPPER-MOLYBDENUM DEPOSITS OF ALMALYK ORE DISTRICT..... 552

Asar Zh. B.

"EARTHQUAKES AND WAYS TO SOLVE SEISMOLOGICAL PROBLEMS. LIFE SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION"..... 557

TOPICAL ISSUES OF BIOTECHNOLOGY, CHEMICAL TECHNOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Aliaskarova A.Zh., Nuruldaeva G.Zh.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF AN OIL AND GAS PRODUCING ENTERPRISE ON THE SOIL COVER AND THE CHOICE OF MEASURES FOR THEIR RESTORATION..... 561

Kaluova A.B.

SYNTHESIS AND STUDY OF THE PROPERTIES OF A NEW INORGANIC SORBENTS..... 566

Bulteyeva Z.Kh., Kuatbaeva G.K.

HOUSEHOLD WASTEWATER PURIFICATION IN THE CONDITIONS OF THE SHIFT CAMP 570

Aubakirova K.M., Kambarbekova A.A., Kulataeva M.S.,

<i>Satkanov M.Zh., Alikulov Z.A.</i> MONITORING THE CONDITION OF FISH WHEN ADDING MOLYBDENUM FEEDS TO THE AQUAPONIC SYSTEM.....	576
<i>Sartbaeva K.M., Iskakova T.K.</i> STUDY OF THE SILANIZATION PROCESS OF BENTONITE CLAY OF THE TAGANSKY DEPOSIT.....	581
<i>Siguatova G., Zheksenbay E., Tlekkabyl Sh., Umerserik B., Kabdrakhmanova S.K., Shaimardan E., Kerimkulova A.Zh.</i> THE EFFECT OF COPPER NANOPARTICLES ON THE GROWTH OF SOYBEANS.....	589
<i>Yussupaliyev D.M., Abdiyev K.Zh.</i> ARDUINO, PYTHON, TCLAB FOR CHEMICAL PROCESS THERMODYNAMICS STUDY	597
<i>Popova A., Mansur T., Sailaukhanuly Y., Azat S.</i> PHYSICAL AND CHEMICAL ASSESSMENT OF THE QUALITY OF DRINKING WATER IN ALMATY.....	604
<i>Otarova V.</i> STUDY OF INHIBITORY PROPERTIES OF MATERIALS BASED ON ZINC-MODIFIED POLYPHOSPHATES.....	608
<i>Omarov N.D., Kazbekova D.E., Sadykov Z.B.</i> THE EXPERIENCE OF THE LEADING COUNTRIES IN INTEGRATED WASTE MANAGEMENT.....	612
<i>Madin A.B., Yessimova O.A., Rvaydarova G.O.</i> THE EFFECT OF COPPER-POLYMER COMPOSITIONS AGAINST BACTERIAL DISEASES OF TOMATOES.....	616
<i>Kusalina R., Iskakova K.M., Anapiyayev B.B.</i> IMPROVEMENT OF IN VITRO CULTIVATION METHODS OF THE MEDICINAL PLANT CATHARANTHUS ROSEUS L.....	624
<i>Kozlovskaya Ye.A.</i> SYNTHESIS AND PROPERTIES OF MAGNESIUM-CONTAINING BOROPHOSPHATES.....	628
<i>Khabiyev A.T.</i> DEVELOPMENT OF A MICROREACTOR PROCESS FOR THE SUZUKI-MIYARA REACTION.....	632
<i>Mustahimov B.K., Omarkulova N.S.</i> LOW-TEMPERATURE CONCOCTION OF WATER SOLUTIONS OF THERMOLABILE SUBSTANCES.....	635
<i>Ikhsan N.A., Abildina A.K., Argimbayeva A.M., Bakhytzhana E.G.</i> OPTIMIZATION OF THE CONDITIONS FOR OBTAINING A BISMUTH-BASED ANODE MATERIAL FOR MAGNESIUM-ION BATTERIES.....	642
<i>Balabayeva A. M., Anapiyayev B. B., Malakhova N. P., Tezekbayeva B. K., Dmitriyeva K. A.</i> RASPBERRY CULTIVATION IN VITRO.....	648
<i>Zhumagerei A.Z., Iskakova K.M., Anapiyayev B.B.</i> THE STUDY OF FACTORS INFLUENCING THE PROCESS OF CALLUSOGENESIS DURING CULTIVATION OF SOMATIC CELLS IN VITRO OF <i>SORGHUM BICOLOR</i> L.....	653
<i>Karly D., Kozhanova A., Yerzhanova D., Aitkaliyeva G., Yelubay M.</i> POLYETHYLENE TEREPHTHALATE WASTE AS BITUMEN MODIFIERS.....	657
<i>Kezembayeva G.B., Utegenova A.Zh., Issayev S.A., Aldanov A.A.</i> THE PROBLEM OF DETERMINING THE QUALITY OF ATMOSPHERIC AIR IN KAZAKHSTAN.....	661

ENERGY AND MECHANICAL ENGINEERING

SECTION: PROBLEMS AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF ENERGY IN KAZAKHSTAN

<i>Almuratova N.K., Igibayeva A.</i> SELECTION OF SCHEMES OF AUTONOMOUS ENERGY-EFFICIENT CURRENT INVERTERS FOR USE IN PUMPING UNITS.....	667

<i>Almuratova N.K., Kairatkyzy K.</i> ADAPTIVE CONTROL SYSTEM OF FREQUENCY-CONTROLLED ELECTRIC DRIVE.....	673
<i>Bokenhan M.M., Sarsenbayev Y.A.</i> DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CHOOSING THE OPTIMAL TYPE OF ELECTRIC DRIVE FOR ELECTRIC VEHICLES.....	679
<i>Gali K., Almuratova N., Zhumazhan E.</i> CAUSES OF VIBRATION AND NOISE IN AND WITH TRANSFORMERS WAYS TO FIGHT.....	683
<i>Azhibek T., Umyshev D.R.</i> DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A SOLAR PARABOLIC CONCENTRATOR IN THE CONDITIONS OF ALMATY.....	688
<i>Kalmen N.B., Aukenov G.K., Sandybay O.G.</i> DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF POWERFUL SOLAR POWER PLANTS IN KAZAKHSTAN.....	696
<i>Mirkhiyazov O. T., Kishkenbaev M. P., Kuralbek M.N.</i> SIMULATION OF AN AUTONOMOUS LOW-POWER SOLAR POWER PLANT IN THE MATLAB SIMULINK ENVIRONMENT.....	702
<i>Mukanov A.M., Shakenov K.B.</i> OPTIMIZATION OF THE BATTERY MANAGEMENT SYSTEM.....	707
<i>Mustafin M.A., Almuratova N.K., Tanabekov M.E., Baigazinov B.</i> OPTIMIZATION OF GEOMETRIC PARAMETERS AND WINDING PITCH OF ASYNCHRONOUS MOTORS OF CENTRIFUGAL PUMPS ACCORDING TO THE CRITERION OF MINIMUM POWER LOSSES IN THE STATOR WINDING.....	713
<i>Almuratova N.K., Bayzakova S.M.</i> IMPROVING THE ACCURACY OF EFFICIENCY CURVE FITTING.....	719
<i>Bayanay A. A., Balgayev N.E.</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE MAIN EQUIPMENT OF A MICRO HPP.....	723
<i>Yeleukenov Y.D., Sarsenbayev Y.A.</i> ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY IN MINING ENTERPRISES THROUGH THE USE OF REACTIVE POWER COMPENSATION DEVICES.....	727
<i>Lelesh N.V., Talap M.T.</i> USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES TO MONITOR THE CONDITION OF THE POWER LINE.....	733
<i>Nassyr A.A., Satybaldiyeva R.Zh.</i> OVERVIEW OF AVAILABLE SMART GRID MODELS.....	738
<i>Shukrulloev Sh. Gh., Sarsenbayev Y.A.</i> RECUPERATION ON AN ELECTRIC VEHICLE AS A SOURCE OF ELECTRICAL ENERGY DURING BRAKING.....	743
<i>Shynybay Zh., Artykbayev N.</i> SOFTWARE FOR SYSTEMS "THYRISTOR VOLTAGE REGULATOR – ASYNCHRONOUS MOTOR"	747
<i>Shynybay Zh., Chinyaeva A.</i> AUTOMATIC FREQUENCY CONTROL OF THE TURBOCHARGER ELECTRIC DRIVE OF THE AIR SEPARATION UNIT.....	751
<i>Trofimov G.G., Bekbolatova Zh.K., Grigoriev D.V.</i> THE USE OF STORAGE ENERGY IN THE ENERGY SYSTEM OF KAZAKHSTAN TO DAMPEN THE VARIABILITY OF RENEWABLE ENERGY SOURCES.....	756
<i>Sidorova I.P., Sakhobidinov R.I.</i> PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF GEOTHERMAL ENERGY IN UZBEKISTAN.....	761
<i>Omarova Zh.B., Tokmoldin N.S., Yerezhep D.</i> MODELING THE CHARACTERISTICS OF AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY SOLAR CELL BASED ON $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ USING THE SCAPS-1D PROGRAM.....	767

<i>Ibraim A.</i>	
ABILITY TO PRINT ENGINE PISTONS USING A 3D PRINTER.....	771
<i>Kamaladinov P.</i>	
DEVELOPMENT TREND OF ADDITIVE MANUFACTURING.....	776

SECTION: INNOVATIVE EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES OF MINING AND METALLURGICAL, OIL AND GAS AND TRANSPORT INDUSTRIES

<i>Akanova G.K.</i>	
INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF TURBOMACHINES BASED ON THE MODIFICATION OF THE ELEMENTS OF THEIR FLOW PATH.....	782
<i>Almurad K.K., Myrzakhmetov B.A.</i>	
APPLICATION OF DIGITAL SYSTEMS IN AUTOMATION AND INFORMATIZATION OF SCIENTIFIC RESEARCH AND OPTIMIZATION OF THE USE OF TECHNOLOGICAL MACHINES.....	790
<i>Baigali E.B., Kaliyev B.Z.</i>	
INVESTIGATION OF THE PARAMETERS OF THE INFLUENCE OF STRESS AND CORROSION DAMAGE ON THE OPERATION OF MAIN OIL AND GAS PIPELINES.....	797
<i>Bakytzhan M.K., Utegenova A.E.</i>	
CENTRIFUGAL MULTISTAGE PUMP CMP-300.....	801
<i>Bakhytzhanov N.A., Karmanov T.D.</i>	
TURBODRILLS IN DIRECTIONAL DRILLING.....	806
<i>Balgayev D., Zaurbekov S., Zhumadilova A.</i>	
OVERVIEW OF ROD PUMP COMPONENTS, DIAGNOSTICS, AS WELL AS GENERAL MALFUNCTIONS AND MEASURES TO ELIMINATE THEM.....	810
<i>Beisenbi D.S., Kaliev B.Z.</i>	
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS USED TO PREVENT AND ELIMINATE DRILLING STRING DELAYS.....	817
<i>Beysengazy A.E., Kaliev B.Z.</i>	
RESEARCH OF LOSSES OF LIGHT FRACTIONS OF OIL IN RESERVOIRS FOR REDUCTION IN CONDITIONS OF FIELD COLLECTION AND PREPARATION.....	821
<i>Zhalil S.K., Karmanov T.D.</i>	
DESIGN AND TECHNOLOGICAL METHODS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF PICOBUR BITS WITH PDC WEAPONS.....	824
<i>Zhandar Y.Y., Yelemesov K.K.</i>	
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THERMOMECHANICAL PROCESSING OF STEEL FOR THE PRODUCTION OF LARGE DIAMETER PIPES.....	830
<i>Ilguldinova T.M., Khamitova G.Zh</i>	
ESTABLISHING THE OPTIMUM NUMBER OF UNITS REQUIRED FOR SELF-PROPELLED EQUIPMENT IN UNDERGROUND MINES.....	834
<i>Kazambayeva A.A., Zaurbekov.S.A.</i>	
INCREASING THE SERVICE LIFE OF THE ROD DEEP WELL PUMP VALVE ASSEMBLIES BY ENSURING UNIFORM WEAR OF THE SHUT-OFF ELEMENT	839
<i>Kayip S.A., Karmanov T.D.</i>	
IMPROVING THE EFFICIENCY OF CENTRIFUGAL SUBMERSIBLE PUMPS IN OIL WELLS BY MAGNETIC TREATMENT OF THE FORMATION.....	844
<i>Kerimbay K.S., Stolpovskich I.N.</i>	
FEATURES OF THE INFLUENCE OF WELL CURVATURE ON THE RELIABILITY OF THE SRPU ROD STRING IN DIFFICULT OPERATING CONDITIONS.....	851
<i>Kusainov A., Sarybayev E.E., Sanak A.A., Beisenov B.S.</i>	
INVESTIGATION OF POWER AND SLIDING PARAMETERS OF THREE-CHAMBER BELLOWS PNEUMATIC CYLINDERS.....	855
<i>Maksutkanova Z.M., Abdullaev S.S.</i>	
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROGEN ENERGY.....	862

<i>Medet I.M., Utegenova A.E.</i> SOLUTIONS TO THE DEEP PIT PROBLEMS IN PERMAFROST CONDITIONS.....	867
<i>Mendigalieva G.T., Utegenova A.E.</i> MEASURES TO PREVENT AND COMBAT COMPLICATIONS DURING THE OPERATION OF WELLS AT THE UZEN FIELD.....	871
<i>Otarbaev A.K., Myrzachmetov B.A.</i> DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF A PROJECTILE DEVICE FOR CLEANING PCP FROM ARPD.....	875
<i>Klychbayev S.D.</i> ANALYSIS OF METHODS FOR THE FORMATION OF REQUIREMENTS FOR THE SAFETY OF VEHICLES.....	879
<i>Sarsanbekov K.K., Ryskeldieva G.D., Omarbekova B.S.</i> FORMATION OF COMMUNICATIVE COMPETENCE OF STUDENTS OF TECHNICAL SPECIALTIES WITHIN THE FRAMEWORK OF PROFESSIONAL LANGUAGE.....	883
<i>Sarybaev E.E., Bakbergenov M., Beisenov B.S.</i> INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE STARTING POINT OF THE MAIN DRIVE ON THE TRAJECTORY OF THE BELLOWS CYLINDER EXTENSION AS PART OF THE UNIVERSAL PNEUMATIC MODULE BLADE ON THE STARTING CURRENTS.....	887
<i>Seidakhmetova A.N., Yelemessov K.K.</i> RESEARCH AND SUBSTANTIATION OF THE PROBLEMS OF A PISTON DRILLING PUMP.....	892
<i>Sepbosynov A.T., Stolpovskich I.N.</i> STUDY OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF SCREW DOWNHOLE ENGINES.....	897
<i>Serali G.S., Tolendi A.N., Myrzachmetov B.A.</i> COMPARISON OF EFFECTIVE METHODS OF COMBATING SAND OCCURRENCE AT WELLS.....	901
<i>Serikbaeva S.T., Bortebayev S.A.</i> RELIABILITY ASSESSMENT OF CRUSHING EQUIPMENT USING DIGITAL TECHNOLOGIES.....	906
<i>Tolendi A.N., Serali G.S., Myrzachmetov B.A.</i> INVESTIGATION OF HYDRODYNAMIC QUALITIES AND SUBSTANTIATION OF DESIGNS OF HIGH-PRESSURE NOZZLES FOR USE IN JET PUMPS.....	910
<i>Tuleshov S.A., Kaliev B.Z.</i> OPTIMIZATION OF OPERATION MODES OF GAS PUMPING UNITS IN THE COMPRESSOR STATION SYSTEM.....	914
<i>Khabibulina G.S., Naboko E.P., Andreyachshenko V.A.</i> ROLL METHOD OF APPLICATION OF POLYMER COATING ON METAL TO PROTECT AGAINST CORROSION.....	919
<i>Sepbosynov A.T., Stolpovskich I.N.</i> STUDY OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF SCREW DOWNHOLE ENGINES.....	923
SECTION: TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AND NEW TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING	
<i>Karzhasov Zh.K., Tolendiuly Sanat</i> DIGITALIZATION OF PRODUCTION OF UNNAMED AERIAL VEHICLE.....	927
<i>Kalbanov N.</i> CREATING TACTILE MAPS FOR BLIND AND VISUALLY IMPAIRED PEOPLE WITH BRAILLE PRINTED ON PLASTIC USING 3D-PRINTING.....	931
<i>Shukhovtsev I.S., Alpeisov A.T.</i> RESEARCH IN THE APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF PARTS (DIE).....	935
<i>Radjapova G.M.</i>	

STUDYING THE TECHNOLOGY OF SINGLE-PASS JETTING ON THE EXAMPLE OF A 3D PRINTER P-1.....	938
<i>Kabylbek Sh.B.</i>	
INVESTIGATION OF THE DESIGN OF A CAM PRESS WITH A BOTTOM DRIVE.....	942
<i>Zhumadilda A.O.</i>	
DESIGN A WIND TURBINE FOR LOW WIND SPEEDS.....	946
<i>Kulsugurova D.R.</i>	
IMPROVING THE RELIABILITY OF LIFTING AND TRANSPORT MACHINES.....	952
<i>Kambar M.T., Alpeisov A.T., Kulsugurova D.R.</i>	
RESEARCH AND ANALYSIS OF DRAWING METHODS DEPENDING, ON SCHEME OF DEFORMATION.....	956
<i>Yesmukhambetova D.Y.</i>	
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC VEHICLES OF THE L2/L6 CATEGORY IN ALMATY.....	961
<i>Smailova G.A., Bekbosynova B.A., Arsalanova N.M., Duzelbay A.B.</i>	
ANALYSIS OF THE RESULTS OF NOISE STUDIES OF GEARS WITH MODIFIED TEETH.....	965
<i>Smailova G.A., Bekbosynova B.A., Arsalanova N.M., Duzelbay A.B.</i>	
THE EFFECT OF MODIFIED WHEEL TEETH ON THE NOISE OF THE MILL DRIVE.....	971
<i>Kuntushev A., Alpeisov A.T., Kulsugurova D.R.</i>	
IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF THE WORKING WHEEL OF GROUND PUMPS.....	976
<i>Sagitov R.A., Alpeisov A.T.</i>	
CAD SYSTEM DEVELOPMENT TRENDS.....	980
<i>Bekmuratov B.N., Tolendiuly S.</i>	
VR-APPLICATION FOR CONSTRUCTION WORK.....	985
<i>Satybaldy S.P., Yelemessov K.K., Baskanbayeva D.D.</i>	
USE OF NEW TECHNOLOGIES IN ENGINEERING.....	989
<i>Laubayeva A.Zh.</i>	
DEVELOPMENT OF FLAT ROLLED STEEL PRODUCTION.....	994
<i>Kanabekova A.T., Kulsugurova D.R., Abilkaiyr Zh.N., Alpeisov T.A.</i>	
RESEARSH AND ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF MECHANICAL PROCESSING OF SHAFTS ON MACHINE TOOLS WITH CNC.....	1000
<i>Issametova M.E., Smailova G.A., Nurtayeva Sh.B., Arsalanova N.M., Ansabay K.K.</i>	
COMPUTER MODELING OF THE MICROSTRUCTURE OF A COMPOSITE MATERIAL CONSISTING OF METAL COMPOUNDS.....	1004
<i>Issametova M.E., Smailova G.A., Nurtayeva Sh.B., Arsalanova N.M., Ansabay K.K.</i>	
COMPUTER MODELING OF MECHANICAL PROPERTIES OF LAYERED COMPOSITE MATERIALS.....	1012
<i>Kurman Zh.K.</i>	
THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR THE REPAIR OF WATER PUMPS.....	1019
<i>Tulegenov U.E.</i>	
LABORATORY TESTS FOR COMPARATIVE EVALUATION OF WEAR RESISTANCE OF DIFFERENTIALLY HEAT-STRENGTHENED RAILS OF GENERAL AND SPECIAL PURPOSE.....	1024
<i>Tileukul N.D., Omarova Zh.B., Arslanova N.M.</i>	
ANALYSIS OF PHARMACEUTICAL PRODUCT CERTIFICATION.....	1030
<i>Meirambay M.L., Alpeisov T.A.</i>	
RESEARCH AND ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF MECHANICAL PROCESSING OF GEAR WHEELS ON MACHINE TOOLS WITH NUMERICAL CONTROL.....	1034
<i>Mustafa A.A., Arymbekov B.S.</i>	
THE RELATIONSHIP BETWEEN THE TEMPERATURE OF THE POWDER LAYER AND THE MICROSTRUCTURE OF THE SINTERED LASER.....	1038
<i>Abdramanov N.N.</i>	
RESEARCH OF THE EDUCATIONAL COMPLEX FOR THE STUDY OF THE MECHANICAL ELEMENTS OF AN INDUSTRIAL ROBOT-MANIPULATOR.....	1043

**ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ «САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022. ТRENДЫ
СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

Том I

Подписано в печать 11.02.2022 г.

Тираж – 100 экз. Формат – 60x84x 1/16.

Бумага типогр. № 1. Уч.-изд. л. 15,4.

Усл. п. л. 67,7. Заказ № 298. Цена договорная.

Издание Казахского национального исследовательского
технического университета имени К.И. Сатпаева

Издательство «*Polytech*»

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

ISBN 978-601-323-291-1



ISBN 978-601-323-293-5

